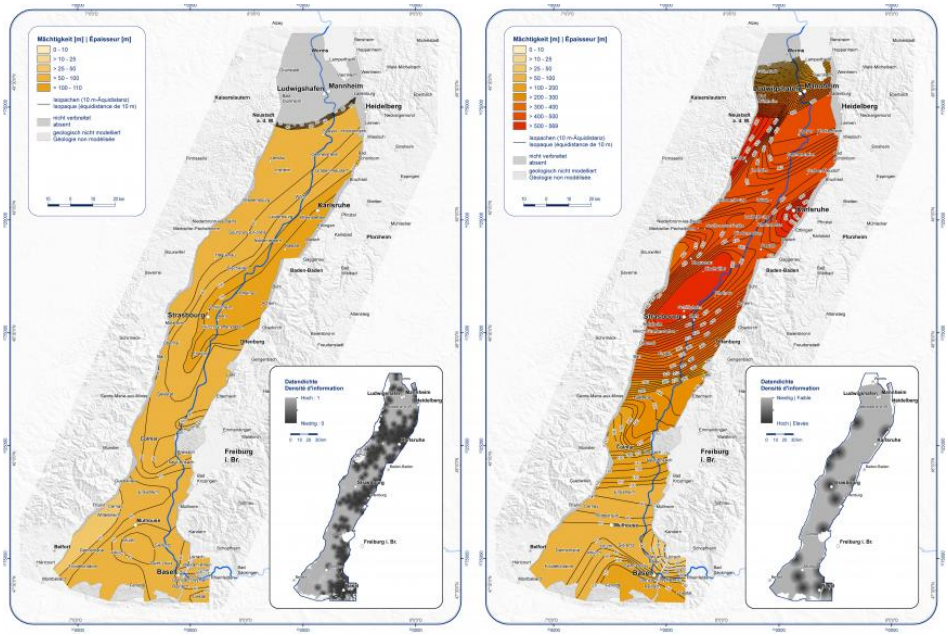
# Oberrheingraben

Der Oberrheingraben gehört zu den wichtigsten Regionen für hydrothermale Nutzungen in Baden-Württemberg. Hier gibt es im tieferen Untergrund Reservoire mit heißen Wässern, die mit Temperaturen über 60 °C eine direkte Wärmenutzung und bei Temperaturen über 100 °C eine zusätzliche Stromerzeugung ermöglichen. Das geothermische Potenzial der einzelnen Reservoire ist zum einen von der Temperatur und damit von ihrer Tiefenlage abhängig, zum anderen jedoch auch von ihrer Durchlässigkeit (hydraulischen Leitfähigkeit) und Mächtigkeit (Schichtdicke). Für eine geothermische Nutzung sind zudem die hydrochemischen Eigenschaften der Tiefenwässer von Bedeutung.

## Geothermische Nutzhorizonte

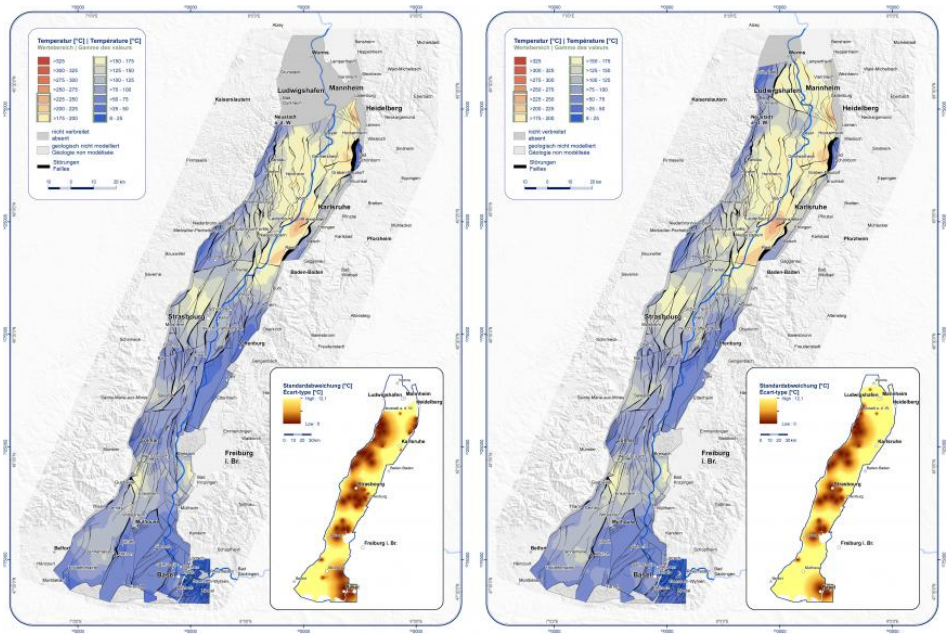
Potenzielle hydrothermale Nutzhorizonte sind im Oberrheingraben primär die geologischen Formationen des Buntsandsteins und des Oberen Muschelkalks. Darüber hinaus kommen im südlichen Graben zwischen Kehl und Basel die Hauptrogenstein-Formation (Mitteljura) sowie im nördlichen Graben sandige Lagen in der tertiären Schichtenfolge hinzu.

Die geothermischen Nutzhorizonte wurden im EU-Projekt GeORG (http://www.geopotenziale.org) kartiert. Hierzu wurden tiefe Bohrungen und seismische Sektionen ausgewertet und die Raumlage der Reservoire in einem Untergrundmodell dargestellt. Die Ergebnisse des GeORG-Projektes sind auf dem GeORG-Kartenviewer abrufbar. Weitere Informationen zu den Nutzhorizonten finden sich im Projekt GeotIS (www.geotis.de). Die Mächtigkeit des Oberen Muschelkalks variiert im Oberrheingraben nur wenig und liegt zwischen 70 m im Süden und 110 m im Bereich Kehl–Karlsruhe. Nördlich von Speyer fehlt der Obere Muschelkalk. Die Mächtigkeit des Buntsandsteins nimmt im Oberrheingraben kontinuierlich von Süden mit ca. 50–60 m im Raum Basel auf über 500 m im Raum Karlsruhe zu, um nach Norden wieder leicht abzunehmen. Etwa auf der Höhe von Mannheim nach Norden fehlt der Buntsandstein. Im Rahmen des Projektes GeORG wurde die Mächtigkeit der Permotriassischen Sandsteine kartiert.

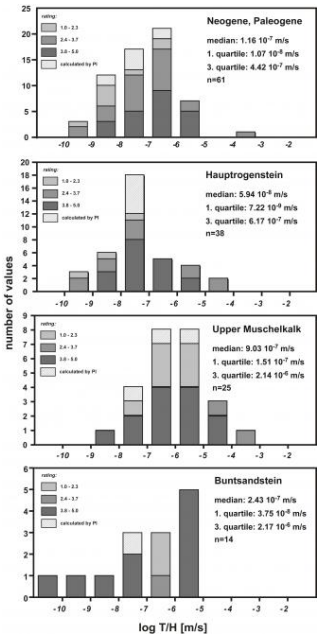



*Mächtigkeitsverteilung des Oberen Muschelkalks (links) und der Permotriassischen Sandsteine (rechts) im deutschen und französischen Oberrheingraben (GeORG-Projektteam, 2013)*

Auf der Grundlage eines Temperaturmodells wurden im EU-Projekt GeORG die Untergrundtemperaturen im Oberrheingraben am Top der geothermischen Reservoire dargestellt. Die höchsten Temperaturen werden sowohl im Oberen Muschelkalk als auch im Buntsandstein im nördlichen Teil des Oberrheingrabens erreicht. Dennoch weisen bestimmte Bereiche im südlichen Grabenabschnitt ebenfalls erhöhte Temperaturen auf. Sie sind im Wesentlichen auf eine größere Tiefenlage der Reservoire in bestimmten Grabenabschnitten zurückzuführen. In diesen Bereichen ist, zusätzlich zur Nutzung des heißen Wassers für Heizzwecke, grundsätzlich auch eine Verstromung möglich.




*Temperaturverteilung am Top Oberer Muschelkalk (links) und am Top Buntsandstein (rechts) im deutschen und französischen Oberrheingraben (GeORG-Projektteam, 2013)*




*Durchlässigkeitsverteilung (T/H) in den geothermischen Reservoiren des Oberrheingrabens (Stober & Bucher, 2015)*

Die geothermischen Reservoirgesteine des Oberrheingrabens unterscheiden sich in ihrer Durchlässigkeitsverteilung (Stober & Bucher, 2015). Die mit 9,0 · $10^{-7}$ m/s im Mittel höchsten Durchlässigkeiten wurden für den Oberen Muschelkalk ermittelt. Der Medianwert für den Buntsandstein ist etwas niedriger und liegt bei 2,4 · $10^{-7}$ m/s. Allerdings sind die Mächtigkeiten des Buntsandsteins, insbesondere im Raum Kehl–Karlsruhe deutlich höher. Sie machen dieses Reservoirgestein daher für eine Exploration besonders interessant.

Die Tiefenwässer im Oberrheingraben haben durchweg hohe Salzgehalte und sind reich an Natriumchlorid, unabhängig vom jeweiligen Gesteinsverband (Stober & Bucher, 2015). Der Gesamtlösungsinhalt (TDS), als Summenparameter der im Wasser gelösten Inhaltsstoffe, schwankt in den verschiedenen Reservoiren in weiten Grenzen und kann jeweils Werte von einigen Zehner g/kg erreichen, weit höhere Werte als im Meerwasser. Die hohen Lösungsinhalte in den Tiefenwässern erfordern, dass die Wässer im oberflächennahen Anlagenbetrieb zur Vermeidung von Ausfällungen unter Druck gehalten werden. In manchen Fällen ist zusätzlich auch eine Zugabe von so genannten Inhibitoren erforderlich.

# Bestehende Nutzungen

Derzeit gibt es im baden-württembergischen Teil des Oberrheingrabens nur in Bruchsal ein Geothermiekraftwerk zur Stromerzeugung. Dort wird aus einem komplexen Störungssystem nahe der östlichen Grabenrandverwerfung Thermalwasser aus dem Buntsandstein genutzt. Das am Bohrlochkopf ca. 124 °C heiße Wasser wird aus einer Tiefe von 2000 bis 2500 m gewonnen (Mergner et al., 2012). Die relativ geringe Stromerzeugung von nur 550 Kilowatt ist auf die Konzeption als Forschungsanlage zurückzuführen. Der geplante Ausbau eines Nahwärmenetzes zur Wärmeversorgung einer Kaserne wurde bisher nicht realisiert. Probleme bereiteten die hohen Gas- und Mineralgehalte des zutage geförderten Tiefengrundwassers, die zu starken Mineralausfällungen und Korrosionserscheinungen führten. Dem wirkt heute die Druckhaltung der Anlage auf 22 bar entgegen.

*Beispiel für eine Tiefbohrung (Foto: Stober & Bucher 2014)*

Daneben werden die thermalen Aquifere des Hauptrogensteins (z. B. Bad Bellingen), des Oberen Muschelkalks (z. B. Bad Krozingen, Freiburg) und sandiger Lagen im Tertiär (z. B. Weinheim) für balneologische Zwecke und für die Gebäudeheizung (z. T. mit Einsatz von Wärmepumpen) genutzt.

Im Oberrheingraben gibt es bislang noch keine Anlagen mit saisonaler Wärmespeicherung in den geothermischen Reservoiren (Aquiferspeicher).

Im baden-württembergischen Teil des Oberrheingrabens gibt es keine petrothermalen geothermischen Nutzungssysteme (Enhanced Geothermal Systems, EGS). Auf französischer Seite wird in Soultz-sous-Forêts nördlich von Straßburg seit 2008 eine EGS-Anlage betrieben (Mergner et al, 2012). Dort wird als Wärmeüberträger Granit in ca. 5000 m unter Gelände genutzt, dessen primär vorhandene Spalten und Risse durch Wasserinjektionen sekundär erweitert wurden.

## Weiterführende Links zum Thema

- EU-Projekt GeORG
- GeotIS Informationssystem für Geothermie
- Schwarzwald-Tourismus: Thermal- und Heilbäder
- Heilbäderverband Baden-Württemberg
- Geothermische Stromerzeugung in Soultz-sous-Forêts

## Literatur


- GeORG-Projektteam (2013a). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teil 1: Ziele und Ergebnisse des Projekts (Zusammenfassung).* – LGRB-Informationen 28, S. 1–103.
- GeORG-Projektteam (2013b). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teil 2: Geologische Ergebnisse und Nutzungsmöglichkeiten.* 346 S., Freiburg i. Br., verfügbar unter http://www.geopotenziale.org/products/fta/pdf_pool/georg_fta_2_ergebnisse_de.pdf.
- GeORG-Projektteam (2013c). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teil 3: Daten, Methodik, Darstellungsweise.* 242 S., Freiburg i. Br., verfügbar unter http://www.geopotenziale.org/products/fta/pdf_pool/georg_fta_3_ergebnisse_de.pdf.

- GeORG-Projektteam (2013d). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben. Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teil 4: Atlas*. Verfügbar unter http://www.geopotenziale.eu/products/atlas/pdf/atlas_web.pdf.
- GeORG-Projektteam (2013e). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teile 1–4.* 691 S., 98 Kt., verfügbar unter http://www.geopotenziale.eu.
- Mergner, H., Eggeling, L., Kölberl, T., Münsch, W. & Genter, A. (2012). *Geothermische Stromerzeugung: Bruchsal und Soultz-sous-Forêts.* – mining+geo, 4, S. 666–673.
- Stober, I. & Bucher, K. (2014). *Geothermie.* 2. Auflage, 302 S., 145 Abb., Heidelberg (Springer Verlag).
- Stober, I. & Bucher, K. (2015). *Hydraulic and chemical properties of deep sedimentary aquifers in the Upper Rhine Graben, Europe.* – Geofluids, 15, S. 464–482.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 30.09.20 - 09:10):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-baden-wuerttemberg/oberrheingraben

# Oberrheingraben-Tertiär

Lithostratigraphische Gruppe

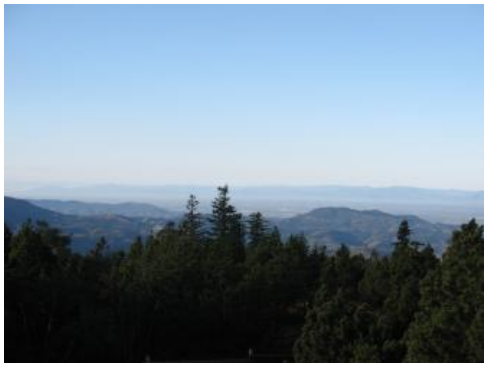
## Übergeordnete Einheit

Tertiär

Zum Oberrheingraben-Tertiär werden die tertiären Sedimente im Untergrund der Oberrheintal-Ebene und in den Randschollen des Oberrheingrabens gerechnet (Geyer et al., 2011; LGRB, 2011c).

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

Tertiäre Ablagerungen sind im Untergrund des gesamten Oberrheingrabens verbreitet (Rupf & Nitsch, 2008). Aufschlüsse oder Vorkommen unter geringer Quartärbedeckung finden sich auch in zahlreichen Randschollen entlang des Schwarzwaldrandes und des Kraichgaus. Die Ausstrichgebiete sind damit Teil des Randschollen-Hügellandes, z. B. in den Kanderner Vorbergen, den Vorbergen um die Freiburger Bucht oder auch in den Grabenrandhügeln um Malsch oder Ubstadt.



*Der Oberrheingraben vom Schliffkopf aus*

## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Die Sedimente des Oberrheingraben-Tertiärs bestehen zum überwiegenden Teil aus mächtigen, gering verfestigten Mergelstein-Abfolgen mit eingeschalteten Sandsteinen, Karbonatbänken und in manchen Abschnitten aus Salinargesteinen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Vereinfachter schematischer Schnitt durch den Oberrheingraben in Längsrichtung (Norden links, Süden rechts). Die jungen Sedimente der Grabenfüllung (Tertiär und Quartär) sind in gelben Farben dargestellt. Eine Erosionsdiskordanz trennt sie vom Festgesteinsuntergrund (Mesozoikum und Paläozoikum).*

Die ältesten Ablagerungen sind die karbonatfreien roten Tonsteine und hellen Quarzsandsteine der Schliengen-Formation. Das Alter dieser Sedimente ist nicht direkt durch Fossilien belegt, sie werden aber von mitteleozänen Mergelsteinen überlagert, was ein paleozänes bis früheozänes Alter nahelegt. Die Tonsteine führen gebietsweise Bohnerz und andere Eisenerzabscheidungen und füllen teilweise Karstschlotten in Kalksteinen des Jura aus.

Nahe am Grabenrand wird die Schliengen-Formation von Konglomeraten und Blockkonglomeraten (mit eingeschalteten Sand- und Mergelsteinen) der Küstenkonglomerat-Formation überlagert, deren Alter vom Mittleren Eozän bis in das Oligozän reicht. Zum Grabeninneren verzahnen sich diese randlichen Geröllfächer mit bunt gefärbten Mergel- und Sandsteinen der Pechelbronn-Formation, deren unterster Teil weiter gegen das Beckeninnere von überwiegend graugrünen, feingeschichteten Mergelsteinen mit Süßwasserfauna abgelöst wird, der Haguenau-Formation. Auf einigen wenig abgesenkten Randschollen sind in die Haguenau-Formation auch Abfolgen von Süßwasserkalksteinen eingeschaltet. Im Südgraben schließt sich gegen das Grabeninnere eine Fazieszone an, in der sich in die mergeligen Seeablagerungen in mehreren Niveaus Salinargesteine einschalten, von denen Anhydrit- bzw. Gipsbänke und -knollen bis nahe an die Grabenränder auftreten können. Im Elsass, und auch rechtsrheinisch bei Buggingen, sind hier drei Steinsalzlager ausgebildet, die aus Wechselfolgen von Steinsalz und fossilführenden Süßwassermergeln bestehen. An der Basis der oberen Steinsalz-Mergel-Abfolge sind zudem zwei geringmächtige Kalisalzlager ausgebildet, die früher abgebaut wurden.

Diese eozäne bis früholigozäne Abfolge wird von ebenfalls noch früholigozänen grauen bis schwarzen marinen Tonmergelsteinen und Mergelsteinen überlagert, die sich teilweise mit den jüngsten Teilen der Küstenkonglomerat-Formation verzahnen. Im Raum Lörrach sind an der Basis der marinen Schichtenfolge randmarine Sandsteine der Lörrach-Formation ausgebildet. Der mittlere Abschnitt dieser grauen Schichtenfolge der Froidefontaine-Formation besteht besonders zwischen Mannheim und Rastatt aus einer Wechselfolge von grauen Kalksandsteinen und oft sandigen Mergelsteinen. Auch südlich von Freiburg verzahnt sich die Mergelfazies der Froidefontaine-Formation im oberen Abschnitt mit deltaischen Sandsteinen, deren oberer Abschnitt zunehmend bunte Farben aufweist und daher bereits zur Niederroedern-Formation gerechnet wird. Die Niederroedern-Formation überlagert die marine Abfolge mit unregelmäßigen Wechselfolgen aus Mergel- und Sandsteinen mit überwiegend bunten (rotbraun, ocker, graugrün), abschnittsweise aber auch grauen Farben und stellt im südlichen Graben die jüngste erhaltene Einheit des Oberrheingraben-Tertiärs dar. Südlich des Kaiserstuhls sind in die Mergel-Sandstein-Abfolgen verbreitet Wechselfolgen von Süßwasserkalken und Mergelsteinen eingeschaltet, die am Tüllinger Berg bei Lörrach zutage ausstreichen und dort ein Andauern der Sedimentation bis in das Miozän belegen.

Im Raum Wissembourg–Ettlingen gehen die bunten Abfolgen der höheren Niederroedern-Formation nach Norden in graue, marin beeinflusste Mergelstein-Abfolgen über, die im mittleren und nördlichen Grabenabschnitt die jüngste, spätoligozäne bis frühmiozäne Schichtenfolge des Oberrheingraben-Tertiärs einleiten. Die Abfolge beginnt mit der Bruchsal-Formation aus fossilführenden grauen Mergelsteinen, die nach oben in sulfatführende Mergelsteine übergehen. Darüber folgen graue bis bräunliche Mergelsteine der Landau-Formation, in die zahlreiche Kalk- und Dolomitsteinbänke eingeschaltet sind. In dieser meist mehrere Hundert Meter mächtigen Abfolge wechseln häufig limnische, brackische und eingeschränkt-marine Fossilgemeinschaften. Überlagert wird die Landau-Formation wiederum von grünen bis bunten fluvialen Sand- und Mergelsteinen der Groß-Rohrheim-Formation, die örtlich geringmächtige Braunkohlen und am Grabenrand auch Konglomerate führen können. Nur nördlich Weinheim sind noch jüngere Sande und Kiese der Weiterstadt-Formation als jüngste Einheit des Oberrheingraben-Tertiärs im Untergrund erhalten, jedoch im Landesgebiet nicht an der Oberfläche aufgeschlossen.

Die nächstjüngere Einheit der Grabenfüllung, die plio- bis pleistozäne Iffezheim-Formation, liegt diskordant über verschieden alten Schichtgliedern des Oberrheingraben-Tertiärs und wird daher auch in ihren pliozänen Anteilen nicht mehr diesem, sondern formal dem Oberrheintal-Quartär zugeordnet, zu dessen jüngeren Abfolgen Konkordanz besteht.

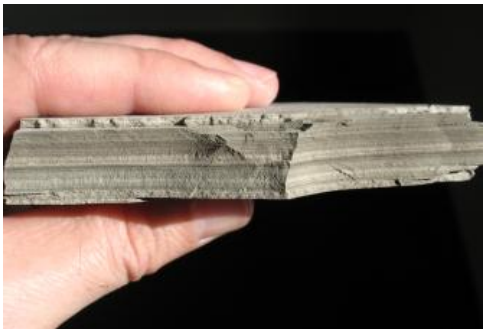
© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Mächtigkeit

Die größte Mächtigkeit erreicht das Oberrheingraben-Tertiär im Raum Rastatt mit über 3000 m. Der genaue Wert ist nicht bekannt, da das Tertiär hier bisher nicht durchbohrt wurde und die Tiefenlage des Mesozoikums daher nur aus geophysikalischen Erkundungen berechnet werden kann. Im größten Teil des Grabeninneren erreichen die Mächtigkeiten etwa 1000–2000 m, wobei die meisten Formationen jeweils mehrere Hundert Meter Mächtigkeit einnehmen können. Im Randschollengebiet nahe der Grabenränder, das teilweise von geringmächtigen Quartärsedimenten verdeckt ist, schwanken die Mächtigkeiten auf engem Raum stark, da sich die Randschollen während der Sedimentation unterschiedlich stark abgesenkt haben und das Tertiär vielfach vor der quartären Überlagerung teilweise wieder erodiert worden ist.

*Kalisalz aus Buggingen (Sammlung LGRB)*

## Alterseinstufung



*Laminierter Mergelstein aus der Pechelbronn-Formation, Tertiär von Schliengen*

Über dem stark in Bruchschollen zerlegten Mesozoikum liegen als älteste tertiäre Einheiten die nicht direkt datierten Sedimente der Schliengen-Formation und darüber teilweise fossilführende Sedimente des mittleren Eozäns. Die jüngsten Ablagerungen des Oberrheingraben-Tertiärs sind in das frühe Miozän datiert worden und entsprechen im Alter etwa dem beginnenden Vulkanismus im Kaiserstuhl, dessen Aktivität bis ins Mittelmiozän anhielt. Frühere Annahmen, die Groß-Rohrheim-Formation als „Obermiozän" einzustufen, haben sich dagegen nicht bestätigt. Das Oberrheingraben-Tertiär wird diskordant von quartären Ablagerungen überdeckt, deren älteste vermutlich bis ins Pliozän hinunter reicht.

## Ältere Bezeichnungen

Die tertiären Einheiten des Oberrheingrabens wurden in der bisherigen Literatur meist mit traditionellen stratigraphischen Namen gegliedert, deren Ursprung überwiegend in Aufschlüssen der Vorbergzonen im Elsass und Baden sowie im angrenzenden Mainzer Becken liegt. Grenzen zwischen diesen Einheiten waren dabei selten aufgeschlossen. Dies hat dazu geführt, dass diese traditionellen Namen in regional unterschiedlicher Weise auf die Bohrprofile des Grabeninneren übertragen worden waren. Bereits Mitte des 20. Jh. war deutlich geworden, dass in den verschiedenen Konzessionsgebieten dieselben Namen oft für ganz unterschiedliche Schichtabschnitte verwendet wurden und z. B. die „Corbiculaschichten“ des einen mit den „Unteren Hydrobienschichten“ anderer Bearbeiter identisch sein konnten. Auch wo die Namen für vergleichbare Schichtabschnitte galten, wurde die Abgrenzung gegen andere Schichten oft sehr unterschiedlich gehandhabt (Zusammenstellungen bei DSK, 2011; GeORG, 2013e; Pirkenseer et al., 2018).

Im Rahmen des EU-finanzierten internationalen Projekts „GeORG“ wurde ein zusammenhängendes 3D-Modell des tiefen Untergrunds des Oberrheingrabens erstellt, für das eine für alle betrachteten Grabenabschnitte einheitlich definierte stratigraphische Gliederung erforderlich wurde. Daher wurde aus den bestehenden Gliederungen in Zusammenarbeit der beteiligten Geologischen Dienste von Baden-Württemberg (LGRB), Rheinland-Pfalz (LGB), Frankreich (BRGM) und der Schweiz (Kantonsgeologie Basel und Baselland) eine lithologische und an geophysikalischen Bohrlochmessungen definierte stratigraphische Gliederung entwickelt. Für die Einheiten wurden dort, wo die traditionellen Bezeichnungen stark unterschiedlich verwendet wurden und damit nicht mehr eindeutig waren, neue und damit eindeutige Namen verwendet (GeORG, 2013e). Soweit hierzu bereits Neubearbeitungen aus der Subkommission Tertiär der Deutschen Stratigraphischen Kommision vorlagen, wurden diese Abgrenzungen und Namen verwendet und in die bestehende hierarchische Struktur einbezogen, um eine formale Vergleichbarkeit mit der Gliederung z. B. des Molasse-Tertiärs oder anderer stratigraphischer Abschnitte zu erzielen.

## Sonstiges

Die tertiäre Grabenfüllung ist in ihrer Verbreitung und den kleinräumig rasch wechselnden Mächtigkeiten stark von der synsedimentären Tektonik geprägt. Eozäne Ablagerungen finden sich daher häufig in den Randschollenbuchten des Grabens (Freiburger Bucht, Saverne-Senke), die als System bogenförmiger Abschiebungen die ältesten tektonischen Elemente des Grabenbruches sind. Die Umstellung der tektonischen Entwicklung von einem Dehnungsgraben aus mehreren alternierenden Abschiebungsbögen in einen Schergraben, in dem neben der Dehnung Transversalbewegungen längs der Grabenachse das Gesamtbild entscheidend prägen, führte seit dem Oligozän zunehmend zu einer Einengung des Sedimentationsbereiches auf eine Grabenzone zwischen geradlinig verlaufenden Störungszonen, an denen der Graben sich klar gegen die Grabenschultern absetzt.

## Literatur


- Deutsche Stratigraphische Kommission (2011). *Stratigraphie von Deutschland IX, Tertiär, Teil 1: Oberrheingraben und benachbarte Tertiärgebiete.* – Schriftenr. Dt. Ges. Geowiss., 75, 461 S., 60 Abb., Hannover (Schweizerbart).
- GeORG-Projektteam (2013e). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teile 1–4.* 691 S., 98 Kt., verfügbar unter http://www.geopotenziale.eu.
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- LGRB (2011c). *Symbolschlüssel Geologie Baden-Württemberg – Verzeichnis Geologischer Einheiten (Ausgabe 2011).* – S., 1 Tab., Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Pirkenseer, C., Rauber, G. & Roussé, S. (2018). *A revised Palaeogene lithostratigraphic framework for the northern Swiss Jura and the southern Upper Rhine Graben and its relationship to the North Alpine Foreland Basin.* – Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 124, S. 163–246.
- Rupf, I. & Nitsch, E. (2008). *Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzung und erste geologische Ergebnisse.* – LGRB-Informationen, 21, S. 1–81, 10 Beil.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 02.02.23 - 15:53):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/tertiaer/oberrheingraben-tertiaer

# Oberrheingraben-Tertiär

## Geologie

*Küstenkonglomerat-Formation (tKK): Steinbruch bei Pfaffenweiler/Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald*

Die tertiären Gesteine des Oberrheingrabens sind in der randlichen Vorbergzone an der Geländeoberfläche aufgeschlossen. Daneben sind sie im Untergrund des Oberrheingrabens verbreitet. Sie bestehen hauptsächlich aus Tonsteinen, Tonmergelsteinen und Mergelsteinen mit eingeschalteten Sand- und Kalksteinbänken und Kalkkonglomeraten. Lokal kommen Gips, Anhydrit, im Grabeninneren Steinsalz und Kalisalze vor.

Die hydrogeologisch bedeutendste Einheit ist die mitteleozäne bis oligozäne Küstenkonglomerat-Formation als die konglomeratisch-sandige Randfazies des Älteren Oberrheingraben-Tertiärs. Sie bildet die Gipfelregionen des Schönbergs und der südlich anschließenden Vorberge (z. B. Kastelberg bei Ballrechten-Dottingen) und entspricht stratigraphisch etwa der Haguenau-Formation und Pechelbronn-Formation (Eozän bis frühes Oligozän). Die grobklastischen Sedimente wurden von Flüssen aus dem Randgebirge des Oberrheingrabens als breite, deltaförmige Mündungsschwemmkegel in die damaligen Grabenseen bzw. das Grabenmeer geschüttet. Sie bestehen überwiegend aus resedimentierten Kalkkonglomeraten (vor allem Hauptrogenstein, untergeordnet Trias) in mergelig-sandiger Matrix. Nach Westen geht die Küstenkonglomerat-Formation in die feinkörnigere Beckenfazies aus Kalkareniten und Mergelsteinen über, die z. B. in den Kalksandsteinbrüchen bei Pfaffenweiler anstehen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Weitere hydrogeologische Einheiten der tertiären Füllung des Oberrheingrabens sind die Wittelsheim-Formation des Älteren Oberrheingraben-Tertiärs sowie das Jüngere Oberrheingraben-Tertiär. Sie sind hydrogeologisch unbedeutend. Am östlichen und südlichen Kaiserstuhl, am nördlichen Tuniberg und am Nimberg finden sich zahlreiche kleinere, bereichsweise von Löss überdeckte Tertiärvorkommen. Für sie ist in vielen Fällen eine sichere stratigraphische Zuordnung nicht möglich. Ungegliedertes Oberrheingraben-Tertiär gibt es darüber hinaus in Bereichen, in denen eine weitere Differenzierung aufgrund der flächigen Überlagerung durch Deckschichten nicht möglich war.

*Karlsruhe-Subformation (tKA, früher: Melettaschichten): Tongrube westlich von Rauenberg*

Das Oberrheingraben-Tertiär baut gemeinsam mit mesozoischen Einheiten die Vorbergzone am Schwarzwaldrand und im Kraichgau auf. Westlich der Vorbergzone wird es vom Oberrheintal-Quartär überlagert. Die Küstenkonglomerat-Formation kommt am Ostrand des mittleren und südlichen Oberrheingrabens in der Lahr-Emmendinger Vorbergzone und im Markgräfler Hügelland vor. Das Oberrheingraben-Tertiär wird über 3000 m mächtig, die Küstenkonglomerat-Formation erreicht eine Mächtigkeit zwischen 50 und über 200 m.

Das Oberrheingraben-Tertiär steht auf einer Fläche von ca. 225 km$^2$ über Tage an, wobei es bereichsweise von quartären Deckschichten überlagert wird.

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Gesteine des Oberrheingraben-Tertiärs sind überwiegend Grundwassergeringleiter mit generell sehr geringer Ergiebigkeit. Wasserwirtschaftlich sind diese Einheiten aufgrund der geringen Verbreitung in tektonisch kleinräumig begrenzten Einzugsgebieten nahezu ohne Bedeutung. Nur die hydrogeologische Einheit der Küstenkonglomerat-Formation (tKK) besitzt eine gewisse wasserwirtschaftliche Relevanz. Es handelt sich um einen Kluft-/Porengrundwasserleiter, der bereichsweise auch verkarstet sein kann. Oft ist sie nur wenig verbacken, so dass der Hohlraumanteil beträchtlich sein kann. Da die Küstenkonglomerat-Formation hauptsächlich aus aufgearbeitetem Hauptrogenstein besteht, können sich in ihr typische Karstphänomene ausbilden. Sie ist mäßig bis gering durchlässig und mäßig ergiebig.

## Hydraulische Eigenschaften

Informationen über die hydraulische Durchlässigkeit von Gesteinen des Oberrheingraben-Tertiärs liegen nicht vor. Die Tiefmattquelle, die bei Gütigheim südöstlich von Staufen aus der Küstenkonglomerat-Formation austritt, ist durch eine stark schwankende Schüttung, Eintrübungen und hohe Fließgeschwindigkeiten charakterisiert, die bei einem Markierungsversuch nachgewiesen wurden. Sie weist damit typische Merkmale einer Karstquelle auf. Mit dem Übergang von der Konglomeratfazies zur feiner klastischen Beckenfazies wird der Schüttungsgang der dort austretenden Quellen ausgeglichener (Groschopf et al., 1996).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Hydrologie

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag beträgt im Verbreitungsgebiet des Oberrheingraben-Tertiärs im langjährigen Mittel (Periode 1981–2010) etwa $G_m$ = 4,8 l/(s · km$^2$), das sind – bezogen auf die Fläche von ca. 225 km$^2$ – $G_f$ = 1080 m$^3$/s.

Die Grundwasserneubildung kann aufgrund unterschiedlich mächtiger Überlagerung durch Lösssedimente sowie der bereichsweise starken tektonischen Beanspruchung der Gesteine kleinräumig variieren. Dabei können Klüfte als Bereiche bevorzugter vertikaler Sickerung wirken. Sie variiert zwischen der bereichsweise geklüfteten Konglomeratfazies und den übrigen, geringer durchlässigen tertiären Einheiten stark.

Am Ausgang der Schwarzwaldtäler kann Grundwasser aus dem Küstenkonglomerat in die jungquartären Flusskiese und Flusssande, am Vorbergzonenrand in den Kiesaquifer des Oberrheingrabens übertreten. Am Übergang von der Küstenkonglomerat-Fazies zur Beckenfazies kann das darin vorkommende Grundwasser in morphologisch tiefen Positionen artesisch gespannt sein.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Zur geogenen Beschaffenheit von Grundwässern aus dem Oberrheingraben-Tertiär liegen dem LGRB keine Informationen vor.

## Geschütztheit des Grundwassers

Das Grundwasser in der Küstenkonglomerat-Formation ist je nach Überlagerungssituation durch Lösssedimente sehr gering bis mittel vor Verunreinigungen von der Erdoberfläche geschützt. Eine sehr geringe Schutzfunktion liegt vor, wenn die Küstenkonglomerat-Formation direkt an der Geländeoberfläche ansteht und Oberflächenwasser über die bereichsweise verkarsteten Klüfte schnell in den Untergrund versickern kann. In Gebieten, in denen die grundwasserführende Einheit von bereichsweise mächtigeren Lösssedimenten überdeckt werden, können diese zu einer deutlichen Verbesserung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung beitragen. Mit dem beckenwärts zunehmenden Anteil an Kalksandsteinen und Mergelsteinen ist das darin enthaltene Grundwasser besser geschützt.

## Grundwassernutzung

Trinkwassergewinnung aus dem Oberrheingraben-Tertiär ist nicht bekannt.

## Tiefe Grundwässer

Tiefer liegende Grundwasservorkommen im Älteren Oberrheingraben-Tertiär der Grabenscholle unweit der Vorbergzone werden zur Gewinnung von Mineralwasser z. B. in Steinenstadt bei Neuenburg am Rhein genutzt.

## Literatur


- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Plum, H., Ondreka, J. & Armbruster, V. (2008). *Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 20, S. 1–106.


Cookie-Einstellungen

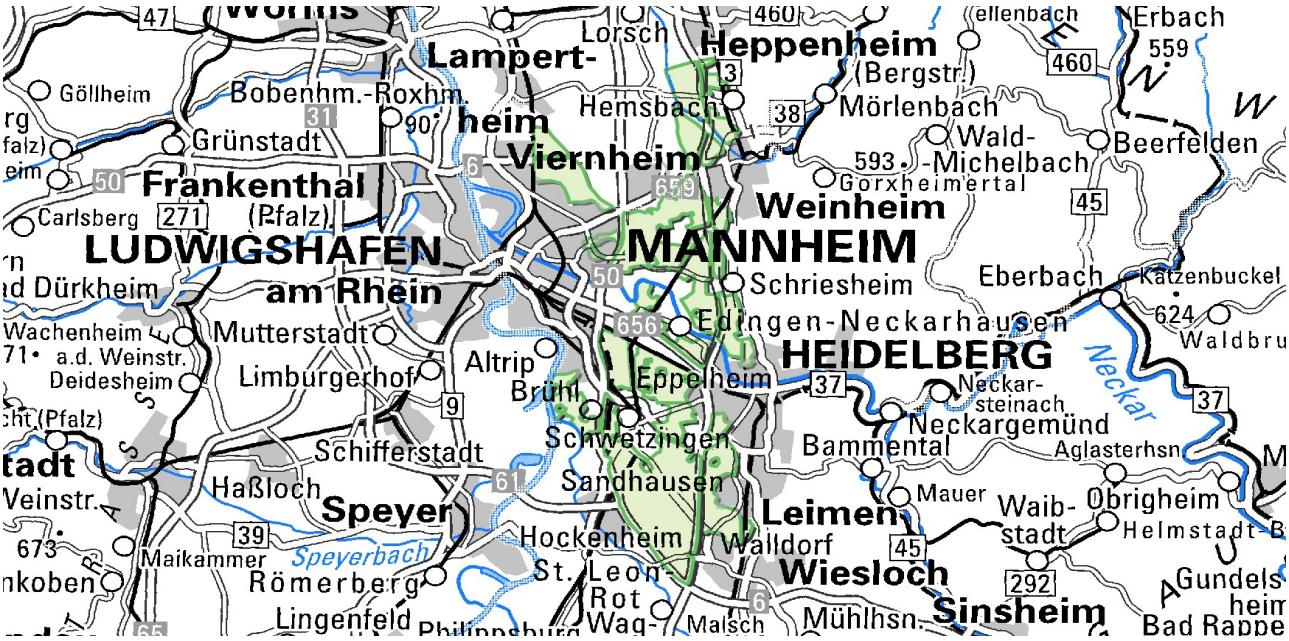
**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:08):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/oberrheingraben-tertiaer-mesozoikum-ungegliedert-vorbergzone-dinkelberg/hydrogeologischer-ueberblick/oberrheingraben-tertiaer

# Kiese und Sande des Neckars im Oberrheingraben

**Verbreitungsgebiete:** Nördlicher Oberrheingraben zwischen Heidelberg und Mannheim

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Mannheim-Formation, Quartär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol "Themenebenen" links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Der Neckar sedimentierte mit seinem gewaltigen **Schwemmfächer** am Rand des Oberrheingrabens im Heidelberger Becken mächtige Kiese und Sande. Beim Verlassen des Neckartals bei Heidelberg schüttete der Neckar den mächtigen Neckarschwemmfächer auf, der durch eine Abnahme der Korngröße zu den Rändern hin gekennzeichnet wird. Die vor allem im Neckarschwemmkegel bei Heidelberg vielfach auftretenden **Blöcke** gehen auf die sogenannte Hangunterschneidung von ehemaligen Fließerden im Bereich des Odenwalds und Kraichgaus zurück. Dabei wurden während der verschiedenen **Kaltzeiten**, besonders in der letzten Vereisung, die mächtigen Solifluktionsdecken, die auch sehr große Gesteinsblöcke beinhalteten, angeschnitten und gelangten in den pleistozänen Neckar. Bis zum Ende der letzten Kaltzeit wurde der Neckar durch die mächtigen Flugsande bei Mannheim-Seckenheim nach Norden abgelenkt und floss parallel zur Bergstraße, um schließlich im hessischen Ried in den Rhein zu münden. Die Kiese und Sande des Neckars sind an den **Neckarschwemmkegel** des Heidelberger Beckens und an den Verlauf des sogenannten „Bergstraßenneckars“ gebunden. Westlich davon kommt es zu Verzahnungen mit den Sedimenten des Rheins.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Gestein

Das Neckarmaterial setzt sich etwa zu gleichen Teilen aus Kies und Sand zusammen und ist auf die Mannheim-Formation (Oberes Kieslager) begrenzt, da die darunter befindliche Ludwigshafen-Formation (Früher: Oberer Zwischenhorizont) dort in **mächtiger und feinkörniger Ausbildung** vorliegt. In Bereichen, in denen in der Mannheim-Formation ebenfalls ein mächtiger Feinsedimenthorizont ausgebildet ist, ist die Nutzung auf den oberen Abschnitt dieser Formation beschränkt. Unter den **Geröllen** sind fast ausschließlich der **Muschelkalk** und etwas untergeordnet der **Buntsandstein** zu nennen, die zusammen das Geröllspektrum bestimmen. Der Neckar führt dagegen kaum Quarz, Quarzite und kristalline Gerölle. Die wenigen Granite stammen aus dem Odenwald. Nordwestlich von Weinheim kommen zu den dominanten Muschelkalk- und Buntsandsteingeröllen noch lokale Gerölle wie Diorit hinzu. Weiter südlich sind noch Keupersandsteine und Kalksteine des Juras vertreten. Durch die Nähe zum Liefergebiet finden sich in fast allen **Neckarkiesabbaubetrieben** innerhalb der aufgeschlossenen Abfolgen immer wieder zum Teil sehr große Blöcke von Buntsandstein, seltener von Muschelkalk. Diese sind allenfalls an ihren Kanten leicht zugerundet.

## Petrographie

**Korngrößenverteilung** für die Kiese und Sande des Neckars:

| Korngröße | Mittelwert [%] |
|---|---|
| Schluff (< 0,063 mm) | 2,4 |
| Sand (0,063–< 2 mm) | 48,2 |
| Fein- bis Mittelkies (2–< 16 mm) | 30,5 |
| Grobkies (16–< 63 mm) | 17,3 |
| Überkorn (> = 63 mm) | 1,7 |

**Geröllpetrographische Zusammensetzung** der Fraktion 16/32 mm:

| Petrographie | Mittelwert [%] |
|---|---|
| Lydite, Hornstein | 0,7 |
| Quarze, Milchquarze, Quarzbrekzien | 0,9 |
| Quarzite | 0,6 |
| Gneise, Granite | 1,5 |
| Porphyr | 0,1 |
| Kalksteine | 81,4 |
| Kalksandsteine | 1,4 |
| kalkfreie Sandsteine | 1,5 |
| Buntsandstein | 11,4 |
| Sonstige | 0,1 |

Der **Karbonatgehalt der Gesamtfraktion** beträgt im Durchschnitt 39 %.

Der **Karbonatgehalt der Sandfraktion** 0/2 mm beträgt im Mittel 6,7 %.

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Die Mächtigkeit der Mannheim-Formation erreicht im Heidelberger Loch max. **50 m**, ansonsten beträgt die mittlere Mächtigkeit etwa **30–40 m**. In Bereichen, in denen ein Horizont in mächtiger und feinkörniger Ausbildung vorliegt, ist die Mächtigkeit teilweise bis auf **12 m** reduziert.

**Genutzte Mächtigkeit**: Die Neckarkiese und -sande wurden bei Nassauskiesung in einer mittleren Mächtigkeit von **30 m** gewonnen, bei einer Nutzung im Trockenabbauverfahren konnten lediglich **4–6 m** abgebaut werden.

*Abbauwand mit Kies- und Sandlagen des Neckars (Länge der Messlatte 3 m).*

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Entlang der Bergstraße und bei Mannheim-Vogelstang wurden die Neckarkiese und -sande seit den 1960er Jahren bis in die 1980er Jahre im **Nassabbauverfahren** gewonnen. Die letzte Kiesgewinnungsstelle, welche eine Nassbaggerung durchführte, schloss Ende der 1980er Jahre bei Heddesheim. In den vier kleinen **Trockenabbaustellen** (Stand: 2012), werden nur noch geringe Mengen an Material gewonnen. Der Abbau erfolgt mittels Radlader oder Hydraulikbagger. Die Aufbereitung des Rohmaterials erfolgt vor Ort mit einer mobilen **Aufbereitungsanlage** oder wird direkt als Wandkies abgegeben.

**Verwendung**: Der größte Anteil der Neckarkiese wurde im **Straßen- und Tiefbau** eingesetzt. Die Neckarkiese und Sande lassen sich für die Betonherstellung nicht verwenden.

## Externe Lexika

LITHOLEX

- Mannheim-Formation
- Ludwigshafen-Formation

## Literatur

- LGRB (2012a). *Blatt L 6516 Mannheim, L 6518 Heidelberg-Nord und L 6716 Speyer, mit Erläuterungen.* –Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 167 S., 32 Abb., 7 Tab., 1 Kt., Freiburg i. Br.

(Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Kleinschnitz, M., m. Beitr. v. Werner, W.]

Cookie-Einstellungen

---

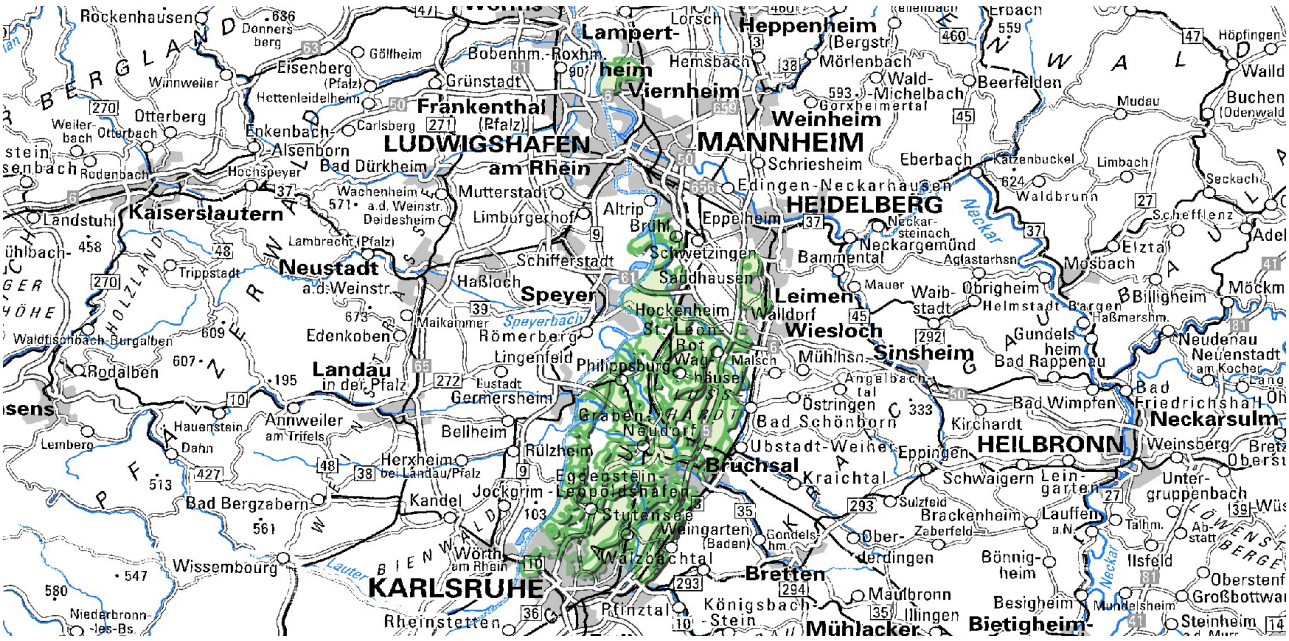
**Quell-URL (zuletzt geändert am 13.04.23 - 12:13):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/kiese-sandig/kiese-sande-des-neckars-im-oberrheingraben

# Kiese und Sande im nördlichen Oberrheingraben

**Verbreitungsgebiete:** Nördlicher Oberrheingraben und Region Mannheim

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Quartär, Mannheim-Formation und Obere Viernheim-Formation (Neuzenlache-Subformation)

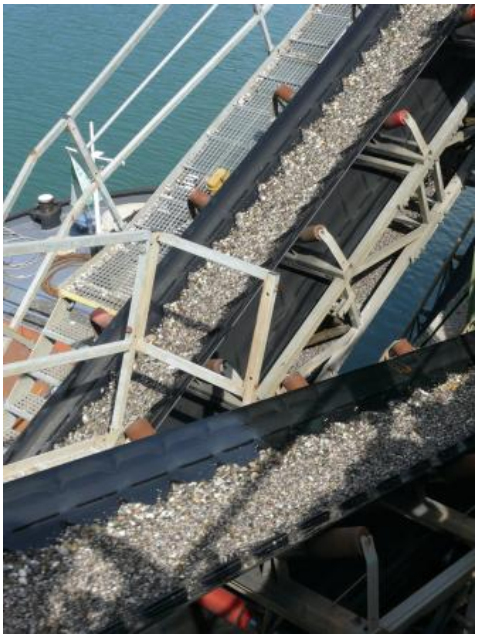
(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol "Themenebenen" links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Die Sedimentation der Rheinkiese und -sande erfolgte in einem mäandrierenden nach Süden fließenden Flusssystem mit geringem Gefälle im Oberrheingraben während des Pleistozäns. Dabei wurden die **schräg und horizontal geschichteten Sande** in Flussrinnen und die **Feinsedimente** in Stillwasserarmen abgelagert. Fehlt die Ludwigshafen-Formation (Früher: Oberer Zwischenhorizont) oder liegt nicht in feinkörniger und mächtiger Ausbildung vor, so kann die Neuzenlache-Subformation (Mittleres Kieslager) mitgenutzt werden. Dann bilden die feinkörnigen Sedimente der Unteren Viernheim-Schichten (Neuzenhof-Subformation, Zwischenhorizont 3) oder des Altquartärs die Kiesbasis. Das Rheinmaterial setzt sich etwa zu gleichen Teilen aus **Kies und Sand** zusammen und ist im Allgemeinen auf die Mannheim-Formation (Oberes Kieslager) begrenzt, da die darunter befindliche Ludwigshafen-Formation überwiegend in mächtiger und feinkörniger Ausbildung vorliegt. In den wenigen Bereichen, in denen die Ludwigshafen-Formation fehlt oder als Mittelsand vorliegt, können auch die Oberen Viernheim-Kiessande (Neuzenlache-Subformation, Mittleres Kieslager) mitgenutzt werden. Die Kiese und Sande des Rheins kommen entlang eines sich nach Norden verengenden Streifens westlich von Sandhausen–Ketsch–Brühl–Mannheim-Blumenau vor. Nordöstlich davon kommt es zu Verzahnungen mit den Ablagerungen des Neckars. Generell lässt sich eine Abnahme der Korngröße von Süden nach Norden erkennen. Daher wurden die Vorkommen im Norden als kiesige Sandvorkommen ausgewiesen. Innerhalb der nutzbaren Abfolge können mehrere feinkörnige Sedimentkörper, welche teilweise linsenförmig ausgebildet sind, vorkommen. Ihre Mächtigkeit reicht von wenigen Dezimetern bis ca. einem Meter Mächtigkeit.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau 



*Gewaschene Kieskörnung*

## Gestein

Die Kiese werden überwiegend aus verwitterungsresistenten **Geröllen** aus dem Alpenraum aufgebaut, gefolgt von Geröllen aus dem Odenwald und dem Schwarzwald-Vogesen-Gebiet. Typische **„Leitgerölle“** für den Rhein sind unter anderem rote und schwarze **Lydite bzw. Kieselschiefer** alpiner Herkunft, honiggelbe **Quarzite** und viele **Flyschkalke**. Die Schichtenfolge besteht überwiegend aus mittel- bis grobsandigen Fein- bis Mittelkieslagen, untergeordnet auch aus Grobkiesen, und fein- bis mittelkiesigen Mittel- bis Grobsanden. Außerdem kommen auch reine Sandlagen vor.

# Petrographie

**Korngrößenverteilung** für die Kiese und Sande des Rheins:

| Korngröße | Mittelwert [%] |
|---|---|
| Schluff (< 0,063 mm) | 1,3 |
| Sand (0,063–< 2 mm) | 59,9 |
| Fein- bis Mittelkies (2–< 16 mm) | 29,4 |
| Grobkies (16–< 63 mm) | 9,5 |
| Überkorn (> = 63 mm) | 0,5 |

**Geröllpetrographische Zusammensetzung** der Fraktion 16/32 mm:

| Petrographie | Mittelwert [%] |
|---|---|
| Lydite, Hornsteine | 3,5 |
| Quarze, Milchquarze und Quarzbrekzien | 18,1 |
| Quarzite | 26,5 |
| Gneise und Granite | 7,8 |
| Amphibolite | 0,6 |
| Porphyr | 4,4 |
| Kalksteine | 13,4 |
| Kalksandsteine | 8,9 |
| kalkfreie Sandsteine | 11,4 |
| Buntsandstein | 2,9 |
| Alpine Metamorphite | 0,7 |
| Grauwacke | 0,7 |
| Sonstige | 1,3 |

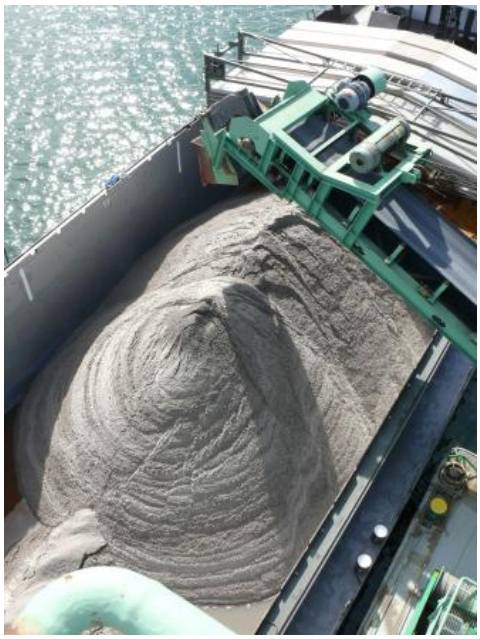
Die **Sande** bestehen überwiegend aus Quarz und Feldspat, gefolgt von Calcit.
Der Karbonatgehalt der Sandfraktion 0/2 mm beträgt im Mittel 5,7 %.

# Mächtigkeit

**Geologische Mächtigkeit**: Die geologische Mächtigkeit der Mannheim-Formation (Oberes Kieslager) erreicht maximal **45 m**. Die Nutzbarkeit der Oberen Viernheim-Kiessande (Mittleres Kieslager) liegt bei maximal **55 m**.

**Genutzte Mächtigkeit**: Aufgrund der meist feinkörnigen Ausbildung der Ludwigshafen-Formation (Oberer Zwischenhorizont) und seiner stark variierenden Tiefenlage sowie weiterer mächtiger Zwischenhorizonte liegt die mittlere nutzbare Mächtigkeit der Mannheim-Formation (Oberes Kieslager) bei **20**–**30 m**, entlang des Rheins teilweise auch darunter.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



*Gewaschener Sand*

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung:** Entlang des Rheins südlich von Mannheim befanden sich mehrere Baggerseen, die letzte Rheinkiesförderung wurde Ende August 2011 eingestellt. Die **Nassauskiesung** erfolgte mit einem Schwimmbagger oder von einem Baggerschiff aus.

**Verwendung:** Der größte Anteil der Rheinkiese ging in die **Betonherstellung**, meist Fertigbeton.

## Externe Lexika

LITHOLEX

- Mannheim-Formation
- Ludwigshafen-Formation
- Viernheim-Formation

## Literatur


- LGRB (2012a). *Blatt L 6516 Mannheim, L 6518 Heidelberg-Nord und L 6716 Speyer, mit Erläuterungen.* –Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 167 S., 32 Abb., 7 Tab., 1 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Kleinschnitz, M., m. Beitr. v. Werner, W.]


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 12.05.22 - 16:15):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/kiese-sandig/kiese-sande-im-noerdlichen-oberrheingraben

# Kiese und Sande im mittleren und südlichen Oberrheingraben

**Verbreitungsgebiet:** Mittlerer und südlicher Oberrheingraben

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Neuenburg-, Breisgau-, Ortenau-Formation, Quartär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol "Themenebenen" links oben einblenden.)

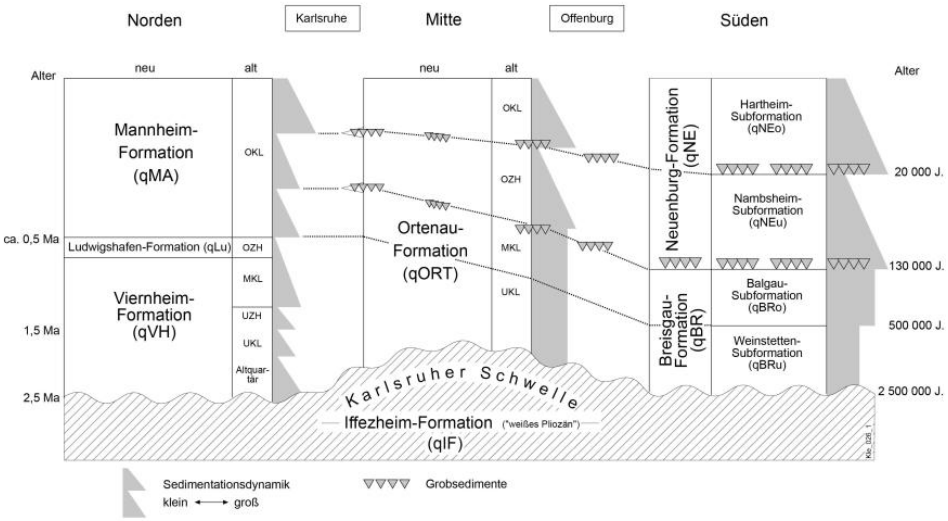
## Lagerstättenkörper

*Produkthalde in einer Kiesgrube*

Die Sedimentation der Kiese und Sande zwischen Basel und Karlsruhe erfolgte während des Pleistozäns in einem stark verzweigten bis mäandrierenden, nach Norden fließenden **Flusssystem** im sich tektonisch einsenkenden Oberrheingraben. Dabei wurden **schräg und horizontal geschichtete** Kiese und Sande in Flussrinnen und Feinsedimente in Stillwasserarmen sowie auf Überflutungsebenen abgelagert. Die Kieslager werden vorwiegend von stark steinigen Mittel- bis Grobkiesen sowie Fein- bis Grobkiesen aufgebaut.

Stratigraphisch werden die Kiese und Sande vom Südende des Grabens bis in den Raum Lahr–Offenburg in die Neuenburg-Formation mit vorwiegend alpinem Geröllspektrum und in die unterlagernde Breisgau-Formation, die sich hauptsächlich aus Geröllen des Schwarzwaldes und der Vogesen zusammensetzt, unterteilt. Von der Region Lahr–Offenburg bis in den Raum Karlsruhe ist eine deutliche Trennung der Kieskörper aus überwiegend alpinem oder lokalem Material nicht mehr durchzuführen, da sich die verschiedenen Schüttungen lateral und vertikal miteinander verzahnen. Daher werden die Kiese und Sande in diesem Bereich der Ortenau-Formation zugeordnet.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau




*Zuordnung alter und neuer Lockergesteinseinheiten im Oberrheingraben (Quartärstratigraphie).*

Innerhalb der Kieskörper treten zahlreiche sandige Horizonte auf, die jedoch meist nur eine kurze laterale Erstreckung aufweisen. Abgelagerte Feinsedimente wurden bei Hochwasserereignissen häufig teilweise bzw. vollständig erodiert. Feinsedimente, welche die Abbautiefe einschränken können, treten nördlich von Lichtenau auf. Hierbei handelt es sich um die Ludwigshafen-Formation (früher: Oberer Zwischenhorizont, OZH), die bei feinkörniger bis toniger Ausbildung und einer Mächtigkeit von über 3 m abbautechnisch nicht durchdrungen werden kann.

## Gestein

Die Kiese werden aus verwitterungsresistenten Geröllen aus dem **Alpenraum** sowie von oft weniger festen Geröllen aus dem **Schwarzwald** und den **Vogesen** aufgebaut. Typische Gerölle in den oberrheinischen Kieslagern sind rote und schwarze **Lydite** (Kieselschiefer, Radiolarite) alpiner Herkunft, honiggelbe **Quarzite** und dunkle **Flyschkalksteine**. Die Schichtenfolge wird von stark steinigen Mittel- bis Grobkiesen sowie Fein- bis Grobkiesen aufgebaut.

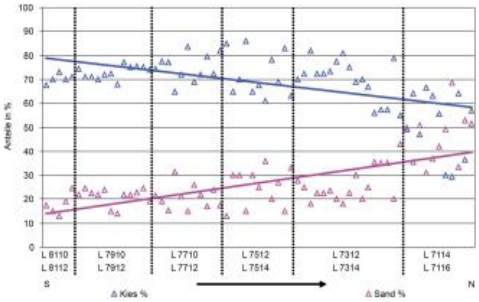
*Kiesgerölle aus Quarziten*

**Bereiche mit ungünstigen Materialeigenschaften**:
1) Erhöhtes Auftreten von weniger widerstandsfähigem Randgebirgsmaterial (verwittertes bis zersetztes Schwarzwaldmaterial), dadurch Zunahme des nicht nutzbaren Feinanteils (Schluff, Ton); vor allem in den östlichen Randgebieten der Grabenfüllung.
2) Mächtigere nicht nutzbare Einschaltungen von Ton-, Kalksand- und Kalkmergelsteinen.
3) Wechselnder Sandanteil sowie linsen- oder lagenförmig auftretende Sandkörper innerhalb der Nutzschicht.
4) Örtlich auftretende Nagelfluhbildungen (= Verfestigung der Kiese durch Karbonatausfällung).
5) Erhöhter Anteil an Gesteinen mit feinkristalliner oder amorpher Kieselsäure wie z. B. Kieselschiefer (Radiolarit), alpine Grauwacken, Hornsteine und Quarzporphyre des Schwarzwaldes können zu unerwünschten Alkali-Kieselsäure-Reaktionen (AKR) in Beton führen.

*Gerölle aus Graniten und Paragneisen*

## Petrographie

Die Kiese zeigen generell eine Abnahme der Korngröße von Süden nach Norden. Dabei nimmt z. B. von Neuenburg im Süden über eine Distanz von 100 km nach Rheinau im Norden der markante Anteil an Steinen und Blöcken von 18 % auf 1 % kontinuierlich ab. Südlich von Karlsruhe tritt die Kornfraktion Steine nicht mehr auf. Analog zur Korngrößenverringerung steigt der Ton- und Sandgehalt in den Kiesen von 18 % im Süden des Oberrheingrabens auf ca. 29 % bei Rheinau. Zudem ist zur Tiefe ein Übergang zu stärker sandigen Kiesen festzustellen.

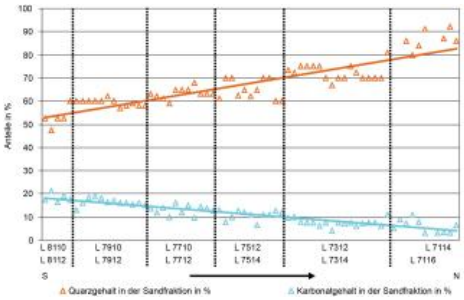



*Verteilung der Kies- und Sandgehalte entlang des Oberrheingrabens.*

**Korngrößenverteilung:** Durchschnittliche Korngrößenanteile in Prozent von Süden (Neuenburg) nach Norden (Rheinau):

| Korngrößen | Süden [Anteil in %] | Norden [Anteil in %] |
|---|---|---|
| Ton und Sand | 17 | 29 |
| Fein- bis Mittelkies | 42 | 53 |
| Grobkies | 27 | 18 |
| Steine und Blöcke | 14 | 0 |

Neben der Höhe des Sandanteils ändert sich auch die Zusammensetzung der Sande. Während die Karbonat- und Quarzgehalte in der Sandfraktion im Süden noch bei ca. 20 % bzw. 50 % liegen, nimmt der Karbonatanteil nach Norden auf unter 5 % ab und der Quarzgehalt auf über 80 % zu.




*Verteilung der Quarz- und Karbonatgehalte in der Sandfraktion von Süden nach Norden entlang des Oberrheingrabens.*

Im gesamten betrachteten Gebiet ist zum östlichen Grabenrand hin eine Zunahme von Schwarzwaldmaterial festzustellen. Die Gehalte an Schwarzwaldmaterial liegen zwischen ca. 10 % im Zentrum des Grabens und etwa 35 % am Schwarzwaldrand. Dabei macht sich der Einfluss der Schwemmfächer von Flüssen wie z. B. der Dreisam, Kinzig und Rench bemerkbar, die vornehmlich Schwarzwaldmaterial enthalten. Insgesamt sind die alpinen Gerölle aufgrund ihres längeren Transportweges, widerstandsfähiger als das lokale Material. Die z. T. mürben Schwarzwaldgerölle werden auch als „faule Kiese“ bezeichnet und können die Rohstoffqualität mindern.

**Geröllpetrographische Untersuchungen** des LGRB an der Mittelkiesfraktion 16/22 mm ergab folgende durchschnittliche Zusammensetzung im Oberrheingraben zwischen Basel und Karlsruhe:

| Gesteine | Anteil in Prozent |
|---|---|
| Kalksteine | 41 |
| alpine Quarzite | 15 |
| Feinsandsteine | 13 |
| Milchquarze | 11 |
| Mittel- und Grobsandsteine | 6 |
| alpine Gneise | 6 |
| Kieselige Gesteine, Typ: Hornstein, Radiolarit | 4, lokal bis 10 |
| Granite | 3 |
| vulkanische Gesteine | 1 |

Der Anteil an Vulkaniten, Gneisen, Mittel- und Grobsandsteinen und Kalksteinen nimmt generell von Süden nach Norden ab, während die vorwiegend aus Quarz aufgebauten bzw. silikatisch gebundenen Gesteine aufgrund ihrer stärkeren Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Zerkleinerung in ihrer relativen Häufigkeit stromabwärts zunehmen.

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Die geologische Mächtigkeit der quartären Schichtenfolge ist abhängig von der Tiefenlage der einzelnen abgesunkenen tektonischen Schollen und daher deutlichen Schwankungen unterworfen. Die Neuenburg-Formation weist eine Mächtigkeit von durchschnittlich **40–60 m** auf und erreicht ihre maximale Mächtigkeit bei Hausen an der Möhlin mit ca. **75 m**. Die unterlagernde Breisgau-Formation weist eine mittlere Mächtigkeit von **50 bis 100 m** auf und erreicht ihr Maximum südlich des Kaiserstuhls mit 140 m. Die Sedimente der Breisgau-Formation keilen etwa auf der Höhe von Auggen aus, die Restmächtigkeiten der Neuenburg-Formation betragen hier noch rund **20 m**. Die Mächtigkeit der Ortenau-Formation variiert von ca. **120 m** in Tieflagen zu **30–50 m** im Bereich von Schwellen wie z. B. im Raum Rastatt–Karlsruhe.

*Kiesgrube mit Nass- und Trockenabbau*

Über der Kies- und Sandfolge liegen meist 0,5–3 m mächtige Deckschichten aus Kiesverwitterungsböden, Auenlehmen, Löss und Lösslehmen. Am Rhein können die Auensedimente z. T. 5–10 m mächtig werden. Am östlichen Grabenrand erreichen die Deckschichten (Löss und Lösslehm, Fließerde und Hangschutt) Mächtigkeiten von stellenweise über 20 m Mächtigkeit.

**Genutzte Mächtigkeit**: Analog zur geologischen Mächtigkeit ist auch die nutzbare Mächtigkeit der Kiese und Sande des Oberrheingrabens zwischen Basel und Karlsruhe an die Tiefenlage der einzelnen tektonischen Schollen gebunden. Um Neuenburg erreichen die Kiese und Sande nutzbare Mächtigkeiten um ca. **30 m**. Nach Norden ist bis westlich und südlich des Kaiserstuhls eine Zunahme auf **90** bzw. **über 120 m** festzustellen. Nördlich des Kaiserstuhls verläuft eine rheinparallele Kiessenke bis in den Raum Kehl mit nutzbaren Mächtigkeiten um **100** bzw. **120 m** westlich von Offenburg. Nordöstlich von Kehl verringert sich die nutzbare Kiesmächtigkeit aufgrund einer tektonischen Hochscholle auf **70 m**, um in der nordöstlich anschließenden Unzhurster Kiessenke auf **100 m** anzusteigen. Ab einer Linie Hügelsheim–Baden-Baden bestimmt die tektonische Hochlage der Rastatt–Karlsruher-Schwelle die nutzbare Kiesmächtigkeit, die hier maximal um die **40 m** erreicht. Feinkörnige Zwischenhorizonte, die einen Abbau zur Tiefe einschränken können, treten als vereinzelte Linsen zwischen Kehl und Karlsruhe auf. Hier ist besondere der Zwischenhorizont bei Lichtenau und Rheinmünster zu nennen, der die nutzbare Mächtigkeit auf **20–30 m** begrenzt.

## Gewinnung und Verwendung

*Nassabbau von Kies mit dem Schwimmbagger*

**Gewinnung**: Die Gewinnung der Kiese und Sande am Oberrheingraben erfolgt in zahlreichen Kiesgruben überwiegend im **Nassabbau** mittels Schwimmbagger oder Baggerschiff. Teilweise erfolgt auch ein kombinierter Trocken- und Nassabbau. In der Vergangenheit wurden Kiese und Sande auch im Trockenabbau gewonnen.

**Verwendung**: Der größte Anteil der Rheinkiese geht überwiegend in den qualifizierten **Verkehrswegebau** und die **Betonherstellung** (meist Transportbeton). Die Sande werden auch zur Herstellung von Kalksandstein verwendet. Bei entsprechend hohem Quarzgehalt der Sande könnten diese auch in der Glas- und Zementindustrie eingesetzt werden.

## Externe Lexika

LITHOLEX
- Ortenau-Formation
- Neuenburg-Formation
- Breisgau-Formation

## Literatur

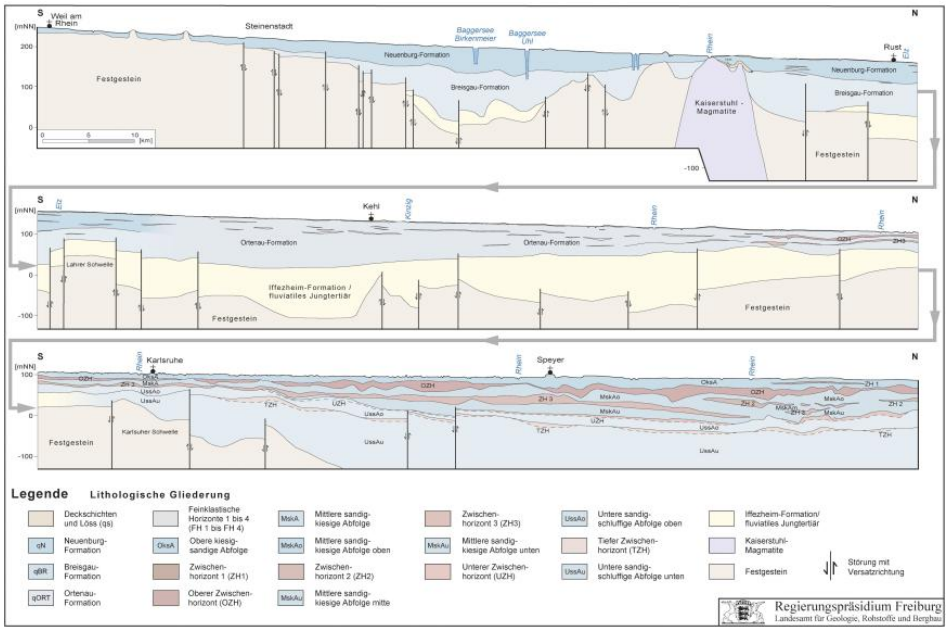

- LGRB (2010a). *Blatt L 7114/L 7116 Rastatt/Karlsruhe-Süd, mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 237 S., 30 Abb., 9 Tab., 3 Kt., 2 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Kimmig, B. & Kesten, D., m. Beitr. v. Werner, W. & Kilger, B.-M.]
- LGRB (2010b). *Blatt L 7910/L 7912 Breisach am Rhein/Freiburg i. Br.-Nord, mit Erläuterungen.* –Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 258 S., 35 Abb., 10 Tab., 2 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Wittenbrink, J. & Werner, W., m. Beitr. v. Selg, M.]
- LGRB (2011a). *Blatt L 7312/L 7314 Rheinau/Baden-Baden und Westteil des Blattes L 7316 Bad Wildbad, mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 243 S., 36 Abb., 9 Tab., 3 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Anders, B. & Kimmig, B., m. Beitr. v. Werner, E. & Kilger, B.-M.]
- LGRB (2011b). *Blatt L 7512/L 7514 Offenburg/Oberkirch und Blatt L 7712 Lahr im Schwarzwald, mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 362 S., 55 Abb., 15 Tab., 3 Kt., 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Poser, C. & Kleinschnitz, M., m. Beitr. v. Bauer, M. & Werner, W.]
- LGRB (2017). *Blatt L 8110/L 8112 Müllheim/Freiburg i. Br.-Süd (Westteil) und L 8310/L 8312 Lörrach/Schopfheim (Westteil), mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 432 S., 196 Abb., 18 Tab., 4 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Kimmig, B., Elsäßer, L., Werner, W., Schmitz, M.]
- Villinger, E. (2011). *Erläuterungen zur Geologischen Übersichts- und Schulkarte von Baden-Württemberg 1 : 1 000 000.* 13. Aufl., 374 S., 1 Karte, Freiburg i. Br.
- Werner, W., Gieb, J. & Leiber, J. (1996a). *Lagerstättenpotentialkarte der Kiesvorkommen in der Region Südlicher Oberrhein mit Erläuterungen. Geologische Untersuchungen zur Umsetzung des Rohstoffsicherungskonzepts.* 51 S., 17 Anl., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 13.04.23 - 12:14):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/kiese-sandig/kiese-sande-im-mittleren-suedlichen-oberrheingraben

# Pliozäne und quartäre Kiese und Sande (Oberrheingraben)

Die Lockergesteinsfüllung des Oberrheingrabens besteht aus den pliozänen bis unterpleistozänen, überwiegend feinklastischen Sedimenten der Iffezheim-Formation und den darüber folgenden jüngeren quartären Kiesen und Sanden. Diese wurden vom Rhein sowie seinen Nebenflüssen aus dem Schwarzwald und den Vogesen abgelagert.




*Schematischer Längsschnitt durch das Bearbeitungsgebiet in Süd–Nord Richtung (Weil am Rhein–Kaiserstuhl–Iffezheim–Mannheim)*

Im südlichen Oberrheingraben wird die Iffezheim-Formation von der quartären Breisgau-Formation überlagert, darüber folgt die Neuenburg-Formation. Im mittleren Oberrheingraben besteht die quartäre Grabenfüllung über der Iffezheim-Formation ausschließlich aus der Ortenau-Formation. Im nördlichen Oberrheingraben folgt über der Iffezheim-Formation die Viernheim-Formation, die von der Ludwigshafen-Formation und der Mannheim-Formation überlagert wird.

Die Iffezheim-Formation besteht überwiegend aus kalkfreien, stark schluffig-tonigen, z. T. schwach kiesigen Sanden und Schluffen, stellenweise mit humosen Einlagerungen. Sie bildet im Süden des Oberrheingrabens die Sohlschicht des Lockergesteinsaquifers und wird von ebenfalls meist gering durchlässigen Sedimenten des Oberrheingraben-Tertiärs unterlagert. Nördlich von Karlsruhe besteht die Iffezheim-Formation aus einer Wechsellagerung von Sanden, Schluffen und Tonen. Sie bildet dort den Unteren Grundwasserleiter. Über der Iffezheim-Formation folgen Kiese und Sande, im Nordgraben zunehmend mit feinklastischen Einschaltungen. Diese können als hydraulische Trennschicht wirken (insbesondere die Ludwigshafen-Formation, früher: Oberer Zwischenhorizont).

Wegen der Nähe zu den Alpen als Liefergebiet überwiegen im Süden in den quartären Kiesen und Sanden die Komponenten alpinen Ursprungs. Weiter im Norden gewinnen die lokalen Komponenten aus den Vogesen, dem Schwarzwald und dem Odenwald an Bedeutung. Die Korngröße der alpinen Komponenten nimmt generell mit zunehmender Entfernung vom Hauptliefergebiet der Alpen von Süden nach Norden ab.

In den Tälern der Nebenflüsse des Rheins (z. B. Zartener Becken, Kinzigtal oder Schuttertal) bestehen die Schotter ausschließlich aus Schwarzwaldmaterial. Mit zunehmender Entfernung vom Grabenrand nimmt ihr Anteil zur Grabenmitte hin ab und es dominieren alpine Komponenten. Damit geht eine Zunahme der Durchlässigkeit der Schotter von den Grabenrändern zur Grabenmitte einher. Die Verzahnung zwischen den Lithofaziesbereichen fällt z. T. mit der Position von Störungen im präquartären Untergrund zusammen, so dass davon auszugehen ist, dass diese noch im Quartär wirksam waren.

## Weiterführende Links zum Thema

- Informationen 19: Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg)

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 11:59):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben

# Oberrheingraben-Tertiär und Mesozoikum, ungegliedert (Vorbergzone und Dinkelberg)

In der hydrogeologischen Einheit „Oberrheingraben-Tertiär und Mesozoikum (Vorbergzone und Dinkelberg)“ werden die Einheiten des Tertiärs sowie das ungegliederte Mesozoikum in den tektonisch stark gestörten Bereichen der Vorbergzone und des Dinkelberges zusammengefasst.

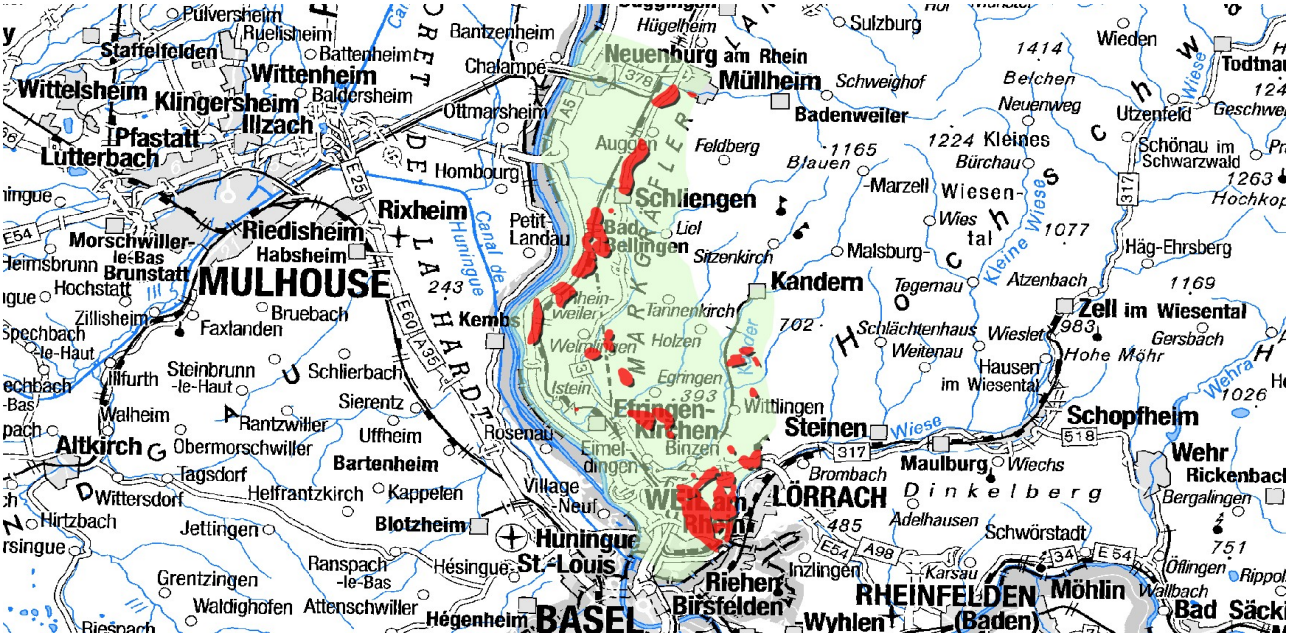
Zum Tertiär gehören die hydrogeologischen Kartiereinheiten des Älteren Oberrheingraben-Tertiärs (tORu) mit der Wittelsheim-Formation und der Küstenkonglomerat-Formation, des Jüngeren Oberrheingraben-Tertiärs (tORo), sowie das ungegliederte Tertiär. Die Einheiten Tertiär, ungegliedert und Mesozoikum, ungegliedert wurden eingeführt, da bei der Erstellung der hydrogeologischen Karte ohne Deckschichten eine differenziertere Auflösung aufgrund der bereichsweise flächigen Überlagerung durch z. T. mächtige Lösssedimente nicht möglich ist. Petrographisch handelt es sich bei der hydrogeologischen Einheit „Oberrheingraben-Tertiär und Mesozoikum (ungegliedert, Vorbergzone und Dinkelberg)“ überwiegend um Kalksteine, Mergelsteine, Tonsteine und Sandsteine.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:06):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/oberrheingraben-tertiaer-mesozoikum-ungegliedert-vorbergzone-dinkelberg

# Hangrutschungen in den tertiären Gesteinen der Vorbergzone des südlichen Oberrheingrabens


Pulversheim
Ruelisheim
Staffelfelden
Battenheim
Wittenheim
Wittelsheim
Klingersheim
Baldersheim
Pfastatt
Illzach
Lutterbach
Ottmarsheim
Hombourg
Rixheim
Riedisheim
Morschwiller-le-Bas
Habsheim
Brunstatt
MULHOUSE
Hochstatt
Zillisheim
Bruebach
Faxlanden
Kembs
Huningue
Canal de
Petit-Landau
Bantzenheim
Chalampé
Neuenburg am Rhein
Müllheim
Schweighof
Badenweiler
Feldberg
Schliengen
Bad Bellingen
Liel
Sitzenkirch
Kandern
Tannenkirch
Holzen
Egringen
Efringen-Kirchen
Wittlingen
Steinen
Binzen
Eimeldingen
Rosenau
Village-Neuf
Blotzheim
Hésingue
St-Louis
Ranspach-le-Bas
Grentzingen
Waldighofen
Attenschwiller
Hégenheim
BASEL
Rieher
Birsfelden
Wyhlen
Inzlingen
Karsau
RHEINFELDEN (Baden)
Möhlin
Wallbach
Bad Säckingen
Sulzburg
Hügelheim
Auggen
Malsburg-Marzell
Wiesental
Kleine Wiese
Atzenbach
Zell im Wiesental
Schlächtenhaus
Weitenau
Wieslet
Hausen im Wiesental
Hohe Möhr
Gersbach
Tegernau
Häg-Ehrsberg
Utzenfeld
Schönau im Schwarzwald
Todtnau
Wieden
Neuenweg
Belchen
Kleines Wiesental
Bürchau
Schopfheim
Maulburg
Wiechs
Dinkelberg
Brombach
Adelhausen
Schwörstadt
LÖRRACH
Wehr
Rickenbach
Bergalingen
Öflingen
Rippolingen
Sierentz
Rantzwiller
Uffheim
Bartenheim
Schlierbach
Steinbrunn-le-Haut
Illfurth
Walheim
Altkirch
Obermorschwiller
Tagsdorf
Wittersdorf
Helfrantzkirch
Kappelen
Hirtzbach
Jettingen
Oberrheingraben
Hauptrandverwerfung
Liasmulde
Hardt
Ill
Rhein
Wiese
Wehra
Kleine Wiese
Aare
Aare
Aare

Die Hänge des Tüllinger Berges in Lörrach sind von der oberoligozänen Tüllingen-Schichten aufgebaut, eine Wechsellagerung von Tonmergelsteinen mit hellgrauen, teils mehrere Meter mächtigen Süßwasserkalksteinbänken. Die wasserwegsamen Süßwasserkalke durchfeuchten die Tonmergelgesteine, wodurch diese zu Abrutschen neigen. Rutschungen dieser Art werden am Tüllinger Berg schon seit mehreren hundert Jahren dokumentiert. Entsprechend den geologisch bedingten Wechsellagerungen wiederholen sich die Rutschhorizonte im Hangprofil. Durch die immer wieder abgegangenen Rutschungen wird das anstehende Festgestein von einer mächtigen Hanglehmdecke überdeckt, welche aus Rutschmassen mit Steinen und Blöcken der Süßwasserkalke zusammengesetzt ist. Einzelne Rutschereignisse haben sich auch zu großflächigen Rutschungen vereint (Wittmann, 1994).

## Literatur


- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Koerner, U. (1988). *Sanierung von Geländebrüchen mit Tiefdrains im Oligozän der Vorbergzone am Rheingrabenrand.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 30, S. 277–283.
- Wittmann, O. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 8311 Lörrach.* – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 153 S., 9 Taf., 1 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). [unveränd. Nachdr. d. 2. Aufl. v. 1988]


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 21.12.21 - 15:34):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/ingenieurgeologie/massenbewegungen/hangrutschungen-rutschen/hangrutschungen-den-tertiaeren-gesteinen-vorbergzone-des-suedlichen-oberrheingrabens

# Pfaffenweiler Kalksandstein der Küstenkonglomerat-Formation am südlichen Oberrhein

**Verbreitungsgebiet**: Südlicher Oberrheingraben, Vorbergzone des Südschwarzwalds, Markgräflerland

**Erdgeschichtliche Einstufung**: Küstenkonglomerat-Formation (tKK), Älteres Oberrheingraben-Tertiär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)

## Lagerstättenkörper

*Bildhauerarbeit aus Pfaffenweiler Sandstein*

Der Pfaffenweiler Kalksandstein, benannt nach der Hauptlokalität des früheren Abbaus, ist ein Kalksandstein (**Arenit**), der sich für hochwertige, filigrane Bildhauerarbeiten eignet (Werner et al., 2013). Die überwiegend **grobklastischen Gesteine** der Küstenkonglomerat-Formation, in die er eingeschaltet ist, entstanden entlang der Grabenränder während der raschen Heraushebung des Grundgebirges und der damit einhergehenden Abtragung der Deckgebirgsschichten aus Gesteinen von Jura und Trias. In den oligozänen Ablagerungen am östlichen Grabenrand (Markgräflerland) ist vor allem Abtragungsschutt aus dem Mittel- bzw. Braunjura enthalten; Hauptgemengteil der Kalksandsteine ist zu Sand aufgearbeiteter **Hauptrogenstein-Schutt**. Der Kalksandstein wechsellagert und verzahnt sich auf kurzer Distanz mit groben Konglomeraten. Es treten daher neben feinen Sandsteinen sämtliche **Übergänge** in Form von grobkörnigen und geröllführenden, plattigen bis bankigen, mergeligen Schuttkalken auf.

*Kalksandstein aus Britzingen mit hohem Anteil an kantigen Bruchstücken in Fein- und Mittelkiesgröße*

Aufgrund dieser Entstehung treten die Kalksandsteine daher selten, meist in kleinen Vorkommen mit **Bankmächtigkeiten** von wenigen Metern auf. Für die Gewinnung nachteilig wirkt sich aus, dass Kalkkonglomerate und Kalkmergel mengenmäßig stark gegenüber den bankigen Kalksandsteinen dominieren. Der im Alttertiär am östlichen Grabenrand entstandene Sandstein wurde tektonisch kaum überprägt; er weist meist nur weitständige Klüftung und eine geringfügige Verkippung der Schichten auf. Eine Abgrenzung von wirtschaftlich **gewinnbarem, naturwerksteinfähigem Material** richtet sich nach Gesteinsqualität (Zusammensetzung, Kornbindung), nutzbarer Mächtigkeit, Bankstärken, Rohblockgrößen und Abraummächtigkeit.

## Gestein

Der Kalksandstein (Arenit) ist ein fein- bis mittelkörniges, **klastisches Sedimentgestein**, in dem Detritus aus unterschiedlich gut gerundeten Kalksteinkörnchen und Kalkschalenbruchstücken enthalten ist. Die Körner sind durch einen **calcitischen, mikritischen bis sparitischen Zement** gebunden, der nach dem Trocknen der Rohblöcke hohe Festigkeit und Witterungsbeständigkeit erreicht. Es treten auch Einschaltungen von abgerollten **Kalksteinbruchstücken** im Fein- bis Grobkiesbereich auf. Je nach Eisengehalt und Korngröße kann die Färbung zwischen gelbgrau, ockerbraun und hellbraun variieren.

*Wechsellagerung plattiger Mergelsteine*

## Petrographie

Die Kalksandsteine bestehen mineralogisch aus **60–90 % Calcit** (lagenweise auch weniger), **10–40 % Quarz** und wenige Prozent von Dolomit und Tonmineralen, akzessorisch treten Turmalin, Rutil und Apatit auf. Kornaufbau und Bindemittel: 91 % Komponenten, 4 % Bindemittel, 5 % sichtbarer Porenraum. Das Bindemittel ist karbonatisch, z. T. auch tonig-ferritisch. Sichtbarer Porenraum: recht homogen verteilt; Porengröße durchschnittlich 0,06 mm. Die sichtbaren Komponenten bestehen bei Proben von Pfaffenweiler aus: Karbonatbestandteilen wie Mikrite, Mikrosparite, algenumkrustete Körner, Onkoide und Biogene: 87nbsp;%, Quarz 11 %, Gesteinsbruchstücke 2 % (Lukas, 1990b; Werner et al., 2013).

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Der Kalksandstein tritt im Wechsel und in Verzahnung mit groben Kalksteinkonglomeraten, konglomeratischen Kalksteinen und grauen bis graurötlichen Kalkmergeln auf. Die Gesamtmächtigkeit dieser Folge beträgt am Urberg und bei Pfaffenweiler rund **220 m** (Groschopf et al., 1996).

**Genutzte Mächtigkeit**: In Pfaffenweiler wurde ein etwa **25 m** mächtiger Abschnitt der Küstenkonglomerat-Formation genutzt, der zwei Werksteinhorizonte aus bankigen Kalksandsteinen enthält; sie wechsellagern mit groben Konglomeraten, dünnbankigen Kalksteinen und Kalkmergeln.

*Grobe Tertiärkonglomerate an einer alten Abbauwand*

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Der Kalksandstein vom Typus Pfaffenweiler wurde am südlichen Oberrhein am Schönberg bei Leutersberg, Ebringen, Wittnau und Pfaffenweiler sowie bei Zunzingen, Britzingen und Oberweiler bei Badenweiler (dort seit römischer Zeit) abgebaut. Die Meter- bis Dezimeter mächtigen Kalksandsteinbänke werden von weitständigen, **senkrecht zu den Schichtungsfugen orientierten Klüften** in größere Quader oder Platten zerteilt. Zwischengelagerte Kalkmergel erleichtern das **händische Lösen** der Blöcke. Der Kalksandstein lässt sich im bergfeuchten Zustand leicht bearbeiten. Er härtet beim Trocknen an der Luft aus.

*Aus Pfaffenweiler Kalksandstein gefertigtes Türschild am Haus einer Steinhauerfamilie.*

**Verwendung**: Der Kalksandstein liefert neben **klein- und großformatigen Bausteinen** auch Blöcke für **filigrane Bildhauerarbeiten**. Die den Werksteinbänken zwischengelagerten, dünnbankigen und plattigen Sandsteine fanden Verwendung für Mauer- und Treppensteine sowie Fußbodenplatten. Partien mit einem höheren Anteil an Quarzsand lieferten Material für Schleifsteine. Beim Bau von Ufermauern, Straßen- und Eisenbahnbrücken fand der Kalksandstein ebenso Verwendung wie für fein ornamentierte Figuren, Torbögen, Haus- und Gartenmauern. Zahlreiche **Verwendungsbeispiele** sind im LGRB-Nachschlagewerk „Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung“ (Werner et al., 2013) beschrieben.

Weitere Informationen finden sie hier: Naturwerksteine aus Baden-Württemberg (2013)/Pfaffenweiler Kalksandstein

## Literatur


- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Lukas, R. (1990b). *Geologie und Naturwerksteine Baden-Württembergs.* – Grimm, W.-D. (Hrsg.). Bildatlas wichtiger Denkmalgesteine der Bundesrepublik Deutschland, S. 147–162, 2 Taf., München (Arbeitsheft Bayr.

Landesamt Denkmalpflege, 50). [2 Abb.]
- Werner, W., Wittenbrink, J., Bock, H. & Kimmig, B. (2013). *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung.* 765 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 21.03.23 - 15:46):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/naturwerksteine/pfaffenweiler-kalksandstein-kuestenkonglomerat-formation-am-suedlichen-oberrhein

# Kiese, sandig

**Verbreitungsgebiete:** Oberrheingraben, oberschwäbisches Alpenvorland, Flusstäler, Schwarzwald

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Quartär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol "Themenebenen" links oben einblenden.)

## Lagerstättenkörper

Kiese sind gerundete Gesteinskörner mit Korngrößen zwischen 2 und 63 mm, Sande bestehen aus angerundeten oder kantigen Bruchstücken von 0,063–2 mm Durchmesser. Rohstoffwirtschaftlich wichtige Kiesvorkommen treten in Baden-Württemberg in drei Ablagerungsräumen auf:
1) **Oberrheingraben**: Bei den Kieslagerstätten des Oberrheingrabens handelt es sich hinsichtlich Ausdehnung, Mächtigkeit und Gesteinsqualität um die bedeutendsten in Mitteleuropa. Aus ihnen werden rund 60 % der jährlichen Fördermenge dieser Lockergesteinsrohstoffe Baden-Württembergs gewonnen.
2) **Alpenvorland**: Während der Abschmelzphasen entstanden im Vorland der Gletscher auf weiten Sanderflächen Schotterablagerungen, die bauwürdige Kies- und Sandvorkommen enthalten. Es bildeten sich Schotterfelder oder -rinnen, meist von geringerer lateraler Ausdehnung und rasch wechselndem Aufbau.
3) **Junge Flusstäler**: Die Täler, welche sich in Schwarzwald, Odenwald und Schwäbische Alb sowie in das vorgelagerte Schichtstufenland eingeschnitten haben, enthalten an vielen Stellen Ablagerungen von Kiesen und Sanden, jedoch von geringerer Mächtigkeit und Qualität als die vorgenannten Vorkommen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

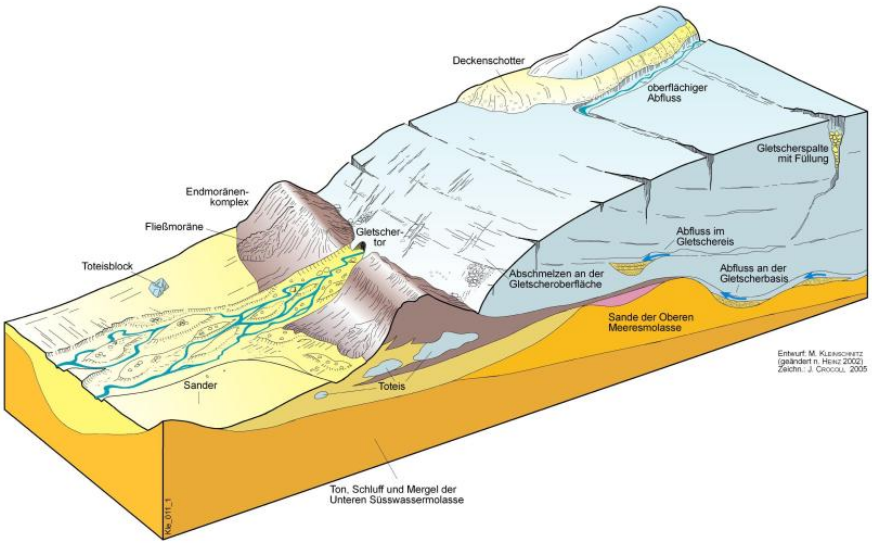
# Gestein

*Kieswand im Trockenabbau*

Die genannten Kiesvorkommen enthalten neben der Hauptkomponente Kies vor allem Sand sowie als „Steine“ (63–200 mm) oder „Blöcke“ (> 200 mm) bezeichnete grobe Komponenten, außerdem geringe Anteile von Ton, Schluff und organischem Material. Die **Kies- und Sandablagerungen im Oberrheingraben** lassen sich in mehrere, übereinander gestapelte Kieslager gliedern. Diese werden von stark steinigen, zum Teil blockigen Fein- bis Grobkiesen mit einem Sandanteil überwiegend zwischen 25 und 35 % aufgebaut. Die Gesteinskomponenten bestehen aus Geröllen, die durch Transport in fließenden Gewässern aus dem Abtragungsschutt der Alpen, des Schweizer Juras und der Randgebirge des Oberrheingrabens (Schwarzwald, Vogesen) in den letzten **2,6 Millionen Jahren** hervorgegangen sind. Im Oberrheingraben bewirkte der weite **Flusstransport** der Gerölle aus den Alpen, dass vorwiegend sehr feste Gesteinskomponenten zur Ablagerung kamen; wenig widerstandsfähiges Gestein wurde beim Transport größtenteils zu Sand, Schluff und Ton aufgearbeitet. Die Kiese des Oberrheingrabens gehören daher zu den hochwertigsten Baustoffen des Landes. Die Granite, Gneise, Anatexite, Quarzporphyre, Sandsteine und Kalksteine aus den Randgebirgen hatten einen deutlich geringeren Transportweg zu überwinden, sodass in den Kiesablagerungen mit hohem **„Schwarzwaldanteil“** auch Gerölle mit weniger günstigen Materialeigenschaften auftreten.

Aufgrund des entlang des Oberrheingrabens in Süd–Nord-Richtung zu verzeichnenden Wechsels in der Zusammensetzung der **Kies- und Sandablagerungen** werden diese in verschiedene quartärstratigraphische Formationen untergliedert:
Süden: Neuenburg-Formation (frische, unverwitterte, teilweise steinige, sandige Kiese, nur selten mürbe Kristallingerölle) und darunter Breisgau-Formation (höherer Anteil an mürben Komponenten („faule Kiese“), vor allem Kristallin aus Schwarzwald und Vogesen);
Mitte: Ortenau-Formation (einheitliche Abfolge aus „frischen“ sandigen Kiesen und kiesigen Sanden);
Norden: Mannheim-Formation (frische Kiese und Sande etwa zu gleichen Teilen) und oberer Teil (Neuzenlache-Subformation) der Viernheim-Formation (Sande, teilweise kiesig). Die Sedimente der Viernheim-Formation sind nur bei sandiger Ausbildung der meist feinkörnig entwickelten Ludwigshafen-Formation nutzbar, die zwischen Mannheim- und Viernheim-Formation eingeschaltet ist. Zur Tiefe hin ist ein Übergang in stärker sandige Kiese aller Körnungen festzustellen.
Die **Schottervorkommen des Alpenvorlandes** sind heterogener aufgebaut, enthalten besonders in den Vorkommen, die älter sind als Würm und Jungriß, einen höheren Schluffanteil und nicht selten karbonatische Verfestigung zu Nagelfluh. Rasche Wechsel in Mächtigkeit und Zusammensetzung sind die Regel, Moränenablagerungen („Geschiebemergel“) sind häufig eingeschaltet oder verzahnen sich randlich mit den Schottern. Anders als im Oberrheingraben ist in den meisten Vorkommen Trockenabbau möglich.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau




*Entstehungsmodell für Kies- und Sandvorkommen im Alpenvorland*

## Mächtigkeiten

1) **Oberrheingraben**: Zu den außergewöhnlich hohen, bis **140 m** reichenden Kiesmächtigkeiten kam es durch die nahezu kontinuierliche **Einsenkung** der tektonischen Scholle des Oberrheingrabens zwischen den Randgebirgen Schwarzwald, Odenwald, Vogesen und Pfälzerwald in einem Zeitraum, zu dem durch das wiederholte Abschmelzen der pleistozänen Alpengletscher große Sedimentmengen antransportiert wurden. Im Gegensatz zum Alpenvorland fand nur Sedimentation (sowie Umlagerung) und keine Abtragung bereits abgelagerter Kiese statt.
2) **Alpenvorland**: Während der **Vereisungsphasen** des Quartärs erreichten die Gletscher aus den Tälern der Alpen mehrfach das oberschwäbische Alpenvorland. Sie hinterließen zwischen Alpenrand und Donau Moränensedimente und kiesig-sandige Schmelzwasserablagerungen, die bei späteren Abschmelzphasen oft wieder ganz oder teilweise erodiert wurden. Die Kiesmächtigkeiten liegen heute daher in der Regel deutlich **unter 50 m**; in Nutzung stehende Lagerstätten weisen nutzbare Kiesmächtigkeiten meist von **5 bis 30 m** auf.
3) **Flusstäler**: Die Kiesvorkommen in den Flusstälern sind im Allgemeinen von geringerMächtigkeit (**unter 20 m**) und minderer Qualität. Für die lokale Versorgung sind sie trotzdem von Bedeutung. Allerdings sind die Vorräte nach jahrzehntelangem Abbau schon stark zurückgegangen und die Nutzungskonflikte mit dem Grundwasserschutz sind hier besonders ausgeprägt, wie Kiesgruben bei Tübingen und Donaueschingen zeigen.

## Gewinnung und Verwendung

*Klassierung in Feinkies und Grobkies*

**Gewinnung:** Die Gewinnungstechnik richtet sich nach der Festigkeit, der Mächtigkeit und der Grundwasserführung der Kiesablagerungen. Im Oberrheingraben herrscht aufgrund des meist geringen Grundwasserflurabstands **Nassbaggerung** mit großen schwimmenden Greifer- oder Saugbaggern vor, die Tiefen von 80 m und mehr erreichen können. Über schwimmende Bandanlagen sind diese mit dem **Kieswerk** verbunden. Im Alpenvorland erfolgt **Trockenabbau** mit Baggern und Radladern, in nagelfluhreichen Vorkommen wird bisweilen auch **Sprengtechnik** eingesetzt. Eimerkettenbagger sind allgemein nur noch selten in Nutzung. Bei allen größeren Kiesgruben ist die **Aufbereitung** (Vorabsiebung, Waschen, Klassierung, Splitterzeugung usw.) unmittelbar angeschlossen; Kiese und Sande aus kleinen Abbauen in geringmächtigen Vorkommen werden meist in **mobilen Anlagen** oder in einer zentralen Anlage aufbereitet, die mehrere nahe gelegene Gruben bedient. Erzeugt werden in den Kies- und Sandgruben Baden-Württembergs Natursande, Brechsande, Rundkiese, Kies-Sand-Gemische, Splitte und Brechsande, Edelsplitte und Edelbrechsande, Schotter und kornabgestufte Gemische.

**Verwendung:** Rund **95 %** der Kies- und Sandkörnungen werden in der **Bauindustrie** verwendet. Haupteinsatzbereiche sind der **Verkehrswegebau** und die **Baustoffproduktion**. Kiese werden in großen Mengen, in Baden-Württemberg jährlich etwa **35–40 Millionen Tonnen**, vor allem zu folgenden Zwecken verwendet:

1) Hochbau (Betonzuschlag, Mörtelzuschlag, Kalksandstein)
2) Straßen- und Gleisbau
3) Tiefbau (Frostschutz-, Tragschichtkies, Beton und Decken)
4) Transportbeton
5) Beton- und Fertigteilindustrie
6) Werkmörtel
7) Garten- und Landschaftsbau
8) Spezialzwecke (Filterkiese, Quarzkiese für die Glasproduktion, Kiessplitt für Dichtungsbeläge, etc.).

## Lagerstättenpotenzial

Die Kiesvorkommen der Rohstoffgruppe **Kiese, sandig** variieren in Zusammensetzung und Materialeigenschaften und werden deshalb in zwei unterschiedliche Lagerstättenpotenziale untergliedert:

- Kiese und Sande des **Oberrheingrabens und Neckars**
- Kiese und Sande in den Regionen **Hochrhein-Bodensee, Oberschwaben und Donau-Iller**

## Lagerstättenpotenziale für Kiese und Sande des südlichen und nördlichen Oberrheingrabens und des Neckars:

Bei der Bewertung der großflächigen Vorkommen von Kiesen und Sanden des südlichen Oberrheingrabens, nördlichen Oberrheingrabens und des Neckars, die als Rohstoffe für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag verwendet werden können, werden folgende Kriterien zugrunde gelegt, die durch rohstoffgeologische Erkundung zu ermitteln sind:

1. Flächenhafte Ausdehnung des Vorkommens
2. Gesamtmächtigkeit der nutzbaren Kies- und Sand-Ablagerungen zwischen Kiesbasis und Überdeckung
3. Anzahl und Mächtigkeit nicht nutzbarer feinkörniger Zwischenhorizonte
4. Mächtigkeit der nicht nutzbaren Deckschichten
5. Korngrößenverteilung in den Kieslagern, vor allem der Anteil an Ton, Schluff und Sand
6. Geröllpetrographie, vor allem Unterschiede hinsichtlich Neckar- und Rheinkies und somit der Anteil an wenig widerstandsfähigen Gesteinen aus den Randgebirgen oder des Anteils an für die Baustoffproduktion schädlichen Komponenten (alkalireaktive Gesteine, organisches Material, Nagelfluh usw.)
7. Zusammensetzung des Sandes, insbesondere der Anteil von Quarz und Karbonatmineralen.

Insgesamt weisen die großen Vorkommen quartärzeitlicher Kiese und Sande im Oberrheingraben ein **sehr hohes Lagerstättenpotenzial** auf. Das bedeutet, die Wahrscheinlichkeit, dass innerhalb des auf der KMR 50 dargestellten Verbreitungsgebietes wirtschaftlich interessante Kies- und Sandvorkommen (= Lagerstätten) auftreten, ist sehr hoch. Wie betont, wird als Lagerstätte ein Rohstoffvorkommen bezeichnet, das für die wirtschaftliche Gewinnung nachweislich in Frage kommt.
Bei den Kiesablagerungen des Oberrheingrabens handelt es sich um große, zusammenhängende Vorkommen. Diese lassen sich aber in Teilvorkommen untergliedern, wenn Mächtigkeiten und Sedimentaufbau variieren. Um die Karte für den Benutzer leichter lesbar zu machen, wurden Teilvorkommen („Homogenbereiche“) mit überschaubarer Ausdehnung abgegrenzt und die Kenntnisse über diese jeweils einzeln in der Beschreibung der Vorkommen ausgeführt.

Der in den letzten Jahren in die Diskussion geratene Goldgehalt der quartären Kies- und Sandablagerungen kann bei der Bewertung keine Rolle spielen. Nach den dem LGRB derzeit vorliegenden Informationen zu den Goldgehalten in den Kiesgruben des Oberrheingrabens geförderten Kiese und Sande kann von durchschnittlichen Konzentrationen von 20–30 ppb ausgegangen werden. Die Gehalte sind in jedem Fall so gering, dass Gold auch bei weiter steigenden Preisen nur beibrechend zu gewinnen wäre. Ein ausschließlich auf die Gewinnung von Gold gerichteter Abbau ist nicht sinnvoll.

Da ein wesentliches Kriterium bei der Definition von Lagerstättenpotenzialen die flächenhafte Erstreckung eines Rohstoffkörpers ist, kann für Teilbereiche ein und desselben, zusammenhängenden Körpers kein Lagerstättenpotenzial angegeben werden.
Die **Abgrenzung der Teilvorkommen innerhalb der Kiesvorkommen** beruht überwiegend auf der modellhaften Vorstellung der Mächtigkeitsverteilung (Isolinienmodell). Obwohl aus zeichnerischen Gründen so dargestellt, ändern sich Beschaffenheit und folgerichtige Bewertung nicht schlagartig an der Teilvorkommensgrenze. Es handelt sich um einen fließenden Übergang. An Blattgrenzen von verschiedenen KMR 50-Blättern aneinander stoßende Vorkommen werden gemeinsam beurteilt und im blattschnittsfreien digitalen Datensatz als ein Vorkommen behandelt.

**Relativer Rohstoffvorrat**: Anstelle einer Zuweisung eines Lagerstättenpotenzials wurde anhand eines wertenden Vergleichs der einzelnen Teilvorkommen (Relativbewertung der Kiesvorkommen des Oberrheingrabens untereinander) eine erste allgemeine Aussage zum „relativen Rohstoffvorrat“ getroffen. Diese Aussage zum wahrscheinlichen Rohstoffvorrat ist als grobe Übersicht über die generelle rohstoffgeologische Situation für die Raumplanung zu verstehen und kann keinesfalls zur Festlegung von Konzessionsgrößen oder Abbautiefen herangezogen werden. Hierfür sind Explorationsmaßnahmen der Industrie erforderlich. Die rohstoffgeologischen Kenntnisse, die den Bewertungen in der KMR 50 zugrunde liegen, haben sich im Vergleich zu den früheren Kartenwerken des LGRB (Prognostische Rohstoffkarte, Lagerstättenpotenzialkarte Kies) deutlich verbessert; dennoch ist die Datenlage im Detail oft nicht ausreichend, um sie als einzige Grundlage für betriebliche Planungen oder behördliche Genehmigungen zu verwenden.

Bewertungsstufen des relativen Rohstoffvorrats:

**Gering**: Als „gering“ werden eingestuft

1. die östlichen Randgebiete der Grabenfüllung, da hier neben geringen Kiesmächtigkeiten auch mit vermehrtem Auftreten von gering widerstandsfähigen Geröllen aus Randgebirgsmaterial gerechnet werden muss;
2. Teilvorkommen mit Mächtigkeiten von nur 10–30 m (d. h. die Nutzung solcher Vorkommen bedingt erhöhten Flächeninanspruchnahme) und
3. Teilvorkommen mit Mächtigkeiten von 10–50 m, die aber teilweise stark sandig sind, feinkörnige Zwischenschichten und nicht nutzbare Deckschichten in Mächtigkeiten von 5–9 m aufweisen.

**Mittel**: Als „mittel“ werden Gebiete eingestuft

1. mit Mächtigkeiten von 30–60 m bzw.
2. von 50–70 m mit weniger guten Materialeigenschaften (bereichsweise hoher Sandgehalt, Zwischenschichten, Deckschichtmächtigkeiten) und
3. Mächtigkeiten 50–80 m bei gutem Material aber relativ geringer Fläche (< 100 ha).

**Hoch**: Als „hoch“ werden Gebiete eingestuft

1. mit Mächtigkeiten von > 60 m bzw.
2. von 70–110 m bei weniger guten Materialeigenschaften (bereichsweise hoher Sandgehalt, Zwischenschichten, Deckschichtmächtigkeiten).

Nicht dargestellt wurden Kiesvorkommen mit

1. nutzbaren Kies- und Sandmächtigkeiten von weniger als 10 m
2. durchschnittlichen Deckschichtenmächtigkeiten von mehr als 5 m
3. einem (Fein)Sandanteil von mehr als 50 %
4. einem Anteil an widerstandsfähigen Gesteinen von weniger als 70 % (dies ist besonders im Bereich des östlichen Grabenrands der Fall).

## Lagerstättenpotenziale für Kiese und Sande in den Regionen Hochrhein-Bodensee, Oberschwaben und Donau-Iller:

Die sehr zahlreichen Vorkommen von Kiesen und Sanden im Alpenvorland werden in fünf Lagerstättenpotenzial-Kategorien untergliedert. Diese lassen sich unter Berücksichtigung der quartärgeologischen Situation in den Regionen Bodensee-Oberschwaben (Hasenweiler- und Illmensee-Formation, Illmensee- und Dietmanns-Formation, Deckenschotter), Hochrhein-Bodensee (Hasenweiler- und Illmensee-Formation, Deckenschotter Hegau) und Donau-Iller (Hangschutt auf der Baar-Alb) folgendermaßen umreißen (LGRB, 2000b):

**Sehr geringes LP:** Kleinräumige Vorkommen (< 50 ha), für die aufgrund eines guten Kenntnisstandes (z. B. weil bereits Kiesabbau erfolgt) bekannt ist, dass ein Rohstoffvolumen von 2–3 Mio. $m^3$ vorhanden ist und dass das Vorkommen in Kombination mit anderen Vorkommen genutzt werden kann. Vorkommen, die diese Voraussetzungen nicht erfüllen, sind auf den Karten i. d. R. nicht dargestellt.

**Geringes LP: a)** Kleinräumige Vorkommen (< 50 ha), die jedoch wegen hoher nutzbarer Mächtigkeiten ein Rohstoffvolumen von voraussichtlich > 3 Mio. $m^3$ aufweisen; **b)** Mittelgroße Vorkommen (50–300 ha), 5–15 m mächtig, meist gut verwertbare Kiese und Sande bzw. 15–20 m mächtig, aber mit bis zu 30 % störenden Beimengungen (Feinsedimente, Nagelfluh); Abraum-/Nutzschichtverhältnis: 1 : 4 bis 1 : 3.

**Mittleres LP:** Mittelgroße (50–300 ha) bis großflächige (> 300 ha) Vorkommen mit 10–20 m mächtigen, gut verwertbaren Kiesen und Sanden oder mit mehr als 20 m Mächtigkeit, z. T. aber mit störenden Beimengungen, oder mit bis zu 50 m Mächtigkeit und mit bis zu 30 % störenden Bestandteilen; Abraum-/Nutzschichtverhältnis: maximal 1 : 4.

**Hohes LP:** Großflächige Vorkommen (> 300 ha) mit durchschnittlich 20–30 m mächtigen, gut verwertbaren Kiesen und Sanden, seltenen Einlagerungen von Feinsedimenten und Nagelfluh; Abraum-/Nutzschichtverhältnis: überall < 1 : 5.

**Sehr hohes LP:** Großflächige Vorkommen (> 300 ha) mit leicht zu gewinnenden, lockeren Kiesen und Sanden und lithologisch einheitlich aufgebauten Kieskörpern mit Mächtigkeiten von durchschnittlich 30 m oder darüber; Abraum-/Nutzschichtverhältnis: deutlich kleiner als 1 : 6.

## Externe Lexika

LITHOLEX

- Neuenburg-Formation
- Breisgau-Formation
- Ortenau-Formation
- Mannheim-Formation
- Viernheim-Formation
- Ludwigshafen-Formation

## Literatur


- Börner, A., Bornhöft, E., Häfner, F., Hug-Diegel, N., Kleeberg, K., Mandl, J., Nestler, A., Poschlod, K., Röhling, S., Rosenberg, F., Schäfer, I., Stedingk, K., Thum, H., Werner, W. & Wetzel, E. (2012). *Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland.* – Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte, SD 10, 356 S., Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Staatliche Geologische Dienste). [212 Abb., 54 Tab., Anh.]
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2006b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006 – Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen.* – LGRB-Informationen, 18, S. 1–202, 1 Kt.
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2013b). *Rohstoffbericht Baden-*

*Württemberg 2012/2013: Bedarf, Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen – Dritter Landesrohstoffbericht.* – LGRB-Informationen, 27, S. 1–204.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 09.03.23 - 16:31):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/kiese-sandig

# Kalisalz

**Verbreitungsgebiete**: Südlicher Oberrheingraben und Markgräflerland (Buggingen, Heitersheim)

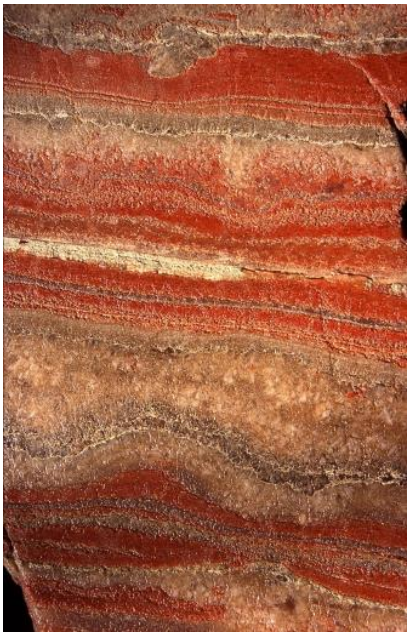
**Erdgeschichtliche Einstufung**: Tertiär (Oligozän)

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)

## Lagerstättenkörper

Die Salzlager am südlichen Oberrhein, die in Südbaden bei Buggingen und Heitersheim sowie im Südelsass um Mulhouse bis in das Jahr 2004 abgebaut wurden, sind in **alttertiären Schichten** abgelagert worden und stehen genetisch mit der speziellen Entwicklung des Oberrheingrabens im Zusammenhang: Vor rund 35 Mio. Jahren kam es im schmalen Binnenmeer des Grabens im trockenen und heißen Klima des Alttertiärs durch **Eindunstung von Meereswasser** zur Entstehung von Steinsalzlagern, wobei im Südteil des Grabens die Eindampfung der vom Meer abgeschnürten Lagune so weit ging, dass sich auch **Kalisalze** bilden konnten. Die steinsalz- und kalisalzführenden Schichten sind in eine Abfolge von bituminösen Tonen und Sulfatgesteinen eingeschaltet. Im Verlaufe des Tertiärs wurden über dem Salinar mehr als 1000 m mächtige Schichten von Gips, Ton und Mergel abgelagert.

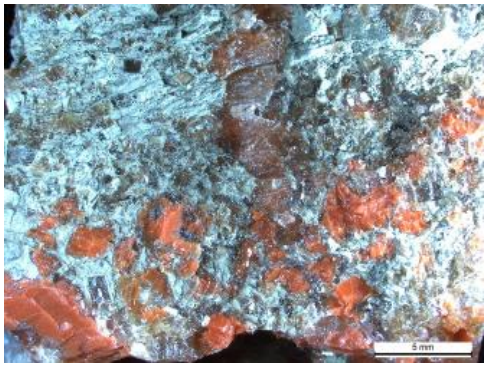
© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



*Kalisalz aus Buggingen*

## Gestein

Unter Kalisalz versteht man ein natürliches Salzgestein, welches **kaliumreiche Minerale** enthält. Dazu gehören **Sylvin** (Kaliumchlorid, KCl), **Carnallit** ($KMgCl_3$ x 6 $H_2O$), **Kieserit** ($MgSO_4$ x $H_2O$) und **Polyhalit** ($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4$ x 2 $H_2O$). Am südlichen Oberrhein war Sylvin das wichtigste Wertmineral. Der Gehalt an Kalium, angegeben als $K_2O$, schwankte im Lager von Buggingen und Heitersheim meist zwischen 17 und 22 %, der durchschnittliche Gehalt lag bei fast 19 % $K_2O$. Der durchschnittliche $K_2O$-Gehalt der Mitteldeutschen Kalisalzlager liegt bei 16,5 %; das zeigt, dass die **Kalisalzlager** im Markgräflerland von vergleichsweise guter Qualität waren.



*Sylvin (rot) im ehemaligen Kalisalzbergwerk Buggingen*

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeiten**: **80–120 m** mächtige salzhaltige Schichten.
**Genutzte Mächtigkeit**: **4,5 m** mächtiges Kalisalzlager.

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Im Jahr 1904 war man bei Bohrarbeiten auf Kohle nahe Wittelsheim (nordwestlich von Mulhouse) zufällig auf ein Kalisalzlager gestoßen, was eine intensive **Erkundungstätigkeit** beiderseits des Rheines auslöste. Rund 10 Jahre später wurde man auch bei Buggingen fündig. 1922 wurden hier **zwei Schächte** auf ca. 830 m Tiefe niedergebracht, 1926 konnte mit dem Abbau des Kalisalzlagers begonnen werden. Abgebaut wurden am südlichen Oberrhein hauptsächlich die besonders wertvollen Kalisalze, die vor allem der **Erzeugung von Kalidünger** dienten. Die Lager auf der so genannten Bugginger Horstscholle wurden in einer Tiefe von 600–1100 m abgebaut. Die westlich anschließenden Lager auf der Grißheimer Scholle reichen bis 1500 m und somit in Tiefen, in denen der **Salzbergbau** nicht mehr wirtschaftlich erfolgen konnte.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Haldenreste des Kalisalzbergwerks in Buggingen*

Bei Buggingen und Heitersheim wurden im Zeitraum 1925–1973 über **17 Mio. t Kalirohsalz** gewonnen, über 30 km Strecken und Kammern wurden aufgefahren. Der Abbau erforderte vor allem aufgrund der starken **tektonischen Zerstückelung** des Lagers und des hohen **Gebirgsdruckes** großes bergmännisches Können und hohen technischen Aufwand. Trockene salzhaltige Luft und 50 °C Gesteinstemperatur bedingten für die bis zu 1200 Bergleute einen kräftezehrenden Arbeitsplatz. Vor allem die unter hohem Gebirgsdruck stehenden, gering standfesten Nebengesteine, welche aufwendigen **Sicherungsausbau** und die alsbaldige Verfüllung der Grubenbauten erforderten, machten den Kalibergbau am Oberrhein aufwendig und somit letztlich nicht konkurrenzfähig gegenüber den Produzenten im Werragebiet, die mächtigere Lager unter einfacheren Bedingungen nutzen können (der Kalibergbau z. B. bei Magdeburg findet derzeit in Tiefen zwischen 700 und 1000 m statt). Der Salzbergbau im Markgräflerland endete 1973, im Elsass wurde er bis 2004 betrieben. An die Kalibergbauzeit erinnern die Haldenreste („**Kalimandscharo**“) und das Kalimuseum in Buggingen.

*Originaler Förderwagen aus dem Kalisalzbergwerk Buggingen*

**Verwendung**: In der angeschlossenen sog. **Chloralkiumfabrik** wurden aus dem geförderten Rohsalz – einem Gemisch aus Steinsalz, Kalisalz und Tonmineralen – im sog. Heißlöseverfahren **Kalidüngersalz** mit 40 und 50 % $K_2O$ für die Landwirtschaft und mit 60 % $K_2O$ für die Industrie erzeugt; die Produktion lag in Spitzenzeiten bei 3000 t pro Tag. Nebenprodukte waren Steinsalz und Brom. Der Abtransport der Produkte erfolgte per Bahn. Hauptverwendungsbereiche waren die **Landwirtschaft** (Kalidünger) sowie die **Lebensmittel- und Pharmaindustrie**.

## Literatur


- Albiez, G. (1977). *Kalisalzbergwerk Buggingen 1922–1973.* – Das Markgräflerland, N. F. 8 (39)(3), S. 219–262.
- Blomenkamp, H. J. (1982). *Buggingen – das einzige Kalisalzbergwerk in Baden-Württemberg.* – Stuckmann, H. (Hrsg.). Baden-Württemberg als Bergbauland - seine Bodenschätze und seine untertägigen Ingenieurbauten., S. 64–66, München (Internationale Industrie-Bibliothek, 117-2).
- Dennert, V. (1991). *Das ehemalige Kalisalzbergwerk Buggingen.* – Südwestsalz, 1991, S. 2–6, Heilbronn. [Südwestdt. Salzwerke AG, Hrsg.]
- Esslinger, G. (1976). *Vorkommen und Tektonik der Basalte im Kalisalzlager Buggingen (Südbaden).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 18, S. 7–18, 1 Taf.
- Geiger, O. (2009). *Kalibergbau in Buggingen.* – Montanhistorik Süd-West e. V. (Hrsg.). Tagungsband 12. Inter. Montanhistorikworkshop 9.09.–12.09.2009 Glottertal, S. 93–98.
- Werner, W. (2012b). *Schätze unter dem Boden: Was wissen wir über die tiefliegenden Rohstoffe in Baden-Württemberg?.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 102, S. 37–92.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 22.07.20 - 17:24):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/salzgesteine/kalisalz

# Löss und Lösslehm

**Verbreitungsgebiete**: Landesweit, v. a. entlang des Oberrheingrabens, im Kraichgau, Zabergäu, Bau- und Tauberland, Neckarbecken und auf der Schwäbischen Alb sowie südlich von Ulm (Deckenschotterlandschaft).

**Erdgeschichtliche Einstufung**: Lösssediment (qlos), Quartär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)

## Lagerstättenkörper

Löss und Lösslehm wurden während der quartären Eiszeiten hauptsächlich in den Beckenlagen des Periglazialgebiets, also im Vorland der großen eiszeitlichen Gletscher, durch **Windverfrachtung** flächenhaft abgelagert, wobei der Staub in Baden-Württemberg v. a. aus Flussschottern, wie z. B. des Oberrheins, stammt. Der Transport erfolgte aus westlichen Richtungen, die Löss- und Lösslehmbedeckung erreicht deshalb insbesondere **an ostexponierten Hängen** – im „Windschatten“ – hohe Mächtigkeiten. In der Regel sind die **Rohstoffkörper schichtig** aufgebaut und das Ergebnis mehrfacher Ab- und Umlagerung sowie Abtragung, in Warmzeiten können sich **Bodenhorizonte** gebildet haben.

*Abbau von Löss und Lösslehm*

Auf gefrorenem Untergrund geriet wassergesättigter Löss insbesondere an süd- und südwestexponierten Hängen aufgrund stärkeren Tauens durch intensivere Sonneneinstrahlung bzw. wiederholten **Frost-/Tauwechsels** bereits bei geringer Hangneigung ins Fließen. Die dabei entstandenen **Fließerden** bilden ein Gemisch aus Löss, Lösslehm sowie dem unterlagernden, verwitterten Gesteinssubstrat.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Gestein

*Lösslehm ist ein hellgelber bis mittelbrauner, toniger bis stark toniger und schwach feinsandiger Schluff*

Als Löss werden meist hellgelbbraune, schluffige, kalkhaltige Ablagerungen bezeichnet. **Kalkfreie**, an Ton angereicherte Lösslehme, entstanden entweder aus karbonatfreiem Ausgangsmaterial oder aber – weitaus häufiger – durch **Verwitterung** aus karbonathaltigem Löss, wobei die Entkalkung unter feuchtem Klima zeitgleich mit der Ablagerung oder später erfolgt ist. Durch Bodenbildung unter **Grundwassereinfluss** ist der Lösslehm teilweise fleckig grau gebleicht oder ockerbraun verfärbt. Örtlich bilden sich erbsengroße mürbe **Eisen-Mangan-Konkretionen**, häufig treten Kalk-Konkretionen (**„Lösskindl“**) auf.

## Bereiche mit ungünstigen Materialeigenschaften

Lösshaltige Fließerden weisen aufgrund der **Vermengung mit unterlagernden Gesteinen** i. d. R. ungünstige Materialeigenschaften auf. Nur in wenigen Löss- und Lösslehmvorkommen liegen Erkundungsdaten in ausreichender Menge vor, um die **heterogen aufgebauten Ablagerungen** von Löss und Lösslehm ausreichend genau zu charakterisieren und das Auftreten bauwürdiger Bereiche mit Sicherheit feststellen zu können.

*Sehr stark tonig ausgebildeter Lösslehm („fetter Lösslehm“)*

# Petrographie

Bei Löss handelt es sich um ein feinkörniges (0,01–0,05 mm), gelbliches, äolisches Sediment, das aus **60–70 % Quarz, 10–30 % Kalk und 10–20 % Feldspäten**, Glimmer u. a. besteht. Bei der Verwitterung von Löss zu Lösslehm wird das Karbonat im hochporösen und gut wasserdurchlässigen Löss gelöst, es kann in tieferen Horizonten in unregelmäßig geformten **Konkretionen** von mehreren Zentimetern bis Dezimetern Durchmesser wieder ausgeschieden werden (Lösskindl, Klappersteine). Nachfolgende Tabelle zeigt die gemittelte Werte der bis 2021 mittels **Röntgenfloureszenzanalyse** vom LGRB untersuchten Löss- und Lösslehmproben in Baden-Württemberg:

| Chemie | Anteil [%] | Probenanzahl (Stand 2021) |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 70,56 | 50 |
| $TiO_2$ | 0,80 | 50 |
| $Al_2O_3$ | 11,75 | 50 |
| $Fe_2O_3$ | 4,43 | 50 |
| MnO | 0,08 | 50 |
| MgO | 1,24 | 50 |
| CaO | 1,79 | 50 |
| $Na_2O$ | 0,70 | 45 |
| $K_2O$ | 2,08 | 50 |
| $P_2O_5$ | 0,12 | 50 |
| Glühverlust | 6,28 | 50 |

Rohdichte: 1,87 g/cm$^3$ (18 Proben), Trockenschwindung: 8,98 % (19 Proben), Wasseraufnahme: 24,67 M.-% (18 Proben).

# Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit:** Landesweit betrachtet variiert die Mächtigkeit ziemlich stark. Auf Hochflächen beträgt die Lössmächtigkeit meist etwa **5 m**, sie kann lokal (besonders an Hängen und in Senken) bis auf 20 m ansteigen, am Kaiserstuhl können **30–40 m** erreicht werden. Mächtigkeiten von max. **12–13 m** werden in der Lörracher Vorbergzone erreicht.

**Genutzte Mächtigkeit:** Löss und Lösslehm können – sofern keine störenden Gemengteile auftreten – in der gesamten Mächtigkeit genutzt werden, im Mittel werden in Baden-Württemberg **6–10 m** Lösslehm abgebaut. Fließerden weisen aufgrund der Vermengung mit unterlagernden Gesteinen häufig, in Bezug zur Verwendbarkeit als Ziegeleirohstoff, ungünstige Materialeigenschaften auf. Nur in wenigen Löss- und Lösslehmvorkommen liegen Erkundungsdaten in ausreichender Menge vor, um die heterogen aufgebauten Ablagerungen von Löss und Lösslehm ausreichend zu charakterisieren und das Auftreten bauwürdiger Bereiche mit Sicherheit feststellen zu können.

*Abbau von quartärem Lösslehm über Deckenschottern und Schichten der Molasse*

## Gewinnung und Verwendung

*Abbauwand in der Lehmgrube Leutenbach*

**Gewinnung:** Der Abbau erfolgt durch **Bagger und Raupen**. Je nach Karbonatgehalt wird der Löss zur Entkalkung unter freier Witterung gelagert. Unter keramotechnischen Gesichtspunkten ist fein verteiltes Karbonat erwünscht, da dieses als Flussmittel wirkt. Lösskonkretionen jedoch führen zu einem **„Zertreiben“** (Auseinandertreiben durch Dampfentwicklung während des Brennvorgangs) der Ziegel. Die Gewinnung von Ziegeleirohstoffen findet häufig nicht kontinuierlich, sondern in Phasen statt.

**Verwendung:** Aus den Feinsedimenten können grobkeramische Erzeugnisse wie **Dachziegel, Vor- und Hintermauersteine** hergestellt werden. Die Korngröße des Ziegeleirohstoffs ist von entscheidendem Einfluss auf das herstellbare Produkt. Für die Produktion von Hohlblock- und Dachziegeln muss Löss und Lösslehm mit Tonen verschnitten werden.

## Literatur


- Bibus, E., Eberle, J., Kösel, M., Rilling, K. & Terhorst, B. (1991). *Jungquartäre Reliefformung und ihre Beziehung zur Bodenbildung und Bodenverbreitung im Stromberg und Zabergäu (Bl. Brackenheim).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, 33, S. 219–261.
- Thome, K. N. (2013). *Einführung in das Quartär: Das Zeitalter der Gletscher.* 289 S., Heidelberg (Springer Berlin).


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 10.12.21 - 10:16):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/ziegeleirohstoffe-grobkeramische-rohstoffe/loess-loesslehm

# Sande, teilweise kiesig

**Verbreitungsgebiete:** Oberrheingraben, oberschwäbisches Alpenvorland, Region Stuttgart und Heilbronn–Franken, Raum Ellwangen–Aalen, westlich von Ulm

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Quartär und Tertiär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol "Themenebenen" links oben einblenden.)

## Lagerstättenkörper

*Mittel- bis grobkörnige Goldshöfe-Sande – Sandgrube nordwestlich von Aalen*

Zu dieser Rohstoffgruppe gehören lockere bis halbfeste Sandvorkommen in quartär- und tertiärzeitlichen Ablagerungen; zu den halbfesten Sandvorkommen zählen auch die Mürbsandsteine im Sandsteinkeuper. Die wichtigsten Sande bzw. Quarzsandvorkommen dieses Typs sind die miozänzeitlichen Rinnenablagerungen bei Ulm, die als **Grimmelfinger Graupensande** bekannt sind. Genutzt werden auch Sande der jungtertiären Oberen Meeresmolasse, vor allem des Grobsandzugs im Raum Stockach, Meßkirch und Pfullendorf. Auch **Grusvorkommen** über tiefgründig verwitterten Graniten, Porphyren und Gneisen gehören zu dieser Gruppe der Steine und Erden-Rohstoffe. Zu den quartärzeitlichen Ablagerungen fossiler Flusstäler zählen die **Goldshöfe-Sande** (früher auch: „Goldshöfer Sande“), die in nach Süden entwässernden, mäandrierenden Flusssystemen von Ur-Brenz, Ur-Kocher und Ur-Jagst während des Pleistozäns abgelagert wurden. Die pliozänen Sande an der Basis der quartären Kieslager des Oberrheingrabens werden in mehreren Kiesgruben mitgewonnen. Da sie aber nicht an der Oberfläche anstehen, sind sie in den Rohstoffkarten des LGRB (KMR 50) nicht ausgewiesen. Hinweis: Die größte Menge an Sanden wird aus Kieslagerstätten des Oberrheingrabens und aus Schmelzwasserablagerungen Oberschwabens durch Aufbereitung abgetrennt.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

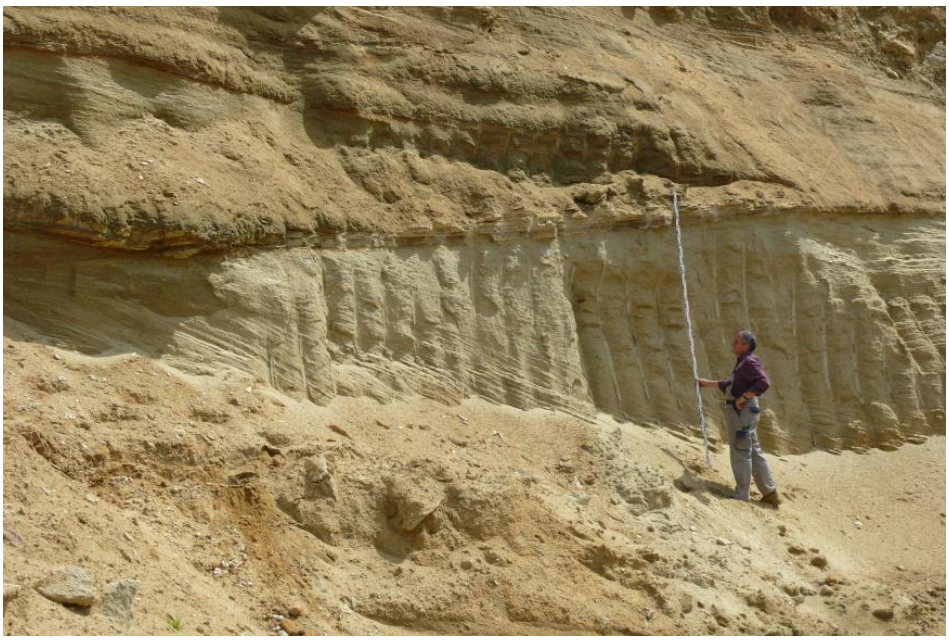
## Gestein

*Unterschiedliche Sandlagen der Goldshöfe-Sande.*

Die aus dem ostbayerischen Grundgebirge stammenden Grimmelfinger Graupensande und die aus der Verwitterung von Stubensandstein und dem fluviatilen Transport des Verwitterungsschutts hervorgegangenen Goldshöfe-Sande bestehen überwiegend aus mehr oder weniger gut gerundeten Körnern von **Milchquarz und Quarz-Feldspat-Gemengen**. Bei den Sanden des jungtertiären Grobsandzugs handelt es sich zumeist um **fein- bis mittelkiesige Grobsande**, die schwach karbonatisch verfestigt sind und **Karbonatkonkretionen** sowie **Schalenreste** enthalten; z. T. sind Sandsteinbänke eingeschaltet („Molassesandsteine“). Die zu 2–5 % enthaltenen Fein- und Mittelkiese bestehen aus **Quarz, Quarzit und karbonatisch verfestigtem Sandstein**. Bei den aus in-situ-Verwitterung von Grundgebirgsgesteinen hervorgegangenen Grusen handelt es sich meist um **schwach sandige Feinkiese oder feinkiesige Grobsande** aus Milchquarz und verwitterten Feldspäten. Die pliozänen Sande des Oberrheingrabens gehen vor allem auf die Abtragung der sich im Tertiär herauswölbenden **Buntsandstein-Schichten** zurück. Auch in quartären Sandablagerungen des Oberrheingrabens kann der Quarzgehalt lokal so stark ansteigen, dass man von Quarzsanden sprechen kann, insbesondere dann, wenn große Mengen umgelagerter pliozäner Sande enthalten sind.

## Petrographie

Sandige z. T. kiesige Rohstoffkörper bestehen vorherrschend aus **Quarz und Tonmineralen**, untergeordnet treten **Karbonate, Feldspäte, Gesteinsbruchstücke** und **Schwerminerale** auf. Die Gruse bestehen wie ihre plutonischen bzw. metamorphen Ausgangsgesteine aus **Quarz-Feldspat-Glimmer-Aggregaten**. Die Sedimentation erfolgte zumeist unter fluviatilen Bedingungen in unterschiedlichen Ablagerungsräumen.


*Quarzsande des jungtertiären Grobsandzugs (Obere Meeresmolasse) bei Meßkirch-Rengetsweiler.*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Mächtigkeiten

Innerhalb der quartären und jungtertiären Ablagerungen des Oberrheingrabens können die nutzbaren quarzsandführenden Schichtpakete Mächtigkeiten **bis über 150 m** erreichen. Die Sande des Grobsandzugs werden **10–70 m** mächtig, die oben genannten Ablagerungen in Rinnensystemen werden in der Regel **10–20 m** mächtig. Die taschenförmigen Vorkommen der Gruse sind meist nur **wenige Meter** mächtig.

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung:** Die Gewinnung erfolgt im **Trockenabbau** mit Hydraulikbaggern und Radladern. Die Grobaufbereitung (Zerkleinern und Sieben) wird meist im **Tagebau** vorgenommen (Vorsieb, Vorbrecher); im Werk werden die Sande gewaschen und klassiert.

**Verwendung:** Sande (Korngrößen zwischen 0,063 und < 2 mm) werden verwendet als:

1) Bettungs-, Fugen- und Verfüllsande (Pflastersande, Kabelsande)
2) Beton-, Mörtel- und Estrichsande
3) Filtersande
4) Magerungsmittel in grobkeramischen Massen
5) Sande zur Herstellung von Kalksandstein
6) Industriesande in der Gießerei-, Eisen-, Glas-, Feuerfest- und Chemischen Industrie.

*Aus den quartären Kieslagern des Oberrheingrabens durch Aufbereitung abgetrennte Fein- bis Grobsande.*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

# Lagerstättenpotenzial

Für die Rohstoffgruppe **Sande, teilweise kiesig** wird das Lagerstättenpotenzial nur für die Goldshöfe-Sande angewendet. Die Goldshöfe-Sande treten in einem engbegrenzten Bereich in Ostwürttemberg auf. Die Rohstoffvorkommen wechseln i. d. R. in ihrer Zusammensetzung aus Sanden und eingeschalteten Tonen und Schluffen stark. Dies ist auf die Ablagerungsbedingungen in einem Flusssystem zurückzuführen. Nach der Ablagerung wurden die Goldshöfe-Sande zum großen Teil wieder abgetragen, so dass heute nur noch Erosionsreste vorliegen. Daher besitzen die Flächen im Allgemeinen nur eine geringe Größe und weisen selten nutzbare Mächtigkeiten über 20 m auf.

**Geringes LP:**

1. Nutzbare Mächtigkeit 5–7,5 m
2. Fläche < 25 ha
3. Inhomogenes, stark wechselhaftes Vorkommen aus sandigen Rinnenfüllungen mit zahlreichen Ton- und Schluffeinschaltungen. Anteil der nicht nutzbaren Tone und Schluffe ist > 20 %.
4. Überlagernder Abraum ist im Mittel mächtiger als 2 m

**Mittleres LP:**

1. Nutzbare Mächtigkeit 7,5–10 m
2. Fläche 25–75 ha
3. Wechselhaftes Vorkommen aus sandigen Rinnenfüllungen mit Ton- und Schluffeinschaltungen. Der nicht verwertbare Ton- und Schluffanteil liegt zwischen 10–20 %
4. Überlagernder Abraum erreicht im Mittel Mächtigkeiten von 1,5–2 m

**Hohes LP:**

1. Nutzbare Mächtigkeit > 10 m
2. Fläche > 75 ha
3. Das Vorkommen besteht überwiegend aus sandigen Rinnenfüllungen mit keinen bis geringen Ton- und Schluffeinschaltungen. Der Anteil von Ton und Schluff in den Sanden erreicht max. 10 %
4. Überlagernder Abraum erreicht im Mittel Mächtigkeiten < 1,5 m

## Literatur


- Börner, A., Bornhöft, E., Häfner, F., Hug-Diegel, N., Kleeberg, K., Mandl, J., Nestler, A., Poschlod, K., Röhling, S., Rosenberg, F., Schäfer, I., Stedingk, K., Thum, H., Werner, W. & Wetzel, E. (2012). *Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland.* – Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte, SD 10, 356 S., Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Staatliche Geologische Dienste). [212 Abb., 54 Tab., Anh.]
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2006b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006 – Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen.* – LGRB-Informationen, 18, S. 1–202, 1 Kt.
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2013b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2012/2013: Bedarf, Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen – Dritter Landesrohstoffbericht.* – LGRB-Informationen, 27, S. 1–204.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 22.07.20 - 15:10):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/sande-teilweise-kiesig

# Kalksteine im Oberen Muschelkalk

**Verbreitungsgebiet**: Vom Raum Tauberbischofsheim, Crailsheim über Heilbronn, Ludwigsburg in den Kraichgau, entlang des Schwarzwaldes bis Waldshut-Tiengen, sowie als Schollen im Oberrheingraben und am Dinkelberg

**Erdgeschichtliche Einstufung**: Oberer Muschelkalk (mo), Mitteltrias

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)

## Lagerstättenkörper

*Stillgelegte Gewinnungsstelle im Oberen Muschelkalk*

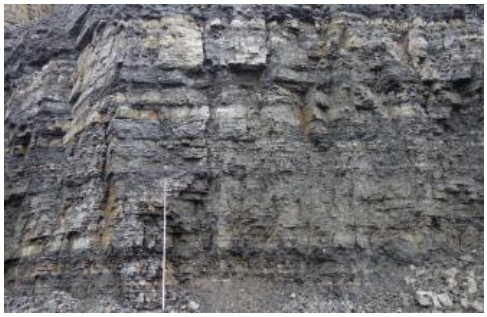
Die Kalksteine des Oberen Muschelkalks bilden landesweit **flächenhafte, schichtige Rohstoffkörper**. Sie fallen überwiegend mit wenigen Grad nach SO oder O ein. In den Randbereichen des Kraichgaus ist das Einfallen örtlich auch nach N oder S gerichtet. Auf kurze Entfernung schnell wechselnde Einfallsrichtungen der Lagerstättenkörper treten insbesondere in den **tektonisch beeinflussten Gebieten** des Ostrands des Oberrheingrabens, des Kraichgaus und des Dinkelberges auf. In den einzelnen Abbaustellen ist die Schichtlagerung oft annähernd horizontal; dort gelegentlich auftretende **wellige Schichtverbiegungen** gehen auf die Ablaugungsvorgänge in den Salinargesteinen (Gips, Anhydrit und Steinsalz) des unterlagernden Mittleren Muschelkalks zurück.

Die Abgrenzung der wahrscheinlich oder vermutlich nutzbaren Rohstoffkörper bei der rohstoffgeologischen Kartierung ist abhängig u. a. von der **nutzbaren Mächtigkeit**, der **Abraummächtigkeit** (max. ca. 25–30 m bei der Natursteingewinnung; Verhältnis Abraum/Nutzschicht höchstens 1 : 3), der **tektonischen Beanspruchung** (Störungszonen mit stark zerriebenem und verlehmtem Gebirge) sowie der Tiefe der aufsitzenden, oft an Störungszonen gebundenen **Verkarstung**.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

# Gestein

Die **marinen Gesteine** des Oberen Muschelkalks (unterer Teil: Trochitenkalk-Formation, oberer Teil: Rottweil-Formation, Quaderkalk-Formation und Meißner-Formation) bestehen aus einer **Wechselfolge** von vorwiegend dünn- bis mittelbankigen, oft auch plattigen, feinkörnigen, z. T. schwach fossilführenden, grauen, mechanisch widerstandsfähigen **Kalksteinen** und grauen, meist nur wenige Zentimeter oder Dezimeter mächtigen **Tonmergelsteinen**. In den Haßmersheim-Schichten (Trochitenkalk-Formation) werden die **Tonmergelsteinlagen** max. 1–2 m mächtig. Eingeschaltet in diese Wechselfolge sind oft mittel- bis dünnbankige, selten dickbankige graue **Schillkalksteine** und **oolithische Kalksteine**.



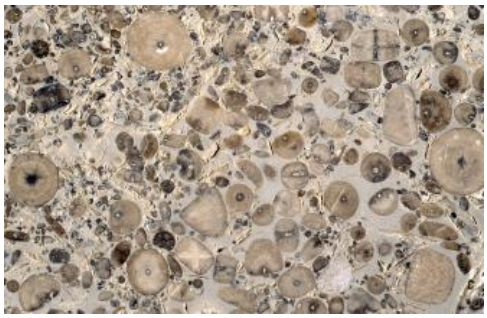
*Wechselfolge aus plattigen bis dünnbankigen Kalksteinen und dünnen Tonmergelsteinlagen*

Mehrere Meter mächtige, dickbankige flachmarine Schillkalkstein-Lager treten in den beiden, heute noch für die Naturwerksteinproduktion genutzten Einheiten der Crailsheim-Schichten (Trochitenkalk-Formation ; Schillkalkstein mit vielen Trochiten) und der Quaderkalk-Formation (Meißner-Formation; dicht gepackter Schillkalkstein; Gebiet Krensheim-Grünsfeld) im obersten Bereich des fränkischen Muschelkalks auf. Mächtige (z. T. mehrere Meter bis knapp 20 m) oolithische Kalksteine sind der Liegendoolith und der Marbach-Oolith (beide Trochitenkalk-Formation, Gebiet Hochrhein-Wutach-Baar) sowie der Döggingen-Oolith (Meißner-Formation) und der Hangendoolith in der Rottweil-Formation (ebenfalls Gebiet Hochrhein-Wutach-Baar); sie wurden früher als Werkstein genutzt.

*Dünn- bis mittelbankige, teilweise plattige Kalksteine*

Alle aufgeführten Kalksteine sind aufgrund ihrer sehr **guten gesteinstechnischen Eigenschaften** und Kennwerte für die Herstellung von gebrochenen **Natursteinkörnungen** geeignet. Die Tonmergelsteine sind für diese Produktlinie nicht nutzbar und müssen bei der Aufbereitung abgetrennt werden. Die gesamte kalkige Folge des oberen Muschelkalks (Kalkstein und Tonmergelsteine) kann, mit entsprechenden Zuschlagstoffen (Einstellung der $Fe_2O_3$-, $Al_2O_3$- und $Si0_2$-Gehalte) grundsätzlich als **Zementrohstoff** genutzt werden.

Die in verschiedenen Niveaus eingeschalteten Schillkalksteine und oolithischen Kalksteine sind sehr gut als **Naturwerkstein** geeignet. Derzeit werden nur die Schillkalksteine aus den Crailsheim-Schichten und aus der Quaderkalk-Formation hierfür gewonnen.



*Fossilreicher Kalkstein des Oberen Muschelkalks*

Etwa ab Neckarwestheim nach Süden treten im höheren Teil des Oberen Muschelkalks die hell- bis ockergrauen, feinkristallinen bis zuckerkörnigen, oft mürben **Dolomitsteine** der Rottweil-Formation auf. Ihre Mächtigkeit nimmt von zunächst wenigen Metern nach Süden über 25 m auf der Baar bis auf ca. 50 m am Hochrhein zu. Die Dolomitsteine des Trigonodusdolomits können aufgrund ihrer **ungünstigen Materialeigenschaften** allenfalls teilweise beibrechend gewonnen werden (Einsatzgebiete: Düngemittel, unqualifizierter Wegebau), vielfach sind sie vollständig Abraum.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Gebankte Dolomitsteine des Trigonodusdolomits*

## Petrographie

**LGRB-Analysen von 45 Kalksteinproben** aus Gewinnungsstellen für die Produktion von Natursteinerzeugnissen ergaben folgende Mittelwerte:

| Chemie | Anteil [%] |
|---|---|
| $SiO_2$ | 6,5 |
| $TiO_2$ | 0,07 |
| $Al_2O_3$ | 1,6 |
| $Fe_2O_3$ | 0,8 |
| MnO | 2,6 |
| MgO | 2,59 |
| CaO | 47,4 (entspricht $CaCO_3$ 84,6 %) |
| $Na_2O$ | 0,06 |
| $K_2O$ | 0,6 |
| $P_2O_5$ | 0,08 |
| Glühverlust | 40,2 |

## Mächtigkeit

**Geologische Mächtigkeit**: Im Gebiet der unteren Jagst und im Kraichgau ist die Gesteinsfolge des Oberen Muschelkalks maximal **90–100 m** mächtig. Sowohl nach Norden gegen den Odenwald als auch nach Süden und Osten nimmt die Mächtigkeit auf **50–70 m** am Hochrhein und Randen ab.

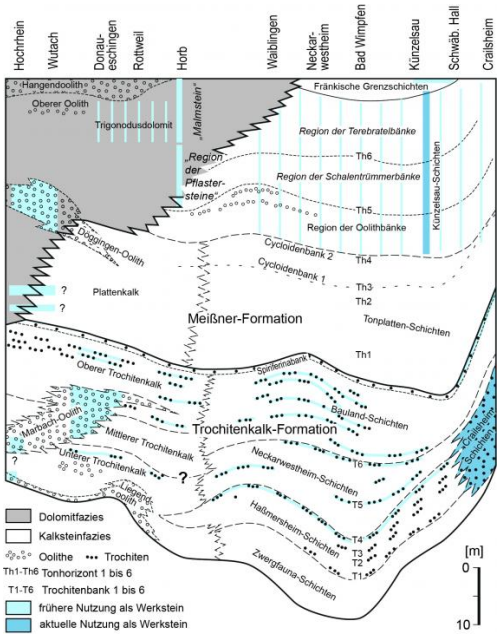
*Übersichtsaufnahme des in Abbau stehenden Teils des Steinbruchs Talheim*

**Genutzte Mächtigkeit**:

*Kalksteinbänke im stillgelegten Steinbruch Deißlingen*

Naturstein: Die für die Natursteingewinnung nutzbare Mächtigkeit des Oberen Muschelkalks erreicht im Kraichgau und im Raum Heilbronn zwischen ca. **65–70** und max. knapp **90 m**; dort können im unteren Teil der Trochitenkalk-Formation teilweise auch die z. T. stärker kalkig entwickelten Gesteine der Haßmersheim-Schichten und die Kalksteine der unterlagernden Zwergfaunaschichten genutzt werden. Sehr oft liegt aber die Basis des nutzbaren Oberen Muschelkalks am Top der Haßmersheim-Schichten, die wegen ihres hohen Tonmergelsteinanteils und des damit bedingten hohen Aufbereitungsaufwands bzw. Aufbereitungsverlusts nicht mehr genutzt werden. Zudem wird der Abbau dort auch durch die Funktion der Haßmersheim-Schichten als Grundwassergeringleiter (Aquiclude, Aquitarde) aus hydrogeologischer Sicht auf dieses Niveau begrenzt. Im Verbreitungsgebiet des Trigonodusdolomits sinkt die nutzbare Mächtigkeit des kalkigen Oberen Muschelkalks nach Süden am Hochrhein bis auf ca. **40 m**. Durchschnittlich werden landesweit **ca. 40–60 m** der Abfolge des Oberen Muschelkalks genutzt.

In den Gebieten mit der größten nutzbaren (Gesamt-)Mächtigkeit ist gleichzeitig auch der für die Natursteinproduktion nicht nutzbare Tonmergelsteinanteil am größten. Der Aufbereitungsverlust beträgt dort maximal ca. 20–25 %.




*Mächtigkeitsentwicklung und Leitbänke des Oberen Muschelkalks in Baden-Württemberg (aus: Geyer et al., 2011). Markiert sind die früher und heute vorrangig für die Werksteingewinnung genutzten Abschnitte und Lager.*

Zementrohstoff: Grundsätzlich kommt die gesamte kalkig-mergelig entwickelte Gesteinsfolge des Oberen Muschelkalks, in Verbindung mit weiteren Zuschlagstoffen, als Zementrohstoff in Betracht. Der Trigonodusdolomit ist wegen seines hohen Magnesiumgehalts als Zementrohstoff ungeeignet. Besonders günstig sind diejenigen Gebiete im Oberen Muschelkalk mit einem hohen Anteil an Tonmergelsteinen ($Al_2O_3$- und $Fe_2O_3$-Komponente sowie Einstellung des Karbonatgehalts des aufgegebenen Ofenmehls). Im Steinbruch Walzbachtal-Wössingen (RG 6917-1, Zementwerk Wössingen) beträgt die genutzte Mächtigkeit der Gesteine des Oberen Muschelkalks maximal ca. **60 m**. Der auflagernde, durchschnittlich ca. **5 m** mächtige quartärzeitliche Lösslehm wird ebenfalls als Zementrohstoff gewonnen. Im Steinbruch Nussloch / Wiesloch-Baiertal (RG 6618-2, Zementwerk Leimen) wird der Obere Muschelkalk in einer Mächtigkeit von max. ca. **65 m** genutzt (Stand 2019). Zusätzlich werden die Gesteine der oberen **25 m** des Unteren Muschelkalks als Zementrohstoff abgebaut.

Naturwerkstein: Die Werksteinzone des sog „Crailsheimer Muschelkalks“ in den Crailsheim-Schichten ist insgesamt ca. **7–8 m** mächtig. Das Obere Lager ist max. **2–2,5 m** mächtig, das untere Lager erreicht bis **2 m** Mächtigkeit. Im Gebiet Krensheim-Grünsfeld wird von der dort ca. **10 m** mächtigen Quaderkalk-Formation i. d. R. der obere, dickbankige, im Durchschnitt ca. **4 m** mächtige Abschnitt für die Werksteingewinnung genutzt.

## Gewinnung und Verwendung

*Frisch gesprengter Plattenkalk*

**Gewinnung:**

**Natursteine**: Die Gewinnung der Kalksteine des Oberen Muschelkalks für Natursteinprodukte erfolgt zurzeit landesweit in 57 Abbaubetrieben im Trockenabbau mittels **Großbohrlochsprengungen** (Stand 2019). Das gelöste Material wird mit Schwerlastkraftwagen oder Bandstraßen zu den Aufbereitungsanlagen im Steinbruch transportiert und dort durch **Brechen, Sieben, Mahlen** und z. T. **Mischen** für den Verkauf weiterverarbeitet.

**Zementrohstoffe**: In den beiden Steinbrüchen Nussloch / Wiesloch-Baiertal (RG 6618-2, Zementwerk Leimen) und Steinbruch Walzbachtal-Wössingen (RG 6917-1, Zementwerk Wössingen) erfolgt der Abbau der Kalkstein-Tonmergelstein Wechselfolge ebenfalls durch **Großbohrlochsprengungen**. Im Steinbruch Nussloch werden sie zu einem Gemisch 0/80 aufbereitet und dann über **Förderband und Seilbahn** in das Zementwerk Leimen transportiert. Im Steinbruch Walzbachtal wird das gelöste Material 0/X ohne weitere Aufbereitung zur Weiterverarbeitung ins Zementwerk Wössingen transportiert.

**Naturwerksteine**: Der „Crailsheimer Muschelkalk“ wird derzeit nur im Steinbruch Satteldorf-Neidenfels (Kernmühle) gewonnen. Der „Krensheimer Quaderkalk“ wird in ca. 20 kleinen Steinbrüchen gewonnen. Zur schonenden Gewinnung der Rohblöcke, die sich stets am Kluftnetz orientiert, werden **unterschiedliche Verfahren** eingesetzt. Crailsheimer Muschelkalk: Der Abbau geht durch randliches, perforierendes **Bohren** und nachfolgendes sanftes **Ablösen durch Sprengen** mit Sprengschnur und z. T. Schwarzpulver vonstatten. Die 2–3 $m^3$ großen Blöcke werden im Natursteinwerk in Satteldorf weiterverarbeitet. Fränkischer Quaderkalk: Die im Vergleich zum Crailsheimer Muschelkalk kleineren Rohblöcke werden mit dem **Radlader** schonend aus der Wand gerissen bzw. abgehoben.

*Steinbruch im Oberen Muschelkalk bei Zimmern ob Rottweil*

**Verwendung:** Die Kalksteine des Oberen Muschelkalks werden hauptsächlich als **Natursteine** zur Herstellung von gebrochenen Körnungen für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlagstoff genutzt: Überwiegend werden Gesteinsmehle (Füller, Düngemittel/Bodenverbesserung), **Splitte und Brechsande, Edelsplitte und Edelbrechsande, Schotter, kornabgestufte Gemische** produziert, untergeordnet auch Wasserbausteine und Schroppen. Gesteinsmehle zur Bodenverbesserung liefert insbesondere der Trigonodusdolomit.

*Übersichtsaufnahme des in Abbau befindlichen Bereichs im zentralen Teil des Steinbruchs Nussloch / Wiesloch-Baiertal (RG 6618-2). Blick von Osten nach Westen. Im Vordergrund ist zwischengelagerter Löss zu sehen, der teilweise von der Firma verwertet wird.*

In den Zementwerken Leimen und Wössingen werden die Kalk- und Tonmergelsteine des Oberen Muschelkalks als Hauptrohstoff für die Herstellung verschiedener **Zementsorten** verwendet.

Aus den Rohblöcken des „Crailsheimer Muschelkalks“ und des „Krensheimer Quaderkalks“ werden hauptsächlich **Stufen-, Fassaden- und Bodenplatten** hergestellt, besondere Qualitäten des Fränkischen Muschelkalks sind auch für **Bildhauerarbeiten** geeignet.

# Lagerstättenpotenzial

Die Ablagerungen des Oberen Muschelkalks von Baden-Württemberg weisen im regionalen Vergleich deutliche Unterschiede hinsichtlich der nutzbaren Mächtigkeit und des Anteils an minderwertigen oder nicht verwertbaren Gesteinen auf, insbesondere an Dolomit- und Tonmergelsteinen. Die Vorkommen der Bankkalksteine des Oberen Muschelkalks werden landesweit einheitlich in die fünf nachfolgend beschriebenen Lagerstättenpotenzial-Kategorien untergliedert.

**Sehr geringes LP**:

1. Gesteinsqualität mittel bis hoch
2. Anteil minderwertiger oder nicht verwertbarer Gesteine, insbesondere Dolomitsteine, sehr stark schwankend (bis 50 %)
3. Verkarstung örtlich intensiv
4. Nutzbare Mächtigkeiten im Mittel 30–40 m
5. Geringe bis mittlere flächenhafte Erstreckung von 20–50 ha
6. Tektonische Störungen und Zerrüttungszonen sind möglich

**Geringes LP**:

1. Gesteinsqualität mittel bis hoch
2. Anteil minderwertiger oder nicht verwertbarer Gesteine, insbesondere Dolomitsteine, sehr stark schwankend (bis 50 %)
3. Verkarstung meist gering, örtlich jedoch intensiv
4. Nutzbare Mächtigkeiten im Mittel 30–50 m
5. Mittlere bis große flächenhafte Erstreckung von 50–100 ha
6. Keine bedeutenden tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet, randlich zum Vorkommen aber möglich

**Mittleres LP**:

1. Gesteinsqualität vorwiegend hoch
2. Anteil minderwertiger oder nicht verwertbarer Gesteine, insbesondere Dolomitsteine, bis 25 %
3. Verkarstung gering
4. Nutzbare Mächtigkeiten im Mittel 50–70 m
5. Mittlere bis große flächenhafte Erstreckung von 50–100 ha bzw. mit einer mittleren nutzbaren Mächtigkeit von 50 m und einer großen flächenhaften Erstreckung von > 100 ha
6. Keine bedeutenden tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet

**Hohes LP**:

1. Gesteinsqualität überwiegend hoch
2. Anteil minderwertiger oder nicht verwertbarer Gesteine, insbesondere Dolomitsteine, ca. 5–10 %
3. Verkarstung gering bis sehr gering
4. Nutzbare Mächtigkeiten im Mittel 50–75 m
5. Große bis sehr große flächenhafte Erstreckung von 100–200 ha
6. Tektonische Störungen weder nachgewiesen noch vermutet

**Sehr hohes LP**:

1. Gesteinsqualität hoch
2. Anteil minderwertiger oder nicht verwertbarer Gesteine, insbesondere Dolomitsteine, < 5 %
3. Verkarstung gering bis sehr gering
4. Nutzbare Mächtigkeiten im Mittel 70–85 m
5. Sehr große flächenhafte Erstreckung von > 200 ha
6. Tektonische Störungen weder nachgewiesen noch vermutet

## Literatur


- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- LGRB (2007a). *Blatt L 6716/L 6916 Speyer/Karlsruhe-Nord (Anteil Baden-Württemberg), mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 278 S., 24 Abb., 4 Tab., 2 Kt., 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Kleinschnitz, M. & Kesten D., m. Beitr. v. Werner, W. & Kilger, B.-M.]
- LGRB (2009a). *Blatt L 6718 Heidelberg-Süd, mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 242 S., 33 Abb., 8 Tab., 1 Kt., 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Kleinschnitz, M. & Engesser, W.]
- Werner, W. (2000d). *Regional-planning-related exploration for non-metallic minerals – a case history from southwestern Germany.* – Zeitschrift für Angewandte Geologie, 46, S. 3–14. [11 Abb.]


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 25.01.21 - 15:14):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/kalksteine-im-oberen-muschelkalk

# Schwarzwald

Der Schwarzwald ist ein 6000 km$^2$ großes, überwiegend bewaldetes Mittelgebirge, das eine Nord–Süd-Ausdehnung von ca. 160 km und eine Breite von 35–50 km besitzt. Er erstreckt sich vom Hochrheintal bei Bad Säckingen nach Norden bis zu einer Linie Karlsruhe–Pforzheim. Im Westen wird er durch den Oberrheingraben und dessen Vorberge begrenzt. Im Osten und Norden markiert die Buntsandstein/Muschelkalk-Grenze den Übergang zu den Gäulandschaften.

## Landschaft und Klima

*Blick vom Belchen ins Kleine Wiesental im Südschwarzwald*

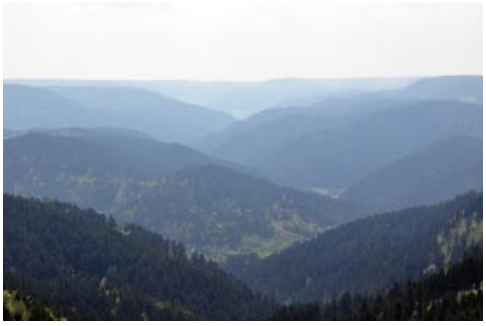
Deutschlands höchstes Mittelgebirge lässt sich geographisch in einen nördlichen, mittleren und südlichen Abschnitt gliedern. Geologisch kann man das Gebiet grob in den Grundgebirgs-Schwarzwald und den Buntsandstein-Schwarzwald unterteilen. Man spricht von Grundgebirge, weil auf diesem Fundament die viel jüngeren Gesteine des sog. Deckgebirges abgelagert wurden. Die Sedimentgesteine des jüngeren Perms und des Buntsandsteins überlagern die Kristallingesteine des Grundgebirges v. a. im Nordschwarzwald und am Ostrand des Mittleren Schwarzwalds. Sie treten aber auch im Westen und Südwesten, im Bereich der Buntsandsteinberge bei Lahr und Emmendingen sowie im Weitenauer Bergland in Erscheinung und bilden am Ost- und Südrand des Südschwarzwalds kleine Vorkommen (Günther, 2010).

Der ungefähr nördlich der Linie Offenburg-Freudenstadt gelegene **Nordschwarzwald** wird am Westrand von Granit und Gneis aufgebaut. Die stark zertalte, 5–20 km breite Berglandschaft wird als „Nördlicher Talschwarzwald“ bezeichnet (Meynen & Schmitthüsen, 1955; Sick, 1989). Die zahllosen Bergkuppen besitzen meist Höhenlagen von 500–800 m NN.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Östlich davon wird das Landschaftsbild v. a. durch den Buntsandstein geprägt. Die Sandsteinschichten bilden ein schwach nach Südosten geneigtes Flachrelief, das durch tief eingeschnittene Täler zerschnitten ist (Murg-, Alb-, Enz- und Nagoldtal). Im zentralen Bereich des Nordschwarzwalds bilden sie den Naturraum „Grindenschwarzwald und Enzhöhen“, eine kaum besiedelte, überwiegend von dunklen Nadelwäldern bestandene Hochflächenlandschaft. Als Grinden (schwäb. „Grind“ = Kopf) werden die höchsten, waldfreien Hochflächen bezeichnet (z. B. Hornisgrinde 1163 m NN). Auf den im Osten und Norden anschließenden, weniger hoch gelegenen „Schwarzwald-Randplatten“ werden die Waldgebiete immer wieder von Rodungsinseln und Siedlungen unterbrochen. Klima und Böden sind hier weniger extrem als im Grindenschwarzwald und lassen in gewissem Umfang eine landwirtschaftliche Nutzung zu.

*Blick von der Friedrichshöhe bei Freudenstadt über das Stadtgebiet und die bewaldeten Schwarzwald-Randplatten nach Norden, zum Windpark Nordschwarzwald*



*Das Schiltachtal im Mittleren Schwarzwald zwischen Schiltach und Schramberg*

Beim **Mittleren Schwarzwald** handelt es sich um die gegenüber dem Nord- und Südschwarzwald insgesamt niedriger gelegene, v. a. von den Flusssystemen der Kinzig und Elz stark zertalte Berglandschaft (Mäckel, 2014), die im Süden etwa bis zur Linie Freiburg–Titisee-Neustadt (Dreisamtal–Gutachtal) reicht. Vorherrschende Gesteine im Mittleren Schwarzwald sind Gneise. Ein großes Granitgebiet findet sich im Osten, im Raum Triberg/Schramberg. Die Bergkuppen des Kinzigeinzugsgebiets befinden sich überwiegend in Höhenlagen zwischen 450 und 800 m NN. Ihnen sind einzelne höhere Bergplateaus aus Buntsandstein aufgesetzt (z. B. Mooskopf, 871 m NN). Südlich des Elztals treten höhere Erhebungen auf, die von ihrem Landschaftscharakter bereits mit dem Südschwarzwald vergleichbar sind (z. B. Kandel 1241 m NN). Im Osten bildet ein schmaler Streifen Buntsandstein die flache Ostabdachung des Mittleren Schwarzwalds. Weiter südlich reicht die schwach geneigte Schwarzwald-Ostabdachung bis in das Grundgebirge hinein. Das Einzugsgebiet der Donauquellflüsse Brigach und Breg erstreckt sich dort bis in den Raum St. Georgen/Furtwangen.

Der überwiegend von Gesteinen des Grundgebirges aufgebaute **Südschwarzwald** ist der höchste, am stärksten herausgehobene Teil des Schwarzwalds. Die höchsten Berge (Feldberg 1493 m NN, Herzogenhorn 1415 m NN, Belchen 1414 m NN) haben mit ihren unbewaldeten, weithin sichtbaren, oft noch im Mai mit Schnee bedeckten Gipfelregionen bereits subalpinen Charakter (Regierungspräsidium Freiburg, 2012a). Das Fehlen von Gehölzen ist allerdings eine Folge der jahrhundertelangen Nutzung der Bergkuppen als sommerliche Hochweiden. Im Westen dieser zentralen Erhebungen führte die Höhendifferenz von über 1000 m zur benachbarten Oberrheinebene zu einem lebhaften Relief mit tief eingeschnittenen, gefällereichen Tälern. Blickt man hingegen vom Feldberg nach Osten, so hat man eine sanft abfallende Hochfläche mit breiteren Tälern vor sich, die von der sog. Urdonau und ihren Nebentälern geschaffen wurden und heute zum Wutacheinzugsgebiet gehören. Auch auf der Südabdachung des Schwarzwalds, im Hotzenwald, finden sich von engen Tälern zerschnittene Hochflächen, die staffelartig zum Hochrheintal hin abfallen. Landschaftsprägend waren für den zentralen Südschwarzwald die Vergletscherungen der letzten Kaltzeiten. Sie haben Seen wie den Titisee, Gletscherablagerungen und breite Trogtäler hinterlassen.

*Südschwarzwald bei Todtnau-Präg*

*Blick über Haslach nach Nordwesten durchs Kinzigtal*

Das **Klima** des Schwarzwalds, der in seiner Längserstreckung quer zu den vorherrschenden, niederschlagbringenden Westwinden liegt, ist deutlich ozeanisch geprägt. Die Niederschlagsmengen sind hoch und die Winter relativ mild. Charakteristisch ist ein starker Gradient mit rasch ansteigenden Jahresmittelwerten von 1100 mm Niederschlag am westlichen Fuß des Schwarzwalds auf bis zu 2100 mm in den höchsten Lagen. Die im Südwesten, jenseits des Rheingrabens gelegenen Hochvogesen fangen bereits einen Teil der Niederschläge ab, so dass die Niederschlagsmengen im Südschwarzwald nicht über denen des weniger hohen Nordschwarzwalds liegen. Am relativ niedrig gelegenen Westrand des Mittleren Schwarzwalds betragen die durchschnittlichen Jahresniederschläge verbreitet nur 1000–1100 mm. In Leelage erfolgt auf der Ostabdachung des Schwarzwalds wieder eine allmähliche Abnahme der Niederschläge auf 1000 mm bei VS-Villingen bzw. 800 mm südlich von Pforzheim. Die Jahresdurchschnittstemperaturen ändern sich naturgemäß mit der Höhenlage. Sie betragen am Fuß des Schwarzwalds im Westen und Norden ca. 9,5 °C. In den höchsten Lagen sinken sie auf ca. 5,5 °C im Norden und 3,5 °C im Süden. Am Ost- und Südrand des Mittelgebirges steigen die Werte wieder auf 6–8 °C an. Das gelegentliche Auftreten von Inversionswetterlagen führt zu zeitlich begrenzten Abweichungen von diesen Verhältnissen. Auch reliefbedingte, kleinklimatische Besonderheiten haben ein differenziertes Muster der Temperaturverteilung zur Folge.

## Geologisch-geomorphologischer Überblick

*Handstücke eines Gneisanatexits (links) und eines grobkörnigen Bärhalde-Granits aus dem Südschwarzwald*

Vorherrschende Gesteine des **Grundgebirges** sind Gneise, gneisähnliche Gesteine und Granite. In diesen sog. Kristallingesteinen sind die einzelnen Mineralkörner, hauptsächlich Feldspäte, Quarz und Glimmer, meist mit bloßem Auge erkennbar. Die Gneise sind unter hohem Druck und bei hohen Temperaturen vor rund 350 bis 330 Millionen Jahren in großen Tiefen aus der Umwandlung noch viel älterer Gesteine entstanden. Die typischerweise lagig angeordneten Minerale bilden ein schiefriges Gefüge. Meist handelt es sich bei den Gneisen um umgewandelte Sedimentgesteine. Sie werden als Paragneise bezeichnet. Eine geringere Verbreitung haben die sog. Flasergneise (Orthogneise). Bei ihnen handelt es sich um glimmerarme und oft grobkörnige Gesteine, die sich vorwiegend aus Graniten gebildet haben. Teilweise waren die Gneise so hohen Temperaturen ausgesetzt, dass sie zu unterschiedlichen Teilen wieder aufgeschmolzen wurden. Sie haben dann ein schlieriges, gefaltetes, massiges oder granitähnliches Aussehen (Migmatite). Die Granite des Schwarzwalds sind etwas jünger als die Gneise und besitzen ein körniges Mineralgefüge. Sie sind aus langsam abkühlender Gesteinsschmelze (Magma) entstanden, die von unten in die Gneise eingedrungen ist. Die Prozesse der Gneisbildung und das Eindringen granitischer Magmen liefen im Erdaltertum ab, als durch die Kollision von Kontinentalplatten ein großes Faltengebirge entstand, das den alten Urkontinent Pangäa „zusammenschweißte“ (variskische Gebirgsbildung). Zeugen dieser Vorgänge sind auch die Gesteine der sog. Badenweiler–Lenzkirch-Zone, die sich quer durch den Südschwarzwald erstreckt. Es handelt sich um einen 2–5 km schmalen Streifen, in dem an einer alten Plattengrenze schwach umgewandelte Sedimentgesteine und Vulkanite aus dem Erdaltertum vorkommen (Sawatzki & Hann, 2003).

Im Karbon war das Gebiet des heutigen Schwarzwalds Teil eines Hochgebirges, das sich von Spanien bis Tschechien quer durch Europa erstreckte. Der Abtragungsschutt dieses Gebirges zeigt sich im Schwarzwald noch in unreifen, an Feldspat reichen Sedimenten aus dem späten Karbon und Perm. Während die Ablagerungen des Oberkarbons noch in einem tropischen Gebirgsklima entstanden und geringe Mengen Kohle enthalten, geriet der süddeutsche Raum im Perm in den subtropischen Wüstengürtel. Rote Schuttablagerungen, Sandsteine und Feinsedimente aus dem frühen Perm sammelten sich als Rotliegend-Sedimente in mehreren tektonisch entstandenen Becken, an deren Rändern rhyolithische Magmen aufstiegen und es zu Vulkanausbrüchen kam. Quarzporphyre und Tuffe zeugen noch als Rotliegend-Magmatite von diesen Ereignissen (Geyer et al., 2011).

*Rotliegend-Sedimente bei Gaggenau*

*Aufgelassener Steinbruch im Mittleren Buntsandstein bei Baden-Baden*

Im darauffolgenden Erdmittelalter war Südwestdeutschland Teil eines großen Beckens, in dem über 100 Millionen Jahre lang die Sedimentgesteine des Deckgebirges abgelagert wurden (Trias und Jura). Die Gesteine des **Buntsandsteins** sind besonders im Nordschwarzwald noch weiträumig erhalten, sie bilden die unterste Stufe der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft. Die überwiegend sandigen Sedimente wurden vor rund 250 Millionen Jahren von Flüssen mit sehr unregelmäßiger Wasserführung in wüstenartigem Klima abgelagert. Die auffallend rote Farbe der Gesteine ist auf Eisenoxid-Überzüge auf den Quarzkörnern zurückzuführen.

Die gefleckten Sandsteine der Tigersandstein-Formation an der Basis wurden früher dem Unteren Buntsandstein zugerechnet, sind aber gleich alt wie der Zechstein Norddeutschlands und werden heute als randliche Ablagerung mit diesem zusammengefasst. Darüber folgen im Unteren und Mittleren Buntsandstein dickbankige, partiell Quarzkies führende Sandsteine. Die Sandsteinbänke sind teils tonig gebunden und leicht verwitterbar. Teils sind sie verkieselt und hart. Der Obere Buntsandstein besteht aus überwiegend plattigen Sandsteinen und Tonsteinen.

*Steinbruch im Murgtal bei Baiersbronn-Klosterreichenbach mit aufgeschlossener Grenze zwischen Deckgebirge und Grundgebirge*

Jüngere Ablagerungen der Trias (Muschelkalk, Keuper) und des Juras sind wahrscheinlich im gesamten Schwarzwald abgelagert worden, seit dem Tertiär aber der Abtragung anheimgefallen. Vor etwa 65 Millionen Jahren begann sich durch die Kollision der Afrikanischen mit der Europäischen Platte erneut ein großes Gebirge empor zu falten – die Alpen. In Zusammenhang mit diesen Vorgängen stand das Einsinken des Oberrheingrabens und das Anheben der Grabenränder – Prozesse, die abgeschwächt bis heute andauern. Mit der Heraushebung des Schwarzwalds wurden nach und nach die Trias- und Jura-Schichten in weiten Bereichen wieder abgetragen. Gerölle in der tertiärzeitlichen Juranagelfluh im Hegau geben noch ein letztes Zeugnis dieses einstigen Deckgebirges.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Durch das Einschneiden der Flüsse v. a. im Eiszeitalter, das vor rund 2,6 Millionen Jahren begann, nahm das Relief des Schwarzwalds immer mehr seine heutige Form an. In den kältesten Phasen erfolgte zudem eine Formung durch das Gletschereis. Während der Südschwarzwald in der letzten Eiszeit von einer großen Eiskappe bedeckt war, gab es im Nordschwarzwald viele kleinere Kargletscher. Das Großrelief des Schwarzwalds ist durch den Unterschied zwischen dem intensiv zertalten Steilabfall zum Rheingraben im Westen und der sanft geneigten Abdachung auf der Ostseite geprägt. Die Flüsse waren dort in der späten Tertiärzeit alle noch Teil des Flusssystems der Donau. Heute sind es noch deren Quellflüsse Brigach und Breg, die von Osten weit in den Schwarzwald eingreifen. In den Wasserscheidenbereichen finden sich sanfte Landschaftsformen mit Hochflächencharakter.

*Blick über den Titisee zum Feldberg*

## Böden

Durch Verwitterung, Verlehmung und Verbraunung sind aus den silikatischen Gesteinen mehr oder weniger steinige, lehmig-sandige Böden hervorgegangen, die als Braunerden bezeichnet werden. Sie haben sich nur stellenweise aus anstehendem Felsgestein entwickelt. Meist ist die Bodenentwicklung in oft mehrschichtigen Schuttdecken abgelaufen. Diese sind durch Frostverwitterung und verschiedene Verlagerungsprozesse in der letzten Kaltzeit entstanden. Die Eigenschaften und Entwicklungstiefe der Böden korrespondieren eng mit der Mächtigkeit der Schuttdecken. Diese ist auf Bergkuppen, an Oberhängen und auf Hangrippen meist gering, kann aber an Unterhängen viele Meter betragen.

*Bodenaufschluss im Triberger Granit*

Ein Merkmal, mit dem die Braunerden sich weiter differenzieren lassen, ist der Grad der Podsolierung. Bei diesem Prozess werden v. a. auf sehr sauren, nährstoffarmen und durchlässigen Substraten Humus- und Eisenverbindungen aus dem Oberboden ausgewaschen und nach unten verlagert. Während Böden auf Gneis meist keine oder nur schwache Podsolierungsmerkmale aufweisen, sind diese bei sandigem und blockreichem Verwitterungsmaterial aus kieseligen Sandsteinen oder aus grobkörnigen, quarzreichen Graniten besonders deutlich ausgeprägt. Die Podsole besitzen einen hellen, gebleichten Oberboden, Anreicherungshorizonte von Humus und Eisenoxiden im Unterboden und eine oft mit Heidelbeeren bewachsene Auflage aus schwarzem Rohhumus.

*Podsol aus Glazialsediment*

Auf den glimmerreichen, tonigen Sandsteinen des Oberen Buntsandsteins sind auf den Hochflächen am Nord- und Ostrand des Schwarzwalds sandig-lehmige Braunerden verbreitet, die häufig auch landwirtschaftlich genutzt werden. In Lagen unterhalb von 650 m NN macht sich außerdem ein deutlicher Lösslehmeinfluss in den Böden bemerkbar, der die Bodeneigenschaften weiter verbessert. Auch in den tieferen Lagen am Westrand des Grundgebirgsschwarzwalds ist den Schuttdecken in zunehmendem Maße Lösslehm beigemischt.

Charakteristisch für die reliefarmen, niederschlagsreichen Buntsandstein-Hochflächen ist das Vorkommen von Mooren und Böden mit lang anhaltender Staunässe (Stagnogleye). Als Wasserstauer wirken Bodenhorizonte aus tonreichen, dichtgelagerten Fließerden, verfestigte Anreicherungshorizonte in Podsolen oder schwer wasserdurchlässige, verkieselte Konglomeratbänke. Auch in den Karen sowie in den Talmulden im Wasserscheidengebiet des Mittleren Schwarzwalds oder im Glazialgebiet des Südschwarzwalds treten verbreitet vernässte und vermoorte Bereiche auf.

*Vermoorte breite Talmulde bei Schönwald-Weißenbach*

## Landnutzung

*Weinbaulich genutzte Grundgebirgshänge bei Durbach, am Westrand des Schwarzwalds – links hinten ist der Mooskopf zu sehen (Buntsandstein)*

Kühlfeuchtes Klima, nährstoffarme, saure Sandböden und steile Hänge sind der Grund für die überwiegende forstliche Nutzung des Schwarzwalds. Den höchsten Wald- und Nadelholzanteil findet man auf den sauren, nährstoffarmen Böden des Buntsandstein-Schwarzwalds. Der Grundgebirgs-Schwarzwald ist dagegen in weiten Bereichen eine offenere und abwechslungsreichere Landschaft, mit einem hohen Anteil an Wiesen und Weiden. In vielen Bereichen, v. a. am klimatisch begünstigten westlichen Anstieg, finden sich Laub- und Mischwälder, denen sich in den tieferen Lagen, im Übergang zur Vorbergzone, Obstwiesen und Weinberge anschließen (Wilmanns, 2001).

*Zertalter Grindenschwarzwald zwischen oberem Murgtal und Schwarzwaldhochstraße westlich von Baiersbronn*

Der zu 66 % bewaldete Schwarzwald (Brückner, 1989) hat seinen Namen von den ausgedehnten dunklen Wäldern mit vielen Nadelhölzern. Im frühen Mittelalter, als der Schwarzwald seinen Namen erhielt, war jedoch der Nadelholzanteil noch nicht so hoch wie heute. Die heutige Baumartenzusammensetzung der Wirtschaftswälder ist größtenteils durch den Menschen bedingt. Der hohe Bedarf an Brennmaterial und Baustoff führte dazu, dass der Schwarzwald bis in die erste Hälfte des 19. Jh. in weiten Bereichen entwaldet war. Das Brennholz zur Versorgung der Städte wurde durch Wildflößerei (Trift) die Flüsse hinabtransportiert. Auch der mittels Langholzflößerei betriebene Export von Bauholz hatte im Mittel- und Nordschwarzwald ausgedehnte entwaldete Flächen zur Folge. Große Holzmengen wurden auch zur Herstellung von Holzkohle benötigt, die in den Bergbaurevieren des Schwarzwalds Verwendung fand oder in den Glashütten zum Einsatz kam. Eine Naturverjüngung wurde durch anschließende Beweidung vielfach verhindert. Erst die Aufforstungen nach Einführung der geregelten Forstwirtschaft im 19. Jh. führte zu den „schwarzwaldtypischen“ dunklen Wäldern mit einem Nadelholzanteil von rund 85 %.

Die früher autark wirtschaftenden Schwarzwaldhöfe besaßen Flurstücke in Hanglage, an denen Ackerland im mehrjährigen Rhythmus mit Grünland, Brache oder Niederwald abwechselte. Heute findet sich ackerbauliche Nutzung fast nur noch in wenigen begünstigten Flachlagen des Hotzenwalds, in den tiefsten Lagen auf Terrassenflächen der breiteren Täler sowie auf den Schwarzwald-Randplatten, im Übergang zu den Gäulandschaften.

*Mittlerer Schwarzwald und Kinzigtal zwischen Haslach und Hausach*

# Grundwasser

*Schutthalde aus Flasergneisgestein (Kybfelsen bei Freiburg im Breisgau)*

Die magmatischen Granite und metamorphen Gneise des Kristallinen Grundgebirges führen im unverwitterten Zustand nur wenig Grundwasser, das auf einzelnen Klüften und Spalten fließt. Mit der Tiefe nehmen die Kluftweite und der Kluftabstand rasch ab. Folglich ist das Kristallin ein Grundwassergeringleiter, bereichsweise ein gering ergiebiger Kluftgrundwasserleiter. Im oberflächennahen Verwitterungs- und Auflockerungsbereich, in grobporigen Hangschuttdecken und auf Störungszonen fließt mehr Grundwasser. Dort entspringen zahlreiche Quellen, die aufgrund ihrer kleinen Einzugsgebiete jedoch vielfach durch starke Schüttungsschwankungen gekennzeichnet sind.

Im Kristallin des Schwarzwalds kommen in Trögen paläozoische Sedimente (z. B. die Rotliegend-Tröge bei Baden-Baden) und in tektonischen Grabenstrukturen gefaltetes Paläozoikum (z. B. die Badenweiler–Lenzkirch-Zone) vor. Die paläozoischen Gesteine sind überwiegend Grundwassergeringleiter. Eine Ausnahme bilden die Rotliegend-Magmatite. Sie sind als meist gering ergiebige Kluftgrundwasserleiter ausgebildet. Im Südschwarzwald treten aus dem engständig geklüfteten Münstertal-Quarzporphyr Quellen aus, die zur Trinkwasserversorgung genutzt werden.

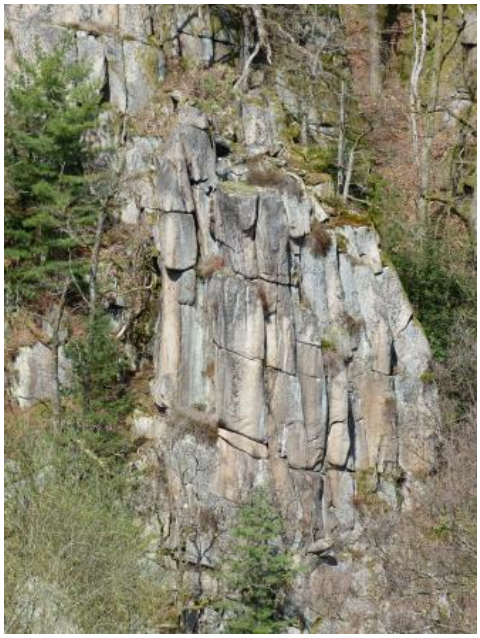
*Deckenporphyr, Scharfenstein (Münstertal/Schwarzwald)*

*Buntsandstein über Granitzersatz (Steinbruch bei Grafenhausen-Balzhausen)*

An der Ostabdachung des Schwarzwalds bilden die mächtigen Sandsteinfolgen des Buntsandsteins Kluftgrundwasserleiter. In den konglomeratischen Lagen und in der Auflockerungszone können die Grundwasserfließgeschwindigkeiten z. T. sehr hoch sein. Im Mittleren Buntsandstein führen die grobkörnigen Schichtglieder das meiste Grundwasser. Sie bilden den Hauptgrundwasserleiter. Der Obere Buntsandstein ist durch eine Wechselfolge von Grundwassergeringleitern und Kluftgrundwasserleitern charakterisiert. Oberflächennah gibt es zahlreiche Kluft- und Hangschuttquellen mit begrenzten Einzugsgebieten, an der Grenze zum Grundgebirge treten an Quellenlinien zahlreiche ergiebige Quellen aus.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Die Grundwasservorkommen im Kristallin und Paläozoikum sind von lokaler wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Zwar gibt es viele Quellen, die zur örtlichen Wasserversorgung genutzt werden. Trotz der hohen Niederschläge im Schwarzwald haben sie jedoch aufgrund ihrer kleinen Einzugsgebiete und des geringen Speichervermögens der Klüfte stark schwankende Schüttungen. Neben der Nutzung durch Quellen werden die Grundwasservorkommen vereinzelt durch Brunnen erschlossen. Insbesondere im Nordschwarzwald werden tiefere Grundwasservorkommen als Mineral- und Thermalwasser genutzt (z. B. Bad Wildbad).


*Eulenfelsen aus Granit bei Forbach-Gausbach*

Wasserwirtschaftlich von größerer Bedeutung sind die Grundwasservorkommen im Buntsandstein-Schwarzwald. Im Unteren und Mittleren Buntsandstein liegen die Brunnenergiebigkeiten meist zwischen 10 und 30 l/s, die Quellen schütten bis 20 l/s. Sehr hohe Ergiebigkeiten sind an tektonisch bedingte Verwerfungs- und Bruchzonen gebunden.

Die Wasserhärte im Kristallin liegt oberflächennah im Härtebereich „weich“ (0,5–5 °dH), ebenso ist der Gehalt an gelösten Feststoffen niedrig (30–70 mg/l). Im Buntsandstein sind die Wässer ebenfalls überwiegend weich (bis 8 °dH), bei Überlagerung durch Muschelkalk- bzw. Lösssedimente härter (bis 12 °dH, mittlerer Härtebereich). Im Oberen Buntsandstein können in den Grundwässern erhöhte Sulfatgehalte auftreten, die auf die Gipsführung in der Rötton-Formation zurückgehen. Der Feststoffanteil im Grundwasser aus dem Buntsandstein beträgt ca. 40 bis 100 mg/l.

Weiterführende Informationen zu den hydrogeologischen Verhältnissen im Schwarzwald finden sich in Geologisches Landesamt (1994b), HGK (1985), Villinger (2011) sowie in Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016).

## Geogefahren

*Felssturz an der Kreisstraße K6561 bei Berau*

Bedingt durch das relativ steile Mittelgebirgsrelief sind gravitative Massenbewegungen die häufigsten geogenen Naturgefahren im Schwarzwald. An felsigen Steilhängen der Täler im kristallinen Grundgebirge sowie im Ausstrichbereich des Buntsandsteins ist häufig mit Sturzereignissen zu rechnen. Zeugen vergangener Ereignisse sind zahlreiche Blockfelder und Felsenmeere, die im gesamten Gebiet des Schwarzwalds zu finden sind.

Durch Starkregen und Schneeschmelze verursacht können in Wildbachgerinnen bzw. in sehr engen Tälern und an Hängen murgangähnliche Ereignisse entstehen. Prominente Beispiele sind hier z. B. die Ereignisse in Oppenau und Menzenschwand.

Neben den häufiger im Schwarzwald auftretenden Sturz- und murgangähnlichen Ereignissen sind in den Gesteinen des Buntsandsteins, u. a. in Röttonen (Kessler & Leiber, 1980; Bangert, 1991) oder entlang tektonischer Zerrüttungszonen, auch Hangrutschungen bekannt (Kessler, 2010).

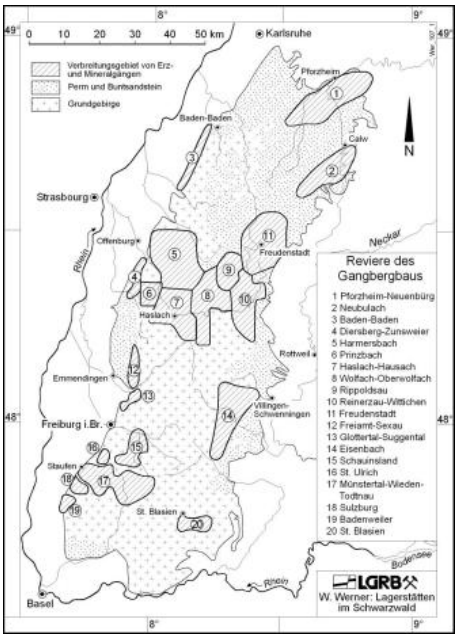
# Rohstoffe

Granite und Gneise werden zur Herstellung von gebrochenen, oft güteüberwachten Natursteinkörnungen genutzt. Die früher weit verbreitete Gewinnung und Nutzung der Granite als Naturwerkstein ist wegen der hohen Herstellungskosten und der starken ausländischen Konkurrenz weitgehend aufgegeben worden. Heute werden nur noch in einigen der Abbaustellen in geringem Umfang Werksteinprodukte gefertigt.
Erwähnenswerter Abbau auf geringmächtige Kohleflöze ging zwischen 1755 und 1926 im schmalen Oberkarbonvorkommen zwischen Diersburg und Berghaupten um. Unter schwierigen Bedingungen wurden dort insgesamt ca. 500.000 t hochwertige Anthrazit-Kohle gefördert.

*Luftbild des Steinbruchs Ottenhöfen; Foto: Wilhelm-Bohnert GmbH & Co. KG*

Die zähen und sehr festen permischen Rotliegend-Vulkanite wurden früher bei Baden-Baden sowie zwischen Diersburg, Seelbach und Schuttertal gewonnen. Heute wird Quarzporphyr bei Friesenheim und Ottenhöfen abgebaut, in Ottenhöfen besitzt er partienweise Gleisschotterqualität. Bei Freiamt wird ein verkieselter Tuff genutzt. Der unterkarbonische Münstertäler Quarzporphyr ist bisher kaum genutzt worden. Aus dem Buntsandstein wurden seit vielen Jahrhunderten in großer Menge Werksteine gewonnen. Sie stammen aus der Vogesensandstein-Formation des Unteren und Mittleren Buntsandsteins und aus der Plattensandstein-Formation des Oberen Buntsandsteins. Heute sind nur noch vier Steinbrüche bei Lahr-Kuhbach, Kenzingen und Tennenbach (alle Vogesensandstein-Formation) und bei Dunningen-Seedorf (Plattensandstein-Formation) in Betrieb (Stand 2020). Das Gestein aus Tennenbach und Lahr-Kuhbach wird teilweise für Sanierungsarbeiten am Freiburger Münster eingesetzt. Die Sandsteine der Tigersandstein-Formation (Zechstein) wurden in großen Brüchen westlich und östlich von Baden-Baden sowie östlich von Gernsbach und Gaggenau („Murgtalsandstein“) abgebaut. Der letzte Steinbruch wurde in den 1960er Jahren bei Gaggenau-Hörden aufgegeben.

Die nachfolgenden Ausführungen zum Bergbau im Schwarzwald sind dem Buch „Lagerstätten und Bergbau im Schwarzwald“ (Dennert & Werner 2004) entnommen:




*Die Reviere des Gangbergbaus im Schwarzwald*

Ca. 400–500 Hydrothermalgänge in 20 Revieren (vgl. Karte „Gangreviere im Schwarzwald“) haben bislang aufgrund ihrer Erz- und Mineralführung zumindest zeitweise wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Die bisher frühesten, ca. 7000 Jahre alten Bergbauspuren stammen aus dem Gebiet Bad Sulzburg. Dort wurden Hämatiterze zur Gewinnung roter Farbpigmente abgebaut.

Bereits vor rund 2600 Jahren betrieben die Kelten planmäßigen übertägigen Bergbau auf Eisen- und Buntmetallerze. Durch Grabungen in Waldrennach bei Neuenbürg wurden ausgedehnte Schlackenhalden und ca. 50 Schmelzöfen (sog. Rennöfen) nachgewiesen. Es sind die ältesten keltischen Eisenerzverhüttungsspuren in Mitteleuropa.

Römischer Erzbergbau (Fe, Pb, Ag), vielfach den keltischen Spuren folgend, ist an einigen Stellen im Schwarzwald nachgewiesen oder sehr wahrscheinlich: Pforzheim (Fe), Sulzburg (Pb), Badenweiler (Pb), Prinzbach (Kinzigtal; Pb, Ag). Die größte Blüte erlebte der in die Tiefe vordringende Erzbergbau (vornehmlich Ag und Pb, seltener Cu) im Mittelalter zwischen dem 10. und 14. Jh. Die bedeutenden Silbererzbergbaureviere lagen bei Prinzbach, Wittichen, Hausach, Haslach, Suggental, Glottertal, Schauinsland, St. Ulrich, Münstertal und Todtnau (vgl. Karte). Die Entstehung und Entwicklung Freiburgs ist eng mit diesem Silbererzbergbau verbunden.
Kriege, Pestepidemien, eine Klimaverschlechterung (kleine Eiszeit) und billigere Metallimporte bedingten einen Rückgang bzw. eine Einstellung des Bergbaus im Schwarzwald vom Ende des 16. bis Mitte des 17. Jh. Vielerorts wurde der Bergbau erst zu Beginn des 18. Jh. wiederaufgenommen, wie z. B. im Kinzigtal, Wittichen, Freiamt-Sexau und am Schauinsland.

*Archäologische Ausgrabung von keltischen Rennöfen*

Auf vielen, bereits durch den Erzbergbau bekannten Gängen begann ab Mitte des 19. Jh. der Bergbau auf Schwerspat ($BaSO_4$). Der reinweiße Baryt wurde zunächst für die Herstellung lichtechter Farben benötigt und wird heute vielfältig eingesetzt (z. B. als Zusatz zur Bohrspülung bei Tiefbohrungen, Fotopapier, Schwerbeton, Kontrastmittel bei Röntgenuntersuchungen). Mit zunehmender Industrialisierung wurde im 20. Jh. dann auch der oft auf gleicher Lagerstätte vorkommende Flussspat ($CaF_2$) bergmännisch gewonnen; aus ihm werden z. B. Hüttenspat (Flussmittel für den Hochofenprozess), Kryolith (zur Aluminiumherstellung) und Säurespat hergestellt. Hervorzuheben sind zwei Gruben: In der Fluss- und Schwerspatgrube Käfersteige (1935–1997) im Würmtal bei Pforzheim wurde ein bis zu 30 m mächtiger, mindestens bis 500 m unter Tage bauwürdiger Flussspat-Gang aufgefahren. Er gehört zu den größten Ganglagerstätten Europas und birgt noch erhebliche Vorräte.

*Unter-Tage-Aufnahme aus der Grube Clara mit vererztem Diagonaltrum*

In der über 800 m tiefen Grube Clara bei Oberwolfach, deren Anfänge mindestens bis ins 17. Jh. zurückreichen, werden seit 1850 Schwerspat und seit 1971 auch Flussspat gewonnen. Als Nebenprodukt werden seit 1997 aus dem vergesellschafteten Fahlerz nennenswerte Mengen an Silber und Kupfer gewonnen. Sie ist das einzige in Betrieb befindliche Spatbergwerk Deutschlands.

Am Schauinsland bei Freiburg ging der Bergbau seit dem 13. Jh. zunächst auf Silber und später dann auch auf Blei um, das ab dem 18. Jh. große wirtschaftliche Bedeutung erlangte. Im Zuge der Industrialisierung begann ab 1900 der Abbau auf Zinkerz. Der Abbau wurde 1954 eingestellt. Die Grubenbaue des 900 m tiefen Abbaus erreichten bis zu diesem Zeitpunkt eine Gesamtlänge von ca. 100 km. Abbauversuche auf Uranerze erfolgten bei Menzenschwand (1961–1991) in einem bereits spätvariskisch entstandenen hydrothermalen Gangsystem. Ebenfalls auf die Gewinnung von Uranerzen ausgerichtet waren Abbauversuche in karbonischen Ablagerungen bei Müllenbach (1974–1982).

## Externe Lexika

WIKIPEDIA

- Schwarzwald

## Weiterführende Links zum Thema

- Biosphärengebiet Schwarzwald
- Nationalpark Schwarzwald
- LEO-BW: Schwarzwald

## Literatur


- Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016). *Regionale Hydrogeologie von Deutschland – Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe A, 163, 456 S., Hannover.
- Bangert, V. (1991). *Erläuterungen zu Blatt 8115 Lenzkirch.* – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 132 S., 5 Taf., 3 Beil., Stuttgart (Badische Geologische Landesanstalt).
- Brückner, H. (1989). *Die Entwicklung der Wälder des Schwarzwaldes durch die Nutzung vergangener Jahrhunderte und ihre heutige Bedeutung.* – Liehl, E. & Sick, W.-D. (Hrsg.). Der Schwarzwald – Beiträge zur Landeskunde, 4. Aufl., S. 155–180, Bühl/Baden (Konkordia).
- Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1994b). *Ergiebigkeitsuntersuchungen in Festgesteinsaquiferen.* – GLA-Informationen, 6, 114 S., Freiburg i. Br.
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Günther, D. (2010). *Der Schwarzwald und seine Umgebung – Geologie - Mineralogie - Bergbau - Umwelt und Geotourismus.* – Sammlung geologischer Führer, 102, 302 S., Stuttgart (Borntraeger).
- HGK (1985). *Grundwasserlandschaften.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 12 S., 8 Anlagen, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Kessler, G. (2010). *Erläuterungen zum Blatt 7713 Schuttertal.* – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 288 S., 1 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- Kessler, G. & Leiber, J. (1980). *Erläuterungen zu Blatt 7813 Emmendingen.* – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 151 S., 3 Taf., 2 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1955). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 2. Lieferung.* 121 S., Remagen (Bundesanstalt für Landeskunde).
- Mäckel, R. (2014). *Die Naturräume um Freiburg im Breisgau – Ein Handbuch für die Gestaltung Geographischer Exkursionen.* – Freiburger Geographische Hefte, 74, S. 1–430.
- Regierungspräsidium Freiburg (2012a). *Der Feldberg.* 488 S., Ostfildern (Thorbecke).
- Sawatzki, G. & Hann, H. P. (2003). *Badenweiler–Lenzkirch-Zone (Südschwarzwald).* – Erläuterungen zur Geologischen Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 182 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- Sick, W.-D. (1989). *Der Schwarzwald – Landeskundlicher Überblick.* – Liehl, E. & Sick, W.-D. (Hrsg.). Der Schwarzwald – Beiträge zur Landeskunde, 4. Aufl., S. 529–545, Bühl/Baden (Konkordia).
- Villinger, E. (2011). *Erläuterungen zur Geologischen Übersichts- und Schulkarte von Baden-Württemberg 1 : 1 000 000.* 13. Aufl., 374 S., 1 Karte, Freiburg i. Br.
- Werner, W. & Dennert, V. (2004). *Lagerstätten und Bergbau im Schwarzwald – Ein Führer unter besonderer Berücksichtigung der für die Öffentlichkeit zugänglichen Bergwerke.* 334 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- Wilmanns, O. (2001). *Exkursionsführer Schwarzwald – Eine Einführung in Landschaft und Vegetation mit 45 Wanderrouten.* 304 S., Stuttgart (Ulmer).


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 17.01.23 - 10:05):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/unser-land/schwarzwald

# Oberrhein- und Hochrheingebiet

Wie kaum eine andere Landschaft Baden-Württembergs hebt sich das Oberrheinische Tiefland mit dem Hochrheintal von den benachbarten Landschaften ab. Die weiten Verebnungen im zentralen Bereich des Oberrheingrabens werden meist von schmalen Vorbergen der steil ansteigenden Randgebirge Schwarzwald, Vogesen, Odenwald und Pfälzer Wald begleitet. Die geringen Meereshöhen in der Tiefebene sorgen für das deutschlandweit wärmste Klima, was in Verbindung mit der vorteilhaften Topographie ideale Voraussetzungen für eine frühe Besiedlung bot. Bis heute haben diese besonderen naturräumlichen Verhältnisse die kulturelle und wirtschaftliche Entwicklung befördert.

## Landschaft und Klima

*Blick über die Wälder der Rheinaue beim Isteiner Klotz nach Nordwesten zu den Vogesen*

Der landschaftliche Charakter des Oberrhein- und Hochrheingebiets wird im Wesentlichen von der geologischen Entwicklung dieses Landschaftsraums bestimmt. Wie im Landschaftsnamen zum Ausdruck kommt, bildet der Rhein das verbindende Element. Weite Bereiche der **Oberrheinebene** und des **Hochrheintals** werden von ebenen Flussterrassen und -auen des Rheins und seiner Zuflüsse eingenommen. Die am Übergang zum Schwarzwald gelegenen **Vorberge** wie Markgräfler Hügelland, Lahr-Emmendinger- und Ortenau-Bühler-Vorberge sowie die Bergstraße nördlich und südlich von Heidelberg sind durch die östliche Hauptrandverwerfung vom Schwarzwald bzw. Odenwald getrennt und werden aufgrund ihrer naturräumlichen Ausstattung ebenfalls noch zu dieser Landschaftseinheit gezählt (Meynen & Schmithüsen, 1956). Entsprechendes gilt für den **Dinkelberg** im Norden des westlichen Hochrheins. Als zusätzliches Element erhebt sich nordwestlich von Freiburg die Vulkanruine des **Kaiserstuhls** aus der Oberrheinebene.

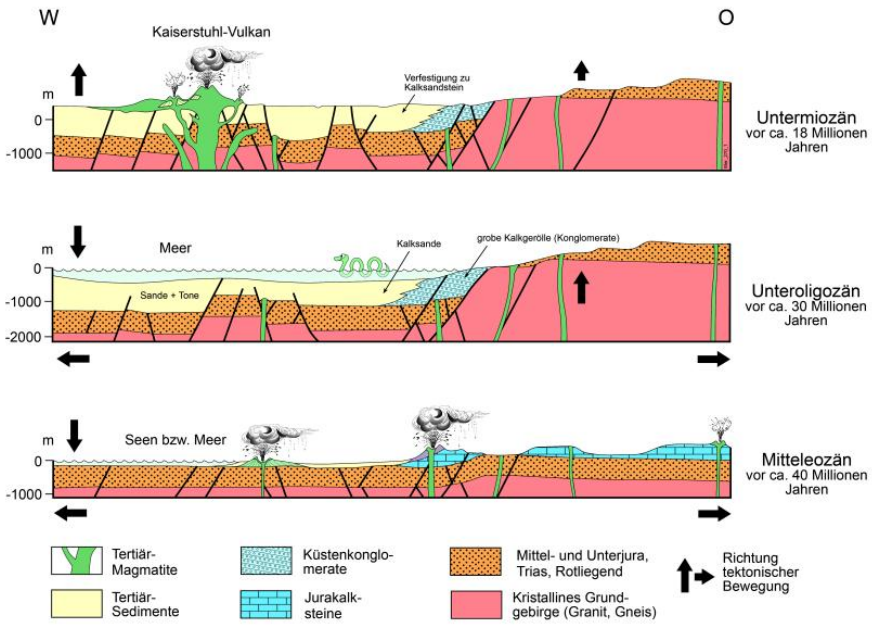
Als Teil einer von Südnorwegen bis in das westliche Mittelmeer ziehenden Grabenzone erstreckt sich der Oberrheingraben von Basel bis Frankfurt über eine Länge von 300 km und besitzt eine Breite von 35-40 km (Geyer et al., 2011). Der in Baden-Württemberg gelegene, rechtsrheinische Teil zwischen Basel und Mannheim ist rund 230 km lang und bis knapp 20 km breit. Mit Geländehöhen zwischen 250 m NN bei Basel und um 90 m NN an der Landesgrenze bei Mannheim besitzt die Rheinebene in diesem Abschnitt ein durchschnittliches Gefälle von 0,07 %. Der erst relativ spät zum Oberrhein entwässernde Hochrhein überwindet dagegen zwischen Stein am Rhein und Basel etwa dieselbe Höhendifferenz auf knapp der Hälfte der Strecke und hat sich deshalb stärker in die älteren Terrassen eingeschnitten.

Als ausgedehntes Becken mit geringen Meereshöhen und schützenden Randgebirgen sind die Sommer in der Oberrheinischen Tiefebene mit Jahresdurchschnittstemperaturen um 10 °C deutschlandweit am wärmsten. Zudem erreichen milde Südwest-Strömungen aus dem Mittelmeerraum den Oberrhein über die Burgundische Pforte. Innerhalb des Rheingrabens nehmen die Niederschläge von Westen nach Osten durch die Stauwirkung der östlichen Randgebirge deutlich zu. So steigen die durchschnittlichen Jahresniederschläge beispielsweise zwischen Breisach (192 m NN) über Freiburg (255 m NN) bis zum Schauinsland (1218 m NN) bei Freiburg von rund 600 mm bzw. 900 mm auf 1600 mm an. Die Steigungsregen beeinflussen auch die Niederschlagshöhen im relativ schmalen Hochrheintal, wo Jahresmittel von 900−1100 mm gemessen werden. Die Temperaturen bewegen sich hier zwischen 9 und 10 °C und gehen in den höheren Lagen des Dinkelbergs und am Südrand des Schwarzwaldes auf 8−9 °C zurück.

Im baden-württembergischen Teil der Oberrheinebene schwanken die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse in N−S-Richtung wenig. Ein für die Oberrheinebene typisches Wetterphänomen sind winterliche Inversionswetterlagen mit niedrigen Temperaturen unter einer Nebeldecke in der Ebene und milden Temperaturen auf den sonnigen Höhen.

## Geologisch-geomorphologischer Überblick

Die Entstehung des Oberrheingrabens geht auf eine Dehnung der Erdkruste in W−O-Richtung seit dem **älteren Tertiär** vor etwa 50 Mio. Jahren zurück. Im Grabenbereich wurde die Erdoberfläche entlang von N−S-gerichteten Verwerfungen seither um bis zu 4 km abgesenkt und die Grabenschultern im Bereich von Vogesen und Pfälzerwald bzw. Schwarzwald und Odenwald angehoben. Im Grabeninneren wurden **fluviatile** und **marine Sedimente** abgelagert, deren Zusammensetzung von der Absenkungsgeschwindigkeit und den herrschenden Klimabedingungen gesteuert wurde. So kamen während des Tertiärs neben sandigen und mergeligen Gesteinen auch **Süßwasserkalke** und an den Grabenrändern grobe **Konglomerate** zur Ablagerung. Im südlichen Graben wurden im **Eozän** Sulfat- und Salzgesteine gebildet. Die tertiäre Grabenfüllung besitzt eine Mächtigkeit von bis zu 3000 m.



*Entstehung des Oberrheingrabens*

Die Absenkung des Grabens verlief nicht kontinuierlich und war z. B. im **Miozän** phasenweise unterbrochen (Villinger, 2011). Zudem gliedert sich der Graben in zahlreiche Einzelschollen, die unterschiedlich tief abgesenkt wurden und beispielsweise die Vorbergzone am Schwarzwaldrand und die westliche Umrahmung der Freiburger Bucht aus mesozoischen und tertiären Gesteinen aufbauen. Die tieferen Lagen der Vorberge des Schwarzwalds und an der Bergstraße nördlich von Heidelberg sind großflächig mit **pleistozänem Löss**, überwiegend aus der letzten Kaltzeit, überdeckt.

Das Hochrheintal wird in seinem westlichen Teil vom Dinkelberg begleitet, der überwiegend aus stark verkarstetem **Oberen Muschelkalk** sowie in schmalen tektonischen Gräben aus **Keuper-**, vereinzelt aus **Juragesteinen** besteht. Den Talbereich nehmen **pleistozäne Terrassenablagerungen** und **holozäne Auensedimente** des Rheins ein.

*Geologische Vielfalt am Dinkelberg – Autobahnbaustelle östlich von Rheinfelden-Hagenbach mit schräggestellten Keuper und Unterjuraschichten*

Die Absenkung des Oberrheingrabens hat sich neben den klimatischen Einflüssen auch auf die Flussgeschichte im Bereich des heutigen Hochrheintals ausgewirkt. Eine verstärkte Absenkung im südlichen Oberrheingraben in Verbindung mit starker Hebung von Schwarzwald und Vogesen führte am Ende des Tertiärs, im **Oberpliozän**, zur Ablenkung der aus den Alpen kommenden Aare in den Oberrheingraben. Im **frühen Pleistozän** fand zusätzlich der bis dahin nach Norden zur Donau entwässernde Alpenrhein Anschluss an den Hochrhein.

Das weit in die Westalpen reichende Einzugsgebiet des Rheins transportierte während des Pleistozäns meist grobe sandig-kiesige Ablagerungen in den Oberrheingraben, wobei von Süden nach Norden eine deutliche Sortierung mit Abnahme der Korngrößen zu beobachten ist. Die quartäre Grabenfüllung lässt sich anhand wechselnder Korngrößen in mehrere, sich in ähnlicher Weise wiederholende Sedimentationszyklen gliedern. Mächtige sandig-kiesige Schotter der Kaltzeiten mit Vorstoß der Gletscher bis weit in das Alpenvorland wechseln dabei mit warmzeitlichen, meist sandig-schluffigen Ablagerungen ab. In ihrer Entstehung sind letztere mit den heutigen, die **würmzeitliche Niederterrasse** überlagernden Deckschichten durchaus vergleichbar.

*Karbonatit vom Kaiserstuhl (Vogtsburg-Schelingen)*

Der Kaiserstuhl bildet einen Vulkankomplex aus größtenteils **miozänen basaltähnlichen Ergussgesteinen**, die im Kreuzungsbereich des Oberrheingrabens mit dem aus Südosten kommenden Bonndorfer Graben aus dem Erdmantel aufgestiegen sind. Die höheren Teile des Vulkangebäudes fielen seither der Erosion zum Opfer und im Zentrum des Kaiserstuhls wurden vulkanische Gesteine, wie z. B. der seltene **Karbonatit** freigelegt, die ursprünglich nicht die Oberfläche erreichten. Die bewaldeten, meist lössfreien Hochlagen überragen mit bis über 500 m NN (Totenkopf, 556 m NN) die tiefer gelegenen, meist wein- und ackerbaulich genutzten Bereiche. Im Ostteil des Kaiserstuhls werden die vulkanischen Gesteine von **alttertiären Sedimentgesteinen** begleitet.

*Blick vom Kahlenberg südlich von Ettenheim in die Oberrheinebene, im Hintergrund die Vogesen*

Der Oberrheingraben lässt sich von Süden nach Norden landschaftlich unterteilen. Kaiserstuhl und Freiburger Bucht trennen einen Südteil mit Trockenaue, kiesiger Niederterrasse und Markgräfler Hügelland von einem mittleren, stärker vom Grundwasser und den Schwarzwaldzuflüssen beeinflussten Abschnitt, der nördlich von Baden-Baden von großflächigen sandigen Niederterrassenflächen, den meist bewaldeten **Hardtflächen**, abgelöst wird. Das nach Norden stetig abnehmende Gefälle des Oberrheingrabens führte in diesem Abschnitt zur Ausbildung von Mäandern in der Rheinaue, die häufig schon vor der **Rheinkorrektion** durch Tulla vom Rhein abgeschnitten waren und verlandeten (Galluser & Schenker, 1992).

Westlich von Heidelberg hat der Neckar einen ausgedehnten, sehr flachen Schwemmfächer bis Mannheim, Schwetzingen und Viernheim (Hessen) geschüttet, der von pleistozänem Schotter und jüngeren Hochwassersedimenten des Neckars aufgebaut ist. Die Schotter aus vorherrschend Muschelkalk- und Buntsandsteinmaterial sind in Kiesgruben und Bohrungen bis in das Stadtgebiet von Mannheim nachweisbar und belegen die hohe Transportkraft des eiszeitlichen Flusses.

*Kiesgrube bei Heidelberg-Grenzhof mit würmzeitlichem Neckarschotter*

*Übergang vom Neckarschwemmfächer zum Schwetzinger Hardt südöstlich von Schwetzingen*

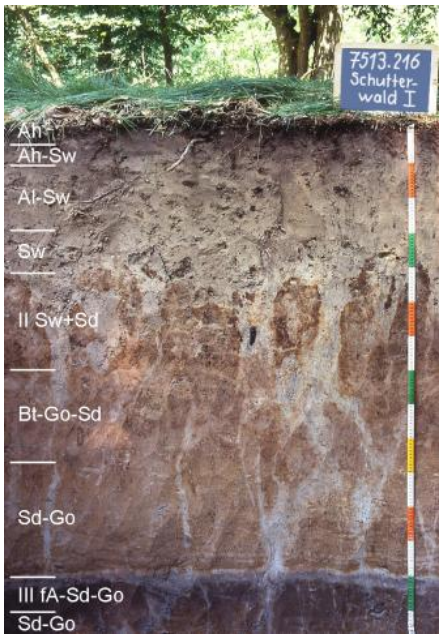
Die Erwärmung am Ende der letzten Kaltzeit führte bei aufkommender Vegetation zu abnehmendem Sedimenteintrag und zu einer Änderung der Abflussverhältnisse vom stark verzweigten zum mäandrierenden Neckar. Der Neckar verließ seinen bisherigen Verlauf am Fuße der Bergstraße und Hochwässer schufen sich den direkten Weg zum Rhein im heutigen Stadtgebiet von Mannheim. Verlandete Altläufe zwischen Mannheim-Vogelstang und Weinheim zeugen von diesem alten Neckarlauf, dem sogenannten **Bergstraßen-Neckar**, der damals erst wenig südlich von Mainz in den Rhein mündete. In weiten Bereichen des **Neckarschwemmfächers** wurden in der Folge nur noch bei stärkeren Hochwässern feine, sandig-schluffige Hochwassersedimente abgelagert. Die vergleichsweise fruchtbaren Böden werden überwiegend ackerbaulich genutzt, weshalb sich der Neckarschwemmfächer auch landschaftlich deutlich von den im Süden und Norden anschließenden, meist bewaldeten Hardtebenen unterscheidet.

## Böden

In der Vorbergzone des Schwarzwaldes, im Kaiserstuhl, in der Freiburger Bucht sowie an der Bergstraße haben sich aus Löss, in höheren Lagen auch aus pleistozänen Fließerden, braune, bis in größere Tiefe entkalkte und verlehmte Böden entwickelt. Die fruchtbaren, erosionsanfälligen Lössböden sind heute oft vollständig erodiert und der kalkreiche Löss reicht bis in den Oberboden. Das verlagerte humose Bodenmaterial findet sich in Hohlformen und an Unterhängen wieder oder wurde bei Hochwässern in den Bach- und Flussauen akkumuliert. Bei fehlender Lössdecke kommen in den Vorbergen des Schwarzwalds sowie auf dem Dinkelberg daneben tonige Böden aus umgelagertem Verwitterungsmaterial des Juras, Keupers und Muschelkalks vor. Am Dinkelberg sind auf Muschelkalk auch immer wieder flachgründige, steinige Kalksteinböden zu finden.

*Pararendzina aus Löss im Markgräfler Hügelland bei Schliengen-Liel*

In der Oberrheinebene haben sich auf den ausgedehnten, meist bewaldeten Hardtflächen mit sandigen Terrassenablagerungen und Flugsanden braune, versauerte Sandböden entwickelt. Weiter südlich sind die Böden deutlich toniger ausgebildet, häufig staunass und vom Grundwasser beeinflusst. Auf der eiszeitlichen Niederterrasse südlich des Kaiserstuhls nehmen lehmige Kiesböden mit rötlichem Unterboden größere Flächen ein. Dagegen herrschen am mittleren Oberrhein auf eiszeitlichen bindigen Hochwassersedimenten marmorierte, zur Staunässe neigende Böden vor.




*Gley-Pseudogley aus spätwürmzeitlichem Hochflutsediment der Kinzig bei Schutterwald*

Entlang der Rheinzuflüsse sind humus- und lössführende Auenböden meist mit deutlichen Grundwassermerkmalen verbreitet. Bei lang anhaltendem Grundwasser nahe der Geländeoberfläche kommt es zu stärkerer Humusanreicherung, die in besonders nassen Bereichen zum Aufwachsen von Mooren führen kann.

*Kiesbedeckte Niederterrassenfläche südlich von Neuenburg am Rhein*

In der Aue des Rheins haben sich die Böden südlich von Breisach durch die Tulla'sche Rheinkorrektion und den Bau des Rheinseitenkanals in relativ kurzer Zeit von kalkreichen, sandig-kiesigen Auenböden mit regelmäßiger Überflutung zu trockenen, kiesigen Sandböden verändert, die auch bei extremen Rheinhochwässern nicht mehr vom Grundwasser erreicht werden. Weiter nördlich wird die Rheinaue trotz Eindeichung noch immer vom Rhein beeinflusst. Auf kiesarmen, feinsandig-schluffigen Auenlehmen entwickelten sich mehr oder weniger vom Grundwasser beeinflusste Auenböden. Mit zunehmender Entfernung vom Rhein nehmen die Ton- und Humusgehalte der Böden tendenziell zu. Die vom Rhein abgeschnittenen Mäanderschlingen nördlich von Karlsruhe sind verlandet und werden von Grundwasserböden aus Stillwassertonen und von Niedermooren eingenommen.

## Landnutzung

*Blick vom Lösshügelland östlich von Buggingen zur Rheinebene*

Neben den klimatischen Verhältnissen wird die Landnutzung am Oberrhein und Hochrhein vor allem von der Topographie und den Bodeneigenschaften bestimmt. Die Lössböden der Vorberge und des Kaiserstuhls werden fast ausnahmslos intensiv landwirtschaftlich genutzt, wobei in den steileren, besonders den süd- und südwestexponierten Hängen bevorzugt Weinbau, in flacheren Lagen auch Acker- und Obstbau betrieben wird. Die Lössgebiete am Oberrhein und Hochrhein sind schon seit der Jungsteinzeit bevorzugtes Ackerland. Im Markgräfler Hügelland sind die Bereiche mit fehlender Lössbedeckung häufig dem Wald überlassen oder werden als Grünland genutzt.

In der Tiefebene sind vor allem die trockenen Sandböden der Hardtflächen bewaldet. Der Anbau von Sonderkulturen wie Spargel im Raum Schwetzingen ist eher die Ausnahme.

*Spargelfeld auf Flugsand bei Schwetzingen*

Aber auch feuchte Niederungen, wie z. B. westlich von Lahr und Offenburg, werden von Grünland oder Wald eingenommen. Auf den meist kiesigen Böden der Niederterrasse herrscht dagegen ackerbauliche Nutzung vor. Südlich des Kaiserstuhls nehmen Terrassenflächen mit kiesigen Böden größere zusammenhängende Ackerflächen ein, die sich weiter nördlich zunehmend inselartig auflösen und von feuchten Niederungen ersetzt werden.

Die Rheinaue zeigt über weite Strecken eine deutliche Nutzungsdifferenzierung. Die jüngere, meist eingedeichte Aue entlang des Rheins (Weichholzaue) ist nach wie vor großflächig bewaldet und bietet heute Raum für die künstlichen Flutungen im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms. Die östlich anschließenden Bereiche der Rheinaue sind in der Regel durch Deiche vor Überflutungen geschützt und können aufgrund der günstigen Bodeneigenschaften bei schwachem Grundwassereinfluss ackerbaulich genutzt werden. In den verlandeten Altläufen des Rheins unterhalb von Karlsruhe sowie teilweise in der östlichen Randrinne nördlich von Rastatt (Kinzig-Murg-Rinne) lassen hohe Grundwasserstände nur die Nutzung als Wald, Grünland oder Naturschutzgebiet zu.

## Grundwasser

*Neuenburg-Formation (Kiesabbau bei Hartheim mit freigelegtem Grundwasser)*

Die pliozäne und quartäre Lockergesteinsfüllung des Oberrheingrabens enthält mit über 100 Mrd. $m^3$ das größte Grundwasservorkommen Mitteleuropas und bildet den bedeutendsten Porengrundwasserleiter von Baden-Württemberg. Die Sedimente im zentralen Graben wurden ganz überwiegend vom Rhein abgelagert. Sie stammen somit aus den Alpen. Die alpinen Sedimente verzahnen sich zum Grabenrand hin im Osten mit Ablagerungen der Rheinnebenflüsse aus dem Schwarzwald und dem Odenwald.

Der Kieskörper Freiburger Bucht besteht nahezu ausschließlich aus Lokalmaterial, das durch die Flüsse Elz, Glotter und Dreisam abgelagert wurde. Die Kiesfüllung wird von mesozoischen Gesteinen unterlagert. Sofern diese Gesteine als Grundwasserleiter ausgebildet sind, können sie bedeutende Grundwasservorkommen enthalten. Sie werden zum Beispiel bei Umkirch (Hauptrogenstein) oder im Teninger Allmend (Muschelkalk, Wasserversorgungsverband Mauracherberg) zur überörtlichen Trinkwasserversorgung genutzt.

Im Osten grenzt der Kieskörper des Oberrheingrabens an die Vorbergzone bzw. den Schwarzwald. Die Vorbergzone besteht aus mesozoischen und tertiären Festgesteinen mit unterschiedlichen Durchlässigkeiten, der Schwarzwald aus überwiegend gering durchlässigen kristallinen Gesteinen.

*Gebankte Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation (Steinbruch Merdingen am westlichen Rand des Tunibergs)*

Brunnen, die Grundwasser aus der Kiesfüllung des Oberrheingrabens entnehmen, weisen generell eine hohe Ergiebigkeit auf. Das Grundwasservorkommen ist wasserwirtschaftlich von überregionaler Bedeutung. Es wird an zahlreichen Stellen im Oberrheingraben von Gemeinden, Zweckverbänden und großen Wasserversorgungsunternehmen zur Trinkwasserversorgung gewonnen, wie zum Beispiel südlich des Kaiserstuhls bei Hausen an der Möhlin, im mittleren Abschnitt bei Offenburg, Baden-Baden oder Rastatt und im Norden bei Sandhausen, Kronau oder Mannheim.

*Taubergießen (Rheinniederung zwischen Weisweil-Rheinhausen und Rust-Kappel)*

*Gießen sind stark schüttende Grundwasseraustritte in der Rheinniederung, die häufig tiefe Quelltöpfe mit sehr klarem Wasser bilden.*

Das Grundwasser in den überwiegend aus den Alpen stammenden, karbonatreichen Kiesen und Sanden des zentralen Oberrheingrabens ist mit einer Gesamthärte von 12 bis 18 °dH überwiegend hart. Im Bereich von Bächen aus dem Schwarzwald bzw. dem Odenwald, die beim Übertritt in das Rheintal ganz oder teilweise versickern können, trägt das weiche Uferfiltrat mit Gesamthärten zwischen 1 und 4 °dH zu einer signifikanten Verringerung der Gesamthärte bei. Randzuströme in den Kiesaquifer aus dem Kristallin und Buntsandstein führen ebenfalls zu einer Verringerung der Gesamthärte. Die Grundwässer in der überwiegend aus Lokalmaterial bestehenden Kiesfüllung der Freiburger Bucht sind dem Härtebereich „weich“ zuzuordnen. Im Bereich der Kinzig-Murg-Rinne, der Rheinniederung und des Neckar-Schwemmfächers sind die Sauerstoffgehalte im Grundwasser deutlich erniedrigt. Dies hat erhöhte Gehalte an gelöstem Eisen und Mangan zur Folge.

Weiterführende Informationen zu den hydrogeologischen Verhältnissen im Oberrhein- und Hochrheingebiet finden sich in HGK (1985), Villinger (2011) sowie in Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016).

## Geogefahren

Geogen bedingte Schadensfälle in Form von gravitativen Massenbewegungen (Rutschungen und Sturzereignisse) sind überwiegend in den Hanglagen des südlichen Oberrhein- und Hochrheingebiets bekannt. So treten Rutschungen in tertiären Gesteinen der südlichen Vorbergzone (Tüllinger Berg) und Sturzereignisse in den Vulkaniten des Kaiserstuhls auf (Eckartsberg in Breisach und Sasbach). Am Dinkelberg im westlichen Teil des Hochrheintals weisen die Gesteine des Oberen Muschelkalks eine starke Verkarstung auf, was durch zahlreiche Erdfall-, bzw. Dolinenstrukturen zum Ausdruck kommt.

*Felssturz in Sasbach unterhalb der Ruine Limburg*

## Rohstoffe

Ein prägendes Bild des Oberrheins sind die zahlreichen Baggerseen, in denen Kiese und Sande im Nassabbau gewonnen werden. Die quartärzeitlichen Kies- und Sandablagerungen des Oberrheingrabens bilden rohstoffgeologisch das mächtigste und hochwertigste Vorkommen dieser Art in Mitteleuropa (Villinger, 2011). Im langjährigen Mittel (2003–2017) wurden ca. 21 Mio. t. Kiese und Sande aus dem baden-württembergischen Anteil des Oberrheingrabens gefördert. Damit zählt der Oberrhein zu den wichtigsten Rohstoffabbaugebieten des Landes.

*Nassabbau der Kiese und Sande des Oberrheingrabens*

Die geologischen Mächtigkeiten der quartären Ablagerungen des Oberrheingrabens unterscheiden sich je nach Tiefenlage der einzelnen abgesunkenen Schollen im Untergrund (Villinger, 2011). Im südlichen Teil des Oberrheingrabens bestehen die Lockersedimente vorwiegend aus mächtigen Kies-Sand-Ablagerungen, die eine rohstoffgeologische nutzbare Mächtigkeit von 20–120 m erreichen können. Aufgrund der generellen Abnahme der Korngrößen der Kiese und der Zunahme des Sandgehaltes können im nördlichen Teil des Oberrheingrabens hydraulisch wirksame, feinsandige bis schluffige Zwischenhorizonte auftreten, welche die nutzbare Mächtigkeit auf 10–30 m reduzieren können. Im Gegensatz zum Oberrhein sind die Kies- und Sandvorkommen am Hochrhein wesentlich kleiner und erreichen maximale nutzbare Mächtigkeiten von 30 m. Die meisten Kies- und Sandgruben sind in den Sedimenten der Niederterrasse angelegt.

*Überlagerung der Kalksteine durch Lösssedimente im Steinbruch Merdingen*

Beim Vergleich der Fördermengen nehmen die Festgesteine am Oberrhein im Verhältnis zu den Kiesen und Sanden eine untergeordnete, jedoch nicht zu vernachlässigende Rolle ein. Zu den Festgesteinen zählen unter anderem die Karbonatgesteine des Muschelkalks, welche am Dinkelberg gewonnen und zu Körnungen verarbeitet werden. Reine bis hochreine Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation des Mittejuras sowie der Korallenkalk- und Nerineenkalk-Formation des Oberjuras stehen am Tuniberg und im Markgräfler Land an.

Diese Gesteine werden zu hochwertigen Produkten für die Bauindustrie sowie zu Branntkalken verarbeitet. Die zahlreichen aufgelassenen Kalksteinbrüche in der Vorbergzone des Oberrheins und am Dinkelberg zeugen von einer intensiven Nutzung in vergangenen Zeiten. In diesem Zusammenhang sind auch die Zementrohstoffe zu erwähnen, welche bis Anfang dieses Jahrhunderts bei Efringen-Kirchen in Abbau standen.

*Korallenführender Kalkstein*

Im Kaiserstuhl werden vulkanische Gesteine als Natursteine gewonnen. Im Abbau steht der Phonolith, welcher aufgrund seiner mineralogischen Zusammensetzung nicht mehr zu Schotter gebrochen, sondern aufgemahlen und einer Vielzahl hochwertiger Verwendungszecke zugeführt wird. Für die Herstellung von Körnungen für Bauzwecke aller Art wurden früher neben Phonolith auch Foidbasalte, Essexite und der Karbonatit des Kaiserstuhls verwendet.

Weite Verbreitung weisen am Oberrhein auch Tone und Tonsteine unterschiedlicher Zeitalter sowie quartäre Lösslehme auf, welche die Produktionsgrundlage der Ziegeleien der Region bildeten. Besonders zu nennen sind in diesem Zusammenhang die Tone und Kaolinerden im Raum Kandern, die zu feuerfesten Erzeugnissen verarbeitet wurden und die tertiären Tonsteine bei Malsch, welche zur Herstellung von grobkeramischen Produkten genutzt wurden.

Historisch bedeutsam sind die Naturwerksteine der Region. Aufgrund der besonderen tektonischen Grabensituation am Oberrhein treten zahlreiche unterschiedliche Lithologien zu Tage, die als Naturwerksteine Verwendung fanden. Hervorzuheben sind die roten Sandsteine des Buntsandsteins der Vorbergzone wie z. B. bei Degerfelden und Schopfheim, die am Basler Münster verbaut wurden. Aus dem Tertiär stammen die Kalksandsteine der Küstenkonglomerat-Formation, welche häufig für figürliche Arbeiten, wie Statuen, reich verzierte Grabplatten und Wegkreuze, verwendet wurden.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Ausschnitt vom Mauerwerk am Treppenturm des Breisacher Münsters*

Verfestigte bombenreiche Aschen, sog. pyroklastische Tephrite, sowie die Karbonatite des Kaiserstuhls wurden ebenfalls als Naturwerksteine genutzt, wie das St. Stephansmünster und das Rheintor in Breisach sowie Grabsteine in Schmieheim zeigen.

Eisenerz hatte für den Bergbau am Oberrhein eine besondere Bedeutung. Die tertiären Bohnerze des Markgräfler Landes und die mitteljurassischen, oolithischen Eisenerze am Kahlenberg bei Herbolzheim wurden wahrscheinlich schon in vorrömischer Zeit gewonnen und verhüttet (Werner & Gassmann, 2020; LGRB, 2011b). Die Gewinnung von Bohnerzen wurde gegen Ende des 19. Jh. eingestellt. Im Bereich des Schönberges wurde Eisenerzabbau von 1937–1942 betrieben. Der Eisenerzbergbau am Oberrhein wurde mit der Schließung der Grube am Kahlenberg im Jahr 1969 endgültig eingestellt (LGRB, 2017). Neben der Erzgewinnung fand in der Region auch Bergbau auf Salze statt. In Buggingen wurden von 1922–1973 Kalisalze aus einer Tiefe von ca. 800–1000 m gefördert. Die Salze des Mittleren Muschelkalks wurden am Hochrhein durch Soleförderung gewonnen. Mit der Einstellung der letzten Soleförderung am Hochrhein 1993 bei Rheinfelden wurde auf deutscher Seite die Salzgewinnung beendet (LGRB, 2017).

## Externe Lexika

WIKIPEDIA

- Oberrheinische Tiefebene
- Hochrhein

## Weiterführende Links zum Thema

- LEO-BW: Oberrheinisches Tiefland und Rhein-Main-Tiefland
- LEO-BW: Hochrheingebiet

## Literatur


- Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016). *Regionale Hydrogeologie von Deutschland – Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe A, 163, 456 S., Hannover.
- Galluser, W. A. & Schenker, A. (1992). *Die Auen am Oberrhein – Les zones alluviales du Rhin supérieur.* 192 S., Basel (Birkhäuser Verlag).
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- HGK (1985). *Grundwasserlandschaften.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 12 S., 8 Anlagen, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- LGRB (2011b). *Blatt L 7512/L 7514 Offenburg/Oberkirch und Blatt L 7712 Lahr im Schwarzwald, mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 362 S., 55 Abb., 15 Tab., 3 Kt., 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Poser, C. & Kleinschnitz, M., m. Beitr. v. Bauer, M. & Werner, W.]
- LGRB (2017). *Blatt L 8110/L 8112 Müllheim/Freiburg i. Br.-Süd (Westteil) und L 8310/L 8312 Lörrach/Schopfheim (Westteil), mit Erläuterungen.* – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 432 S., 196 Abb., 18 Tab., 4 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).

[Bearbeiter: Kimmig, B., Elsäßer, L., Werner, W., Schmitz, M.]

- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1956). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 3. Lieferung.* 350 S., Remagen (Bundesanstalt für Landeskunde).
- Villinger, E. (2011). *Erläuterungen zur Geologischen Übersichts- und Schulkarte von Baden-Württemberg 1 : 1 000 000.* 13. Aufl., 374 S., 1 Karte, Freiburg i. Br.
- Werner, W. & Gassmann, G. (2020). *Die Bohnerz- und Jaspis-Lagerstätte von Schliengen – Lagerstätteninhalt, Entstehung und geschichtliche Bedeutung.* – Das Markgräflerland, S. 11–48.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 14.12.23 - 14:46):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/unser-land/oberrhein-hochrheingebiet

# Salzgesteine

**Verbreitungsgebiete:** Steinsalz: Heilbronn, Schwäbisch Hall, Stuttgart, Haigerloch, Blumberg, Waldshut-Tiengen, Rheinfelden
Kalisalz: Südlicher Oberrheingraben, Markgräflerland (Buggingen, Heitersheim)

**Erdgeschichtliche Einstufung**: Steinsalz: Mittlerer Muschelkalk (mm), Kalisalz: Tertiär (Oligozän)

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)

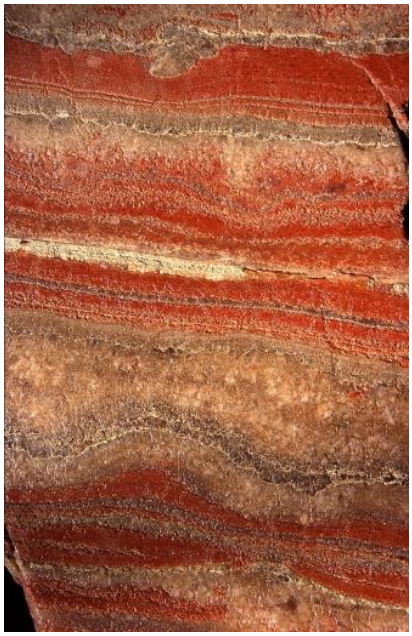
## Lagerstättenkörper

*Steinsalzlagen im Steinsalzbergwerk Heilbronn*

1) Genutzt werden in Baden-Württemberg 10–50 m mächtige **Steinsalzlager** im tieferen Teil des Mittleren Muschelkalks. Charakteristikum des **Muschelkalksteinsalzes** ist seine grobspätige Beschaffenheit, wodurch es sich deutlich vom fein- bis kleinkörnigen „Liniensalz“ des Zechsteins unterscheidet. Typisch für das Muschelkalksteinsalz Südwestdeutschlands ist außerdem eine Struktur, die im Stoßanschnitt als vertikale Streifung und im Firstenanschnitt als polygonales Netzwerk erscheint. Es handelt sich um eine palisadenartige Anordnung von **Anhydrit- und Toneinlagerungen** um reines Steinsalz im Zentrum; sehr wahrscheinlich sind frühdiagenetische **Entwässerungsprozesse** dafür verantwortlich. Über dem 5–12 m mächtigen Unteren Salz (Abbauniveau) folgt das Bändersalz, das im Heilbronner Raum als eine ca. 6 m mächtige Steinsalz-Anhydrit-Abfolge entwickelt ist. Sie wird durch zwei dolomitische Anhydritmittel in Unteres, Mittleres und Oberes **Bändersalz** gegliedert. Über das darüber folgende Obere Steinsalz ist aufgrund spärlicher Aufschlüsse nur wenig bekannt. Nach Bohrungen erreicht seine Mächtigkeit max. 13,5 m. In seiner petrographischen und mineralogischen Ausbildung gleicht es dem Unteren Salz, es ist jedoch wie das Bändersalz deutlich anhydritreicher und wird daher nicht gewonnen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

2) Die **kalisalzreichen Salzlager** am Oberrhein, die in Südbaden bei Buggingen und Heitersheim sowie im Südelsass um Mulhouse Ziel umfangreicher bergmännischer Gewinnung waren, sind in tonige und bituminöse **tertiärzeitliche Sedimente** eingeschaltet (Pechelbronner Schichten ). Sie sind vor rund 35 Mio. Jahren im trockenen und heißen Klima des Alttertiärs durch **Eindunstung von Meereswasser** entstanden; im Südteil des Grabens ging die Eindampfung der vom Meer abgeschnürten Lagune so weit, dass sich neben Sulfatgesteinen und Steinsalz auch Kalisalze bilden konnten. Die steinsalz- und kalisalzführende Schichtenfolge ist rund 60 m mächtig. Im Verlaufe des Tertiärs wurde darüber eine mehr als 1000 m mächtige Abfolge aus Gips, Ton und Mergel abgelagert. Die **Grabentektonik** führte besonders im Grabenrandbereich zur tektonischen Zerstückelung und zur Schichtverstellung der Tertiärschichten und der Salzlager.



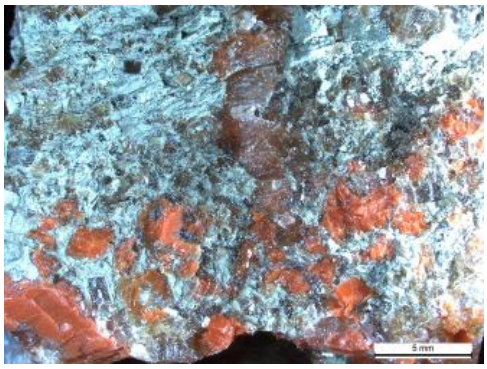
*Kalisalz aus Buggingen*

## Gestein

*Steinsalz aus dem Steinsalzbergwerk Heilbronn*

1) Das Besondere an den bis 12 m mächtigen Steinsalzlagern im Mittleren Muschelkalk ist die erwähnte **Grobkristallinität** und das vollständige Fehlen von Kalium-Magnesium-Salzmineralen. Durch diese beiden Eigenschaften unterscheidet sich das Muschelkalksteinsalz Südwestdeutschlands wesentlich vom sogenannten Liniensalz im Zechstein Mittel- und Norddeutschlands. Nach Aufbereitung verbleibt ein **sehr reines Steinsalz**, das für Chemie und Gewerbe hervorragende Eigenschaften aufweist.

2) Kalisalz: Im südlichen Oberrhein war **Sylvin** das wichtigste Wertmineral. Der Gehalt an **Kalium**, angegeben als $K_2O$, schwankte im Lager meist zwischen 17 und 22 %, der durchschnittliche Gehalt lag bei fast 19 % $K_2O$. Die Sylvinitlagen und -flöze wechsellagern mit Steinsalz , Anhydrit und tonigen Sedimenten der oligozänen Pechelbronner Schichten.



*Sylvin (rot) im ehemaligen Kalisalzbergwerk Buggingen*

# Mächtigkeiten

*Lage aus Klarsalz im Steinsalzbergwerk Heilbronn*

**Geologische Mächtigkeiten**:
1) Steinsalz: Im Mittleren Muschelkalk in **10–50 m** mächtigen Lagern.
2) Kalisalz: **80–120 m** mächtige salzhaltige Schichten.

**Genutzte Mächtigkeit**:
1) Steinsalz: Bis **12 m** mächtige Steinsalzlager.
2) Kalisalz: **4,5 m** mächtiges Kalisalzlager.

# Petrographie

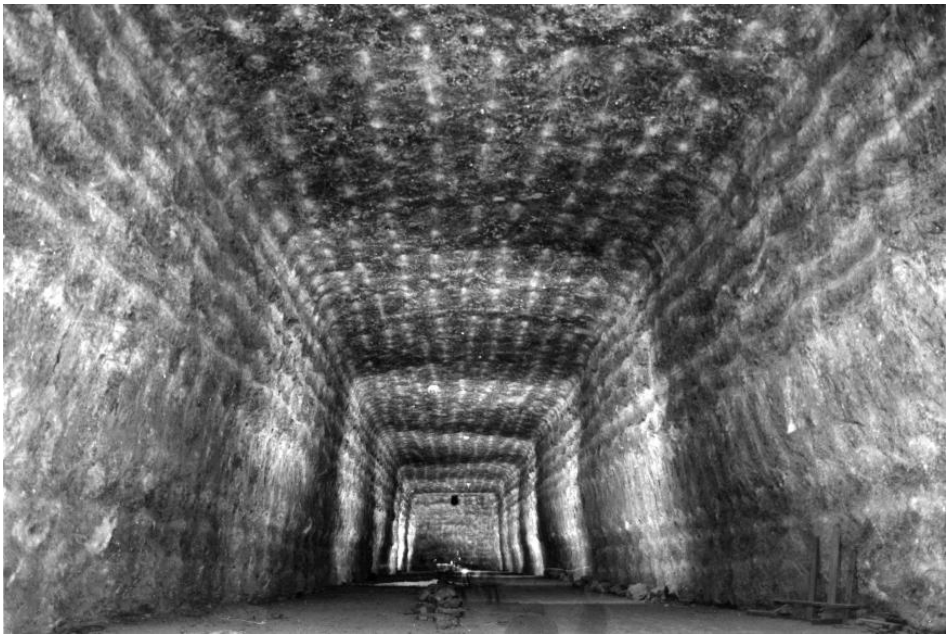
1) Hauptbestandteile des Muschelkalk-Steinsalzes: ca. **97 %** Halit (NaCl, Natriumchlorid = Kochsalz), ca. **2,5 %** Anhydrit sowie Spuren von Ton.
2) Unter Kalisalz versteht man im Allgemeinen natürliche Salze, welche **Kalium** enthalten. Solche Salzminerale sind z. B. **Sylvin** (Kaliumchlorid, KCl), **Carnallit** ($KMgCl_3$ x 6 $H_2O$), **Kieserit** ($MgSO_4$ x $H_2O$) oder **Polyhalit** (**(**$K_2Ca_2Mg(SO_4)_4$ x 2 $H_2O$).

# Gewinnung und Verwendung

*Haldenreste des Kalisalzbergwerks in Buggingen*

**Geschichte:** Baden-Württemberg weist im außeralpinen deutschen Raum die längste Tradition im **Steinsalzbergbau** auf. Das erste Steinsalzbergwerk Deutschlands war die 1825 angelegte und bis 1900 betriebene Grube Wilhelmsglück bei Schwäbisch Hall. Hier wurde ein 6 m mächtiges Steinsalzflöz abgebaut. Doch schon seit keltischer Zeit, ca. 500 v. Chr., und vor allem im Mittelalter, wurden die Solebrunnen in diesem Gebiet intensiv genutzt. Im März 1859 begann nach fünfjährigen **Schachtteufarbeiten** der Steinsalzbergbau in der Grube Friedrichshall nördlich von Heilbronn. Ebenfalls durch **Bohrungen** wurde kurz nacheinander an verschiedenen Orten Sole in gewinnungsfähiger Menge und Konzentration aufgefunden: 1822 in Bad Dürrheim, 1823 in Schwenningen, 1824 in Rottenmünster bei Rottweil, 1839 in Bergfelden bei Sulz am Neckar. Im Jahr 1885 begann der Steinsalzbergbau in Heilbronn. In diesem **größten Bergwerk Baden-Württembergs** (Südwestdeutsche Salzwerke AG) werden jährlich mehrere Millionen Tonnen Steinsalz aus dem bis zu 20 m mächtigen „Unteren Steinsalz“ gewonnen. Die Grube Stetten im Eyachtal bei Haigerloch-Stetten wird seit 1858 durchgängig betrieben.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



*Abbaukammer im Steinsalzbergwerk Heilbronn*

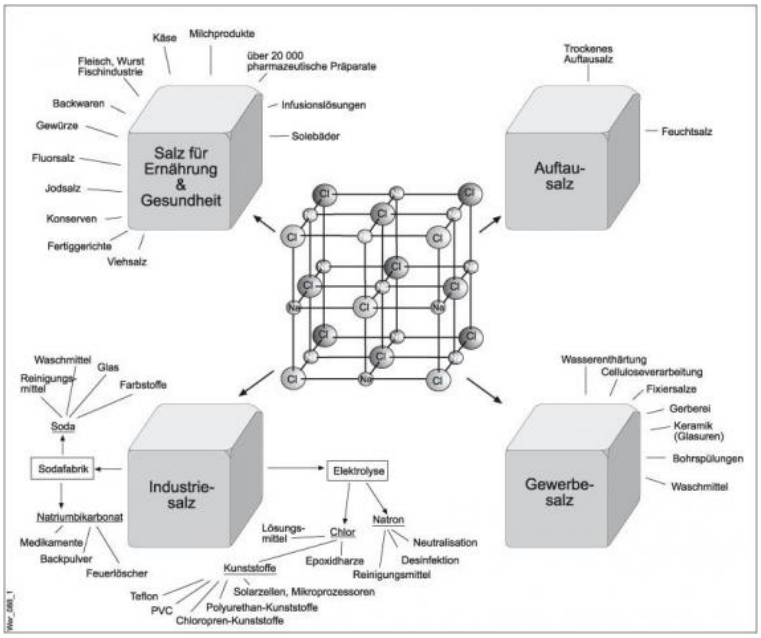
**Technik**:
1) Steinsalz: Das im Kammer-Festen-Bau mittels **Bohr- und Sprengarbeit** gewonnene Rohsalz (meist mit 92–96 % NaCl, Rest Ton und Anhydrit) wird noch unter Tage durch **Brecher** zerkleinert. Per Förderband wird das Material zu weiteren Brechern transportiert, zerkleinert und schließlich auf Körnungen bis 5 mm abgesiebt. Bei der mehrfachen **Zerkleinerung und Siebung** in der anschließenden Mahl- und Siebanlage wird der Umstand genutzt, dass Anhydrit und Ton schwerer zu zerkleinern sind als Steinsalz. Durch diese selektive Zerkleinerung ergibt sich eine Anreicherung auf einen NaCl-Gehalt von über 96 %, was für Auftausalz = Streusalz ausreichend ist. Durch weitere **Sortierung** wird das Auftausalz zu Industriesalz = Chemiesalz mit einem NaCl-Gehalt von ca. 99 % verarbeitet. Das Gewerbesalz wird z. B. im Bergwerk Stetten bei Haigerloch durch Rückgewinnung der Körnung von 0–2 mm bei der Entstaubung des Rohsalzes vor der Mahl- und Siebanlage gewonnen.

*Originaler Förderwagen aus dem Kalisalzbergwerk Buggingen*

2) **Solegewinnung** aus den Steinsalz-Schichten des Muschelkalks wurde schon in frühgeschichtlicher Zeit an Kocher und unterem Neckar betrieben. Industriesolegewinnung, die in Stetten bis 1924 und bei Heilbronn bis zur Stilllegung der Soleanlage im Taschenwald (Nähe Kirchhausen) im Jahr 1993 große Bedeutung für die chemische Industrie hatte, findet derzeit nur noch in Bad Wimpfen statt. Der Hauptverwendungszweck liegt heute in der balneologischen Nutzung durch die **Heilbäderbetriebe** im Land. Salzgewinnung aus Natursole fand an Kocher und Jagst schon in keltischer Zeit statt. Große Mengen an Sole wurden im 20. Jh. bei Heilbronn und bei Rheinfelden am Hochrhein gefördert, heute werden nur noch geringe Mengen vornehmlich für balneologische Zwecke erzeugt.
3) Am südlichen Oberrhein wurden bis 1973 **Kalisalze** abgebaut, die vor allem zur Erzeugung von Kalidünger benötigt werden. 1922 wurden bei Heitersheim und Buggingen zwei tiefe **Schächte** niedergebracht, und 1926 konnte mit dem Abbau des rund 4,5 m mächtigen Kalisalzlagers begonnen werden. Die **Lager** auf der sog. „Bugginger Horstscholle“ wurden in einer Tiefe von 600–1100 m abgebaut. Die westlich anschließenden Lager auf der „Grißheimer Scholle“ reichen bis 1500 m und somit in Tiefen, in denen der Salzbergbau nicht mehr wirtschaftlich war.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

**Verwendung**: Als Einsatzbereiche werden unterschieden:
1) **Industriesalz** (Steinsalzproduktion z. B. für Soda, PVC, Natronlauge);
2) **Gewerbesalz** (z. B. zur Wasserenthärtung durch Ionenaustausch, in der Landwirtschaft, beim Textilfärben, beim Konservieren in der Wurstherstellung und der Fischerei-Industrie);
3) **Auftausalz**;
4) **Speisesalz**;
5) Salz für **medizinische und pharmazeutische** Anwendungen; mehr als 20 000 pharmazeutische Präparate werden auf der Basis oder unter Verwendung von Natriumchlorid hergestellt.




*Die vielfältigen Anwendungsbereiche von Steinsalz. Der Segen von Stein- oder Kochsalz (NaCl) reicht von der Haltbarmachung von Lebensmitteln (z. B. Brot, Wurst, Fisch, Käse), dem Würzen von Speisen (Soßen, Suppen, Frühstücksei usw.), der Erzeugung von Medikamenten und Heilmitteln bis hin zum Mikroprozessor im Computer, dessen hochreines Silizium nicht ohne NaCl erzeugt werden kann. Als Haupteinsatzbereiche werden unterschieden (a) Industriesalz z. B. für Soda, PVC, Natronlauge, pharmazeutische Produkte, (b) Auftausalz, (c) Gewerbesalz z. B. zur Wasserenthärtung durch Ionenaustausch, in der Landwirtschaft, zum Textilfärben und Konservieren, (d) Speisesalz, (e) als Sole findet es in Mineralbädern und für die Erzeugung von Siedesalz Verwendung.*

## Literatur


- Fischbeck, R., Werner, W. & Bornemann, O. (2003). *Die Zusammensetzung der Salzgesteine des Muschelkalks in Südwestdeutschland.* – Hansch, W. & Simon, T. (Hrsg.). Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands. – museo, 20, S. 76–93, Heilbronn (Städt. Museen Heilbronn).
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2006b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006 – Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen.* – LGRB-Informationen, 18, S. 1–202, 1 Kt.
- Simon, T. (1995). *Salz und Salzgewinnung im nördlichen Baden-Württemberg. Geologie – Technik – Geschichte.* – Forschungen aus Württembergisch Franken, 42, S. 1–441.
- Werner, W., Bohnenberger, G. & Höllerbauer, A. (2003b). *Verwendung und wirtschaftliche Bedeutung des Steinsalzes aus dem Muschelkalk Südwestdeutschlands.* – Hansch, W. & Simon, T. (Hrsg.). Das Steinsalz aus dem Mittleren Muschelkalk Südwestdeutschlands, S. 206–220, Heilbronn (museo, 20).


Cookie-Einstellungen

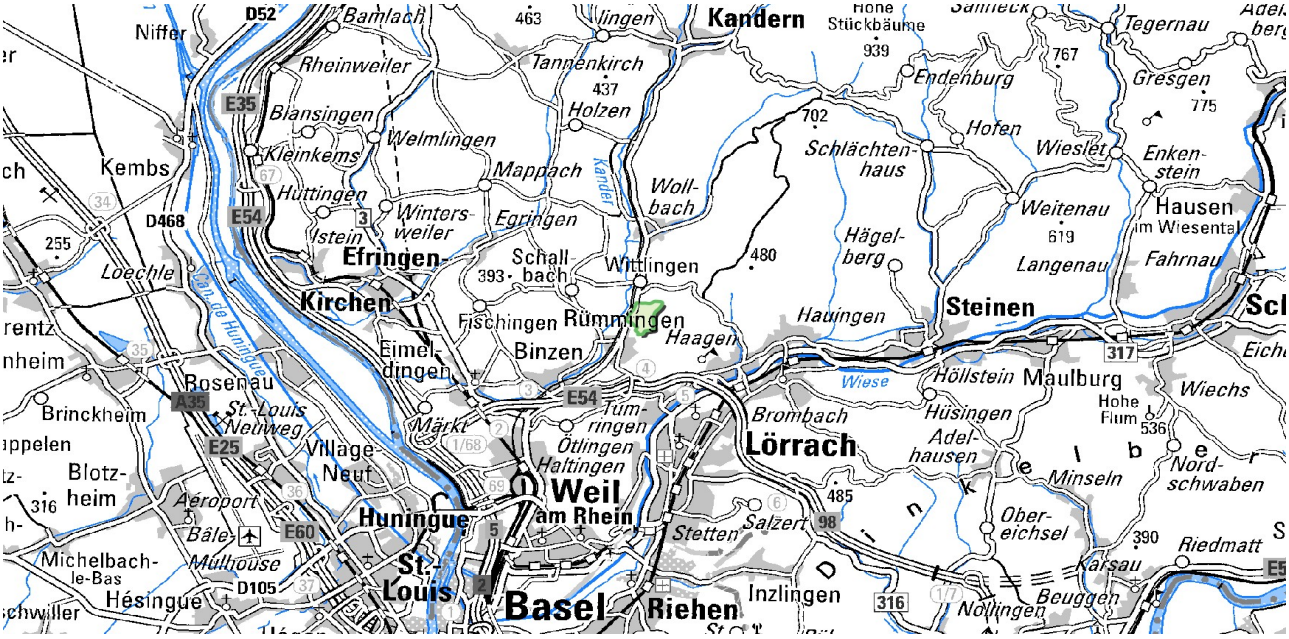
**Quell-URL (zuletzt geändert am 20.07.20 - 10:54):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/salzgesteine

# Mergelsteine der Elsässer Molasse

**Verbreitungsgebiet**: Tertiärhügelland im südlichen Oberrheingraben, Raum Lörrach

**Erdgeschichtliche Einstufung**: Elsässer Molasse (tEM), Tertiär (spätes Oligozän)

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Am **Rand des Oberrheingrabens** streichen in einem Streifen von Fischingen über Binzen und Haltingen bis Weil am Rhein sowie von Wollbach über Wittlingen und Rümmingen bis Lörrach die Sedimente der Elsässer Molasse aus. Frühere Aufschlüsse zeigten, dass die **Schichtlagerung** der Elsässer Molasse N–S streicht und mit 45–70° W einfällt (Wittmann, 1994). Es treten in den tonigen Lockersedimenten **Kalksandsteinbänkchen** auf, die beim Abbau ausgehalten werden müssen.

## Gestein

Die Elsässer Molasse ist aufgebaut aus: Mergelsteinen, Sanden und Kalksandsteinen, außerdem ist sie reich an Glimmer. In der Tongrube Rümmingen (RG 8311-5) waren sandige, bunte Tone und Schluffe mit Kalksandsteinzwischenlagen aufgeschlossen.

*Feinsedimente der Elsässer Molasse in der Tongrube Rümmingen*

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Die Elsässer Molasse ist bei Lörrach fast **200 m** mächtig (Geyer et al., 2011).

*Blick nach Nordosten auf die ehemalige Tongrube Rümmingen*

**Genutzte Mächtigkeit**: In der Tongrube Rümmingen (RG 8311-5) wurden die Sedimente der Elsässer Molasse in einer Mächtigkeit von **5 m** genutzt. Eine Tieferlegung der Abbausohle war zwar genehmigt, ein Abbau wurde wegen zunehmenden Wasserzutritts aber nicht bis in dieses Niveau durchgeführt.

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Bis zum Jahr 1993 wurden Feinsedimente der Elsässer Molasse in der Tongrube Rümmingen (RG 8311-5) abgebaut. Hier wurden am Top der Gesamtabfolge zwischen 5 und 10 m mächtige Lösssedimente **abgegraben**. Darunter folgen zunächst durchschnittlich 2,5 m mächtige sandige Kiese (Höhenterrassenschotter), unter welchen die Sedimente der Elsässer Molasse in einer Mächtigkeit von ca. 5 m gewonnen wurden. Beim Abbau wurden mit den Kalkbänkchen aus der Elsässer Molasse und den Geröllen der Höhenterrassenschotter insgesamt **ca. 30 %** des aufgeschlossenen Profils als **nicht verwertbarer Anteil** verworfen.

**Verwendung**: In der Tongrube Rümmingen (RG 8311-5) wurden bis zum Jahr 1993 Lösssedimente und Feinsedimente der Elsässer Molasse gemeinsam abgebaut und zu güteüberwachten **Hintermauerziegeln** verarbeitet. Wittmann (1994) berichtet, dass die harten „Laibsteine“ (= Kalksandsteinbänke) aus der Elsässer Molasse gelegentlich als **Bausteine, Grenzsteine** und **Abdeckplatten** genutzt wurden; z. T. auch als behauene Steine für Tür- und Fensterrahmungen sowie als Treppensteine, Schwellen, Tröge, Schüttsteine, Platten und Fliesen.

*Abbauwand in der Tongrube Rümmingen*

## Literatur


- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Wittmann, O. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 8311 Lörrach.* – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 153 S., 9 Taf., 1 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). [unveränd. Nachdr. d. 2. Aufl. v. 1988]


Cookie-Einstellungen

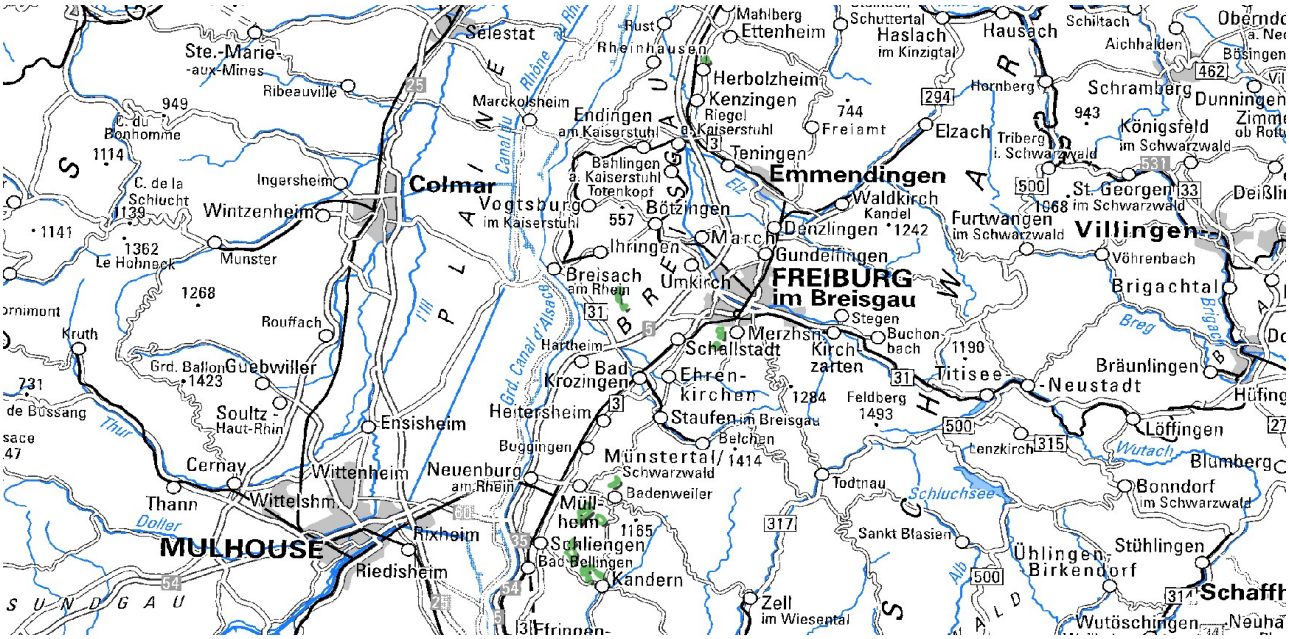
**Quell-URL (zuletzt geändert am 12.05.22 - 16:13):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/ziegeleirohstoffe-grobkeramische-rohstoffe/mergelsteine-elsaesser-molasse

# Hochreine bis reine Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation am südlichen Oberrhein

**Verbreitungsgebiet:** Südlicher Oberrheingraben, Vorbergzone von Lahr bis Lörrach, Tuniberg und Nimberg bei Freiburg i. Br.

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Hauptrogenstein-Formation (jmHR), Mitteljura

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Die **oolithischen Kalksteine** der Hauptrogenstein-Formation am Südlichen Oberrhein bilden geschichtete Gesteinskörper, die aufgrund der Tektonik am östlichen Grabenrand in einzelne **Schollen** zerbrochen sind. Die Einzelschollen besitzen laterale Ausdehnungen zwischen einigen 100 m und mehreren Kilometern. Durch die **Zerlegung der Gesteinsschichten** sowie ihrer **tektonischen Verkippung** schwankt das Einfallen der Schichten von 2–30°, wobei westliche bis nordwestliche und östliche Einfallsrichtungen vorherrschen.

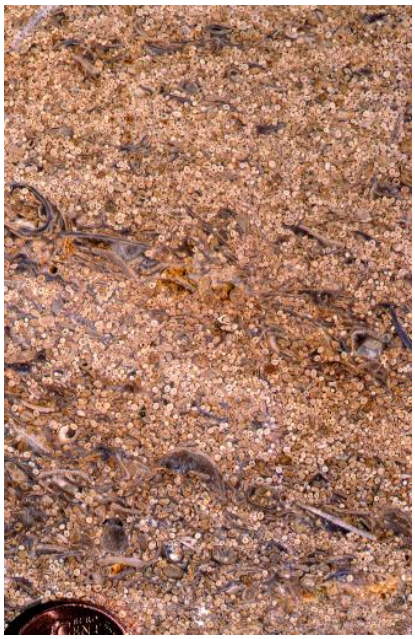
Die Größe der **nutzbaren Vorkommen** ist vor allem von der lateralen Ausdehnung der einzelnen tektonischen Schollen, dem Einfallen der Schichten, der noch verbliebenen nutzbaren Mächtigkeit, dem **Grad der Verkarstung** und der Mächtigkeit der überlagernden, nicht nutzbaren Schichten abhängig. Oolithische Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation treten am südlichen Oberrhein, in der Lahr-Emmendinger **Vorbergzone**, bei Riegel am **Kaiserstuhl**, am Westrand des **Tunibergs**, bei Ebringen und Pfaffenweiler am **Schönberg** sowie im Markgräflerland südlich von Müllheim bei Vögisheim, Liel und Kandern auf. Am Tuniberg ist noch ein Steinbruch in Betrieb. Ein großer Steinbruch bei Bollschweil wurde wegen Konflikten mit dem Naturschutz im Jahr 2012 stillgelegt.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Gebankte Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation (Steinbruch Merdingen am westlichen Rand des Tunibergs)*

## Gestein

Der Hauptrogenstein besteht aus **hellbeigen bis fast weißen, oolithischen** Kalksteinen mit eingeschalteten geringmächtigen **Mergel- und Kalkmergellagen**. Die gebankten Gesteine werden von dicht gepackten, 1–3 mm großen, konzentrisch schaligen, sehr reinen Karbonatkörnern, den sog. **Ooiden**, aufgebaut. In die 5–50 cm mächtigen, kompakten, oft schräg geschichteten Ooidlagen sind Lagen aus **Muschelschill** eingeschaltet. Ooide bilden sich in tropischen Flachmeeren in 1–2 m Wassertiefe unter stetiger Wasserbewegung. Durch das **turbulente Bildungsmilieu** wurde die Ablagerung von Tonen und anderen Siliziklastika weitestgehend verhindert, weshalb die oolithischen Kalksteine meist einen **hohen Kalkgehalt** aufweisen. Die geringmächtigen, tonigen bis mergeligen Einschaltungen zwischen den Oolithbänken lassen auf episodisch erhöhten Toneintrag vom Festland her schließen.



*Angeschliffene und angefeuchtete Platte von Hauptrogenstein*

## Petrographie

**Röntgenfluoreszenz-Analysen** an Kernen der Rohstoffbohrung **Ro8211/B3** bei Vögisheim, 20–25,15 m (2011):

| Chemie | Anteil [%] |
|---|---|
| $SiO_2$ | 1,72 |
| $TiO_2$ | 0,02 |
| $Al_2O_3$ | 0,36 |
| $Fe_2O_3$ | 0,52 |
| MnO | 0,27 |
| MgO | 0,38 |
| CaO | 53,87 |
| $Na_2O$ | 0,01 |
| $K_2O$ | 0,07 |
| $P_2O_3$ | 0,02 |
| Glühverlust | 42,95 |
| Gesamtkarbonat | 96,7 |

Der **Gesamtkarbonatgehalt** (überwiegend Calcit) liegt nach den chemischen Analysen der Bohrung Ro8211/B3 im größten Teil der nutzbaren Mächtigkeit von über 64 m zwischen **96 und 97 %**. Im Abschnitt von 33,64 bis 48,30 m der Kernbohrung wurde ein durchschnittlicher Gesamtkarbonatgehalt von über **99 %** nachgewiesen.
In der Bohrung Ro8211/B4 bei Liel ist z. B. im Teufenabschnitt von 3 bis 4,54 m ein reiner **Kalkoolith** folgender **Zusammensetzung** untersucht worden:

| Chemie | Anteil [%] |
|---|---|
| $SiO_2$ | 0,56 |
| $Al_2O_3$ | 0,07 |
| $Fe_2O_3$ | 0,21 |
| MnO | 0,029 |
| MgO | 0,19 |
| CaO | 55,33 |
| $Na_2O$ | < 0,01 |
| $K_2O$ | 0,01 |
| $P_2O_3$ | 0,010 |
| Gesamtkarbonat | 99,0 |

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Die oolithischen Kalksteine erreichen durchschnittlich eine Mächtigkeit von **50–70 m**. Im Raum südlich von Müllheim kann die geologische Mächtigkeit der Hauptrogenstein-Formation **100 m** betragen.

**Genutzte Mächtigkeit**: Die genutzte Mächtigkeit der oolithischen Kalksteine schwankt zwischen wenigen Metern in kleinen Steinbrüchen, insbesondere südlich von Müllheim und Herbolzheim, und **30–50 m** in den großen Brüchen. Die nutzbare Mächtigkeit ist zudem abhängig von der Anzahl und Mächtigkeit der mergeligen Einschaltungen in der Abfolge, Verkarstung, Morphologie und Lage des Grundwasserleiters.

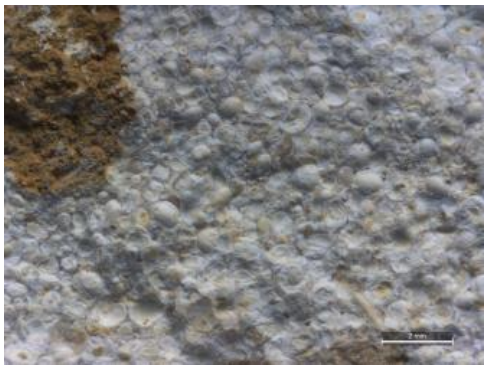
© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Hauptrogenstein mit konzentrisch-schaligen Karbonatkörnen, den sog. Ooiden*

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Die oolithischen Kalksteine werden mittels **Bohrlochsprengungen** gewonnen und vor Ort aufbereitet. Diese umfasst das **Brechen, Mahlen und Sieben** der Gesteine sowie das Brennen eines Teils der Fördermenge.

**Verwendung**: Je nach Reinheitsgrad der oolithischen Kalksteine werden sie für die Herstellung von **Putzen, Wärmedämmstoffen, Trockenbeton und Estrich** oder als Natursteine für die Produktion von Schottern und **Gesteinsmehlen** genutzt.



*Konzentrisch-schalige Ooide im mittleren Hauptrogenstein*

## Literatur

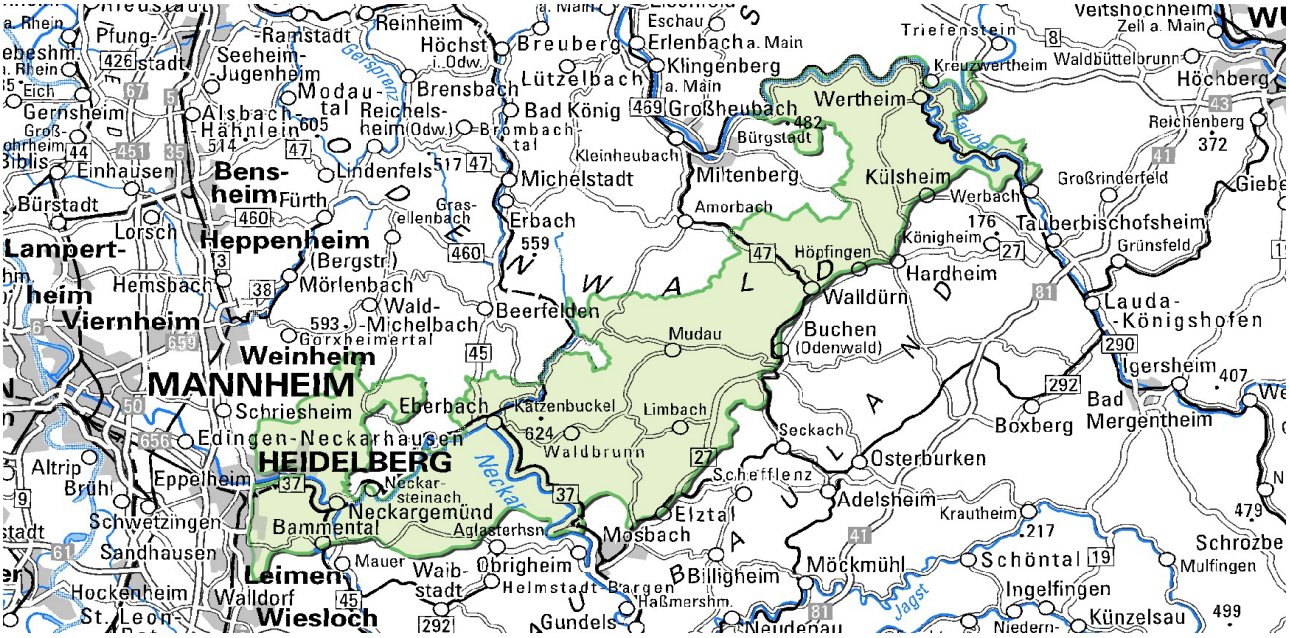

- Ernst, M. (1989). *Das Mesozoikum der Vorbergzone auf Blatt Kandern/Südbaden (TK 8211): Kartierung, Stratigraphie und Paläogeographie unter besonderer Berücksichtigung der Fazies im Braunjura, speziell des Hauptrogensteins.* – Diss. Univ. Freiburg i. Br., 385 S.
- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Schnarrenberger, C. (1915). *Erläuterungen zu Blatt Kandern (Nr. 139).* – Erl. Geol. Spezialkt. Ghzm. Baden, 131 S., 1 Beil., Heidelberg (Badische Geologische Landesanstalt). [Nachdruck 1985, 1992: Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., Bl. 8211 Kandern; Stuttgart]
- Werner, W., Wittenbrink, J., Bock, H. & Kimmig, B.(2013). *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung.* 765 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).


Cookie-Einstellungen

landes/hochreine-kalksteine-weiss-branntkalke/hochreine-bis-reine-kalksteine-hauptrogenstein-formation-am-suedlichen-oberrhein

# Buntsandstein-Odenwald und -Spessart

Der Odenwald ist eine überwiegend bewaldete Mittelgebirgslandschaft, die zum größten Teil in Hessen liegt, zu einem kleinen Teil zu Bayern und etwa zu einem Drittel zu Baden-Württemberg gehört. Am Rand des nördlichen Oberrheingrabens erhebt sich der aus kristallinen Gesteinen aufgebaute Grundgebirgs-Odenwald (Vorderer Odenwald), im Osten schließt sich der vom unteren Neckartal zerschnittene, aus Gesteinen des Buntsandsteins gebildete Sandstein-Odenwald an (Meynen & Schmithüsen, 1955). Die östliche Fortsetzung bildet der südlich des Mains gelegene Ausläufer des Sandstein-Spessarts zwischen Erfatal und unterer Tauber.




## Lage und Abgrenzung

Das zur südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft gehörende Buntsandsteingebiet im Norden von Baden-Württemberg wird in der Gliederung der Bodenkarte als Bodengroßlandschaft (BGL) Buntsandstein-Odenwald und -Spessart bezeichnet. Die zugehörige Bodenkarte beruht auf Übersichtskartierungen, die in den Jahren 2008–2010 durchgeführt wurden sowie auf der Auswertung von Forstlichen Standortskarten, Bodenschätzungskarten und sonstigen Unterlagen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Die zentrale Entwässerungsader im südlichen Odenwald ist das schmale **Neckartal** zwischen Neckargerach und Heidelberg, in das sich auch die Verkehrswege und zahlreiche Siedlungen drängen. Die Unterhänge zwischen Heidelberg und Ziegelhausen, an denen der Heidelberg-Granit zutage tritt, werden bereits der Bodengroßlandschaft Grundgebirgs-Odenwald (Vorderer Odenwald) zugerechnet. Bei Heidelberg und Eberbach schließt sich nördlich ans Neckartal eine zertalte Berglandschaft mit steilen Hängen und schmalen 400 bis über 550 m NN hohen Bergrücken aus Gesteinen des Unteren und Mittleren Buntsandsteins an, die zum **Zentralen Sandstein-Odenwald** gehört, der auch als **Mittlerer Odenwald** bezeichnet wird. Die größten nördlichen Zuflüsse des Neckars sind dort die Itter, der aus dem Zusammenfluss von Ulfenbach und Finkenbach gebildete Laxbach sowie die Steinach. Zwischen Eberbach-Pleutersbach und Neckargemünd bildet der Neckar die Grenze zu Hessen. Nur im Norden, bei Mudau-Waldleiningen wird das Gebiet zum Main hin entwässert.

*Neckartal bei Heidelberg*

*Wechsel der Bodenfarbe im Übergang vom Odenwald zum Bauland bei Buchen-Bödigheim*

Die im Osten angrenzenden Hochflächen auf Oberem Buntsandstein werden als **Hinterer Odenwald** bezeichnet. Sie nehmen den größten Raum im baden-württembergischen Odenwald ein. Mit dem Einsetzen des Unteren Muschelkalks erfolgt der Übergang zur östlich angrenzenden Bodengroßlandschaft des Baulands. Nordöstlich von Mosbach verläuft diese Grenze ungefähr entlang des Elztals. Weiter nördlich sind an der Landschaftsgrenze die Städte Buchen, Walldürn, Hardheim und Külsheim aufgereiht. Die Verflachungen und Talweitungen mit Quellaustritten im Übergang von den Röttonen (Oberer Buntsandstein) zum Unteren Muschelkalk boten sich dort in der Vergangenheit als günstiger Siedlungsraum an. Die Waldlandschaft des Hinteren Odenwalds ist von größeren Rodungsinseln durchsetzt, in denen u. a. die Gemeinden Mudau, Waldbrunn und Limbach liegen. Die Hochlagen am Westrand der Buntsandsteinplatten bei Waldbrunn und Mudau-Schloßau liegen meist bei 500–550 m NN. Dieser Teil des Hinteren Odenwalds wird auch als **Winterhauch** bezeichnet. Nach Südosten erfolgt eine deutliche Abdachung, sodass sich die Buntsandsteinflächen im Übergang zum Bauland meist in Höhenlagen um 400 m NN befinden. Eine geologische Besonderheit bei Waldbrunn stellt der aus Vulkangestein bestehende **Katzenbuckel** dar, der mit 668 m NN eine weithin sichtbare Bergkuppe bildet und den höchsten Berg des Odenwalds darstellt.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Über die Neckartalschlingen zwischen Mosbach und Neckargerach hinweg geht der Blick zum Buntsandstein-Odenwald, der im Hintergrund links vom Vulkanberg Katzenbuckel überragt wird.*

Durch den Hinteren Odenwald verläuft eine Wasserscheide, von der einerseits über Erfa und Mud zum Main und auf der anderen Seite über die Elz zum Neckar entwässert wird. Ein kleines Gebiet bei Bödigheim ist über die Seckach an die Jagst angeschlossen.

*Landschaft im Kleinen Odenwald bei Neunkirchen*

Im Bereich der hügeligen Buntsandsteinflächen südlich des Neckartals erstreckt sich der **Kleine Odenwald**. Dieses in Teilen schon mit Löss bedeckte Gebiet leitet zum südlich angrenzenden Kraichgau über. Bei Wiesenbach, am Südrand des Kleinen Odenwalds, befindet sich unter den Löss- und Lösslehmdecken z. T. bereits Unterer Muschelkalk. Zur Abgrenzung vom Kraichgau wurde dort das Ost–West-verlaufende Biddersbachtal herangezogen. Im Nordwesten ist der Kleine Odenwald am stärksten herausgehoben, dort erhebt sich über Heidelberg der Aussichtsberg Königstuhl mit 568 m NN. Ansonsten liegen die meisten Erhebungen im Norden des Kleinen Odenwalds zwischen 300 und 500 m NN und im Grenzbereich zum Kraichgau nur noch bei 200–300 m NN. Am südlichsten Abschnitt der **Bergstraße** zwischen Nußloch und Heidelberg fällt der Kleine Odenwald entlang tektonischer Bruchlinien nach Westen zur Oberrheinebene ab. Auf den morphologisch deutlich in Erscheinung tretenden Bruchschollen ist dort z. T. Muschelkalk erhalten, der aber meist von Löss oder Schuttdecken aus Buntsandsteinmaterial überdeckt ist. Die Elsenz mit ihren Nebenbächen sowie weitere kleine Bäche entwässern den Kleinen Odenwald zum Neckar hin. Kleinere Gerinne an der Bergstraße sind direkt zur Oberrheinebene bzw. zum Leimbach gerichtet.

Das ans Maintal grenzende, zwischen Hardheim, Külsheim, Wertheim und Freudenberg gelegene Buntsandsteingebiet gehört geographisch zum **Sandstein-Spessart**, wird aber landläufig oft noch dem Odenwald zugerechnet. Es handelt sich um ein zwischen Erfa und unterer **Tauber** gelegenes Hügelland, das meist Höhenlagen zwischen 300 und 400 m NN aufweist. Der Landschaftscharakter des engen **Maintals** zwischen Wertheim und Freudenberg mit seinen z. T. terrassierten, steilen Buntsandsteinhängen setzt sich auch am Unterlauf der Tauber fort. Auch kleinere Nebentäler des Mains östlich von Wertheim werden noch der BGL Buntsandstein-Odenwald und -Spessart zugerechnet. An der Buntsandstein/Muschelkalk-Grenze erfolgt der Übergang zum Tauberland.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Maintal bei Wertheim-Urphar*

Politisch gehört der größte Teil des baden-württembergischen Zentralen Sandstein-Odenwalds und des Kleinen Odenwalds zum Rhein-Neckar-Kreis und zum Stadtkreis Heidelberg. Der Hintere Odenwald befindet sich hauptsächlich im Neckar-Odenwald-Kreis und das zum Sandstein-Spessart gehörende Gebiet im Nordosten liegt im Main-Tauber-Kreis. Die relativ dünn besiedelte Region gehört überwiegend zum ländlichen Raum. Lediglich im Westen grenzt sie an den sich nach Osten bis Neckargemünd erstreckenden Verdichtungsraum Rhein-Neckar mit dem Oberzentrum Heidelberg und der dicht besiedelten südlichen Bergstraße. Neckaraufwärts folgt das Mittelzentrum Eberbach. Die anderen Mittelzentren Mosbach, Buchen und Wertheim liegen alle am Rand der Bodengroßlandschaft.

*Blick von der Bergstraße bei Heidelberg-Emmertsgrund nach Westen in die Oberrheinebene zwischen Sandhausen und Eppelheim*

## Geologisch-geomorphologischer Überblick

Wie der Name schon sagt, ist die Bodengroßlandschaft von Gesteinen des Buntsandsteins aufgebaut, der seinen Namen den überwiegend rötlich gefärbten, lagenweise auch hellen Sandsteinen verdankt. Im Übergang zum Grundgebirgs-Odenwald vorkommende geringmächtige permzeitliche Sedimentgesteine (Rotliegend-Sedimente, Zechsteindolomit-Formation und Langenthal-Formation) sind i. d. R. von Buntsandstein-Schuttdecken überlagert oder liegen im besiedelten Bereich. Lediglich westlich von Wilhelmsfeld und nördlich von Heiligkreuzsteinach wurde bei der Bodenkartierung, im Grenzbereich zum Grundgebirge, vereinzelt rotbraunes tonreiches Verwitterungsmaterial erbohrt, das vermutlich diesen Ablagerungen entstammt. Am Fuß der Buntsandstein-Schichtstufe, östlich von Dossenheim, wird ein schmaler, noch der BGL Buntsandstein-Odenwald zugeordneter Bergsporn von Rotliegend-Fanglomeraten gebildet.

Der in einen unteren, mittleren und oberen Abschnitt gegliederte Buntsandstein zeigt in Baden-Württemberg von Norden nach Süden einen erheblichen Wechsel in seiner Ausbildung und wird daher regional unterschiedlich gegliedert.

Im Main-Tauber-Gebiet und Odenwald besteht der **Untere Buntsandstein** aus den Ablagerungen der Eck-Formation und der Miltenberg-Formation. Beim Heigenbrücken-Sandstein an der Basis der Eck-Formation handelt es sich um einen geröllfreien, fein- bis mittelkörnigen Sandstein, über dem der grobkörnige, schwach geröllführende Ecksche Geröllsandstein folgt. Die Hangende Miltenberg-Formation ist vorwiegend aus fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen aufgebaut, die im oberen Bereich mit Schluff-/Tonsteinen wechsellagern. Die dickbankigen Sandsteine („Pseudomorphosensandstein“) wurden in zahlreichen Steinbrüchen als beliebte Naturwerksteine abgebaut und z. B. beim Bau des Heidelberger Schlosses verwendet. Der Untere Buntsandstein bildet verbreitet die mittleren und unteren Talhänge des Neckars und seiner Nebentäler. An der Basis kommt es im Heidelberger Raum über stauenden permzeitlichen Sedimenten zu Quellaustritten. Im Zentralen Sandstein-Odenwald bilden die Sandsteine der Miltenberg-Formation z. T. auch die Scheitelbereiche schmaler Bergrücken und Riedel. Im Maintal zwischen Wertheim-Mondfeld und Freudenberg besitzt die Miltenberg-Formation am Unterhang lediglich einen schmalen Ausstrich.

*Aufgelassener Steinbruch im Unteren Buntsandstein (Miltenberg-Formation) westlich von Eberbach*

*Mittlerer Buntsandstein im Ringgraben der Burg Wertheim*

Der **Mittlere Buntsandstein** lässt sich im Main-Tauber-Gebiet und im Odenwald ungefähr nördlich von Mudau in Volpriehausen-, Detfurth-, Hardegsen- und Solling-Formation gliedern. Es handelt sich dabei um wiederholte Abfolgen von Grobsandsteinen mit örtlich wechselnder Geröllführung und Wechselfolgen aus Sandsteinbänken und Schluff-/Tonstein-Zwischenlagen. Im oberen Bereich tritt der meist kieselig gebundene, mittel- bis grobkörnige wechselnd geröllführende Felssandstein auf, der unter der Traufkante der Buntsandstein-Schichtstufe Felswände und Blockhalden bildet.

In dem ans Neckartal grenzenden Odenwald im Südwesten erfolgt der Übergang in die Grobsandfazies der Vogesensandstein-Formation, die sich im Schwarzwald fortsetzt und überwiegend aus grobkörnigem, geröllführendem und oft verkieseltem Sandstein besteht (Geröllsandstein-Subformation). Auf Bergrücken, schmalen Plateaus sowie an Hängen im Zentralen Sandsteinodenwald und im Neckartal haben sie eine große Verbreitung. Auf Grund ihrer hohen Widerständigkeit treten die verkieselten Sandsteine der Geröllsandstein-Subformation stufenbildend in Erscheinung. Sie liefern auch überwiegend das Material für die an den Hängen auftretenden Blockströme und treten örtlich als Felsbildungen zu Tage. Die darüber liegenden mittel- bis grobkörnigen, kieselig gebundenen Sandsteine der Kristallsandstein-Subformation besitzen nur eine geringe Mächtigkeit.

In Aufschlüssen an der Grenze zum Oberen Buntsandstein lässt sich der Karneol-Dolomit-Horizont (VH2) erkennen, ein violett bis bläulicher, örtlich weißer, meist feinkörniger Sandstein (z. T. auch Schluff- und Tonstein) mit Dolomit- und Karneolknollen. Es handelt sich dabei um eine Paläobodenbildung aus der Buntsandsteinzeit. Im Main-Tauber-Gebiet folgen darüber noch geringmächtige, zum Mittleren Buntsandstein gehörende, fein- bis mittelkörnige, glimmerhaltige Sandsteine (Thüringer Chirotheriensandstein, Solling-Formation).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Steinbruch im Oberen Buntsandstein östlich von Wertheim-Dietenhan*

Die Gesteine des **Oberen Buntsandsteins** haben auf der Stufenfläche der Buntsandstein-Schichtstufe im Hinteren Odenwald, im Kleinen Odenwald und im südlichen Spessart eine weite Verbreitung. Im Liegenden des Oberen Buntsandsteins sind fein- bis mittelkörnige, z. T. glimmerreiche Sandsteine vorherrschend, die teils bankig, oft aber dünnschichtig-plattig ausgebildet sind (Plattensandstein-Formation). Die darüber folgende Rötton-Formation besteht vorherrschend aus stark schluffigen Tonsteinen bis tonigen Schluffsteinen mit wechselndem Feinsandgehalt und örtlichen Sulfat- oder Karbonatknollen. Gebietsweise sind dünne Sandsteinlagen, im Maingebiet auch dolomitische Lagen, eingeschaltet. Dort lässt sich die Rötton-Formation durch den Rötquarzit in die Unteren und Oberen Röttone gliedern. Der Rötquarzit, ein dickbankiger, kieselig gebundener Fein- bis Mittelsandstein (früher: Fränkischer Chirotheriensandstein), bildet v. a. im Hinteren Odenwald nordöstlich von Limbach/Mudau und im südlichen Spessart größere Flächen. Im südlichen Odenwald wird der Untere Rötton bereits von Sandsteinen der Plattensandstein-Formation ersetzt, weshalb auch der Rötquarzit dort meist nicht mehr abzugrenzen ist. Im Hinteren Odenwald sind die Hochflächen von flachen Mulden und wenigen tief eingeschnittenen Tälern durchzogen. Im Übergang zum unteren Taubertal und im Kleinen Odenwald, wo die Landschaft von zahlreichen Nebenbächen der Elsenz zertalt wird, hat das Verbreitungsgebiet des Oberen Buntsandsteins oft eher Hügellandcharakter. Entsprechend der Schichtneigung fallen die Buntsandsteinflächen nach Osten zum Bauland und zum Maintal hin ab. Im Kleinen Odenwald erfolgt das Schichtfallen nach Süden zur Kraichgaumulde hin.

*Ehemaliger Muschelkalksteinbruch an der südlichen Bergstraße bei Leimen*

Kleine Vorkommen von Karbonat- und Mergelgestein des **Unteren Muschelkalks** entlang einer Störungslinie südlich von Wertheim-Nassig sowie örtlich am Südrand des Kleinen Odenwalds bei Wiesenbach wurden der BGL Buntsandstein-Odenwald und Spessart zugeordnet. An der Bergstraße südöstlich von Heidelberg-Rohrbach macht sich der Untere und Mittlere Muschelkalk durch Erdfälle und Dolinen bemerkbar (Engesser & Leiber, 1991). Als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung tritt der Muschelkalk aufgrund der Lössbedeckung dort nur an wenigen Stellen in Erscheinung.

Nach neueren radioisotopischen Datierungen haben die **Vulkanite** in dem über 900 m breiten Vulkanschlot des **Katzenbuckels** bei Waldbrunn ein kreidezeitliches Alter. Es handelt sich um subvulkanisch entstandene ultrabasische Magmatite und Tuffbrekzien (Katzenbuckel-Magmatite, Ultrabasit, Shonkinit). Sedimenteinschlüsse von Gestein aus dem unteren Mitteljura lassen am Ende der **Kreidezeit** auf eine noch ca. 600 m mächtige Deckgebirgsüberdeckung zur Zeit der Eruption schließen, die im Laufe des **Tertiärs** größtenteils abgetragen wurde.

*Aufgelassener Steinbruch am Michelsberg am Südosthang des Katzenbuckels*

*Neckartal unterhalb von Eberbach*

Ausgehend von einer alttertiären Flachlandschaft erhielt das Gebiet mit dem fortschreitenden Einsinken des Oberrheingrabens und der kräftigen Heraushebung der Grabenränder im Pliozän allmählich seine heutige Gestalt. Neckar und Main, die im Untermiozän noch relativ kleine Rheinnebenflüsse waren, mussten sich in das aufsteigende Gebirge einschneiden. Dies gelang ihnen v. a. deshalb, weil sie durch rückschreitende Erosion im Laufe des Jungtertiärs große Teile des Donau-Flusssystems anzapfen und umlenken konnten, wodurch sich die Abflussmenge stark erhöhte (Villinger, 1998; Simon, 2010; Eberle et al., 2017). Am Ende des Tertiärs waren die Lage der Muschelkalk-Schichtstufe am Rand des Odenwalds und der Verlauf der Durchbruchstäler von Neckar und Main weitgehend festgelegt.

Zeugnisse der sich auch im älteren und mittleren **Pleistozän** fortsetzenden Hebung und Einschneidung sind verlassene Flussschlingen und Terrassen über dem heutigen Niveau der Neckaraue. Die höchsten, vermutlich pliozänen bis frühpleistozänen Terrassen und Schlingen befinden sich zwischen 70 und 160 m über dem heutigen Neckarspiegel (Schweizer, 1982). Dazu gehören beispielsweise die Schlinge am Schollerbuckel bei Eberbach-Rockenau oder die Schlinge bei Neckargerach-Guttenbach. Die tiefer gelegenen Schlingen bei Eberbach sowie die Schlinge am Hollmuth bei Neckargemünd, deren westlicher Lauf heute von der Elsenz durchflossen wird, hat der Neckar im Mittleren Pleistozän verlassen. Südlich der tektonischen Hochscholle des Hollmuths erstreckte sich die Neckarschlinge infolge der anhaltenden Hebung des Odenwalds zeitweise sehr weit nach Süden bis nach Mauer (Bodengroßlandschaft Kraichgau), wo in warmzeitlichen Flussablagerungen der berühmte, ca. 600 000 Jahre alte Unterkiefer des *Homo heidelbergensis* gefunden wurde (Eitel & Wagner, 2007).

*Neckartal bei Eberbach mit dem Umlaufberg einer ehemaligen Flussschlinge in der Bildmitte*

**Neckartal bei Eberbach mit alten Flussschlingen und Umlaufbergen – Bodenkarte**

*Margaretenschlucht südlich von Neckargerach*

Mit dem Neckar schnitten sich auch die Zuflüsse in das aufsteigende Gebirge ein. Die zugehörigen Täler besitzen einen engen Talquerschnitt und steile Hänge. Ihre vorherrschende Nord-Süd-Richtung ist auf parallel zum Rheingraben streichende tektonische Störungen zurückzuführen. Bei näherer Betrachtung sind die steilen Hänge im Zentralen Sandstein-Odenwald oft nicht gestreckt, sondern in Abhängigkeit der Widerständigkeit der ausstreichenden Sandsteinschichten durch kleine Hangstufen gegliedert (Geiger, 1973). Stellenweise, wie an der Wolfsschlucht bei Zwingenberg oder in der Margaretenschlucht bei Neckargerach, gehen flache Hängetäler in steile Schluchten über, aus denen die Bäche direkt in den Neckar münden.

Bei den das Maintal zwischen Wertheim und Freudenberg begleitenden pleistozänen Flussablagerungen, die in verschiedenen Niveaus ca. 10–20 m über dem Fluss liegen, handelt es sich überwiegend um Reste von Talverschüttungssedimenten aus dem älteren Pleistozän, in die sich der Fluss später wieder eingetieft hat. Die schmale Niederterrasse des Mains liegt meist in den Siedlungsbereichen.

Als weitere pleistozäne, im Periglazialklima gebildete Ablagerungen sind die weiter unten (Ausgangsmaterial der Bodenbildung) beschriebenen Fließerden, Hangschuttdecken und Blockströme zu nennen. An der Bergstraße, im Übergang zu Kraichgau und Tauberland sowie im Neckartal wurde würmzeitlicher Löss sedimentiert. Die Lössablagerungen im übrigen Gebiet waren nur sehr geringmächtig, sind aber für die Bodenentwicklung und die Bodeneigenschaften von wesentlicher Bedeutung. Der Löss ist dort überall durchverwittert und entkalkt und wird als Lösslehm bezeichnet. Zudem wurde er meist solifluidal umgelagert und mit Buntsandsteinmaterial vermischt.

## Ausgangsmaterial der Bodenbildung

Die Gesteine des Buntsandsteins bilden nur in seltenen Fällen das direkte Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Der größte Teil der Hochlagen und Hänge wird von pleistozänen Fließerden und Hangschuttdecken eingenommen (Geiger, 1973). Bereits Semmel (1975) beschreibt für den Buntsandstein-Odenwald einen dreigliedrigen Deckschichtenaufbau mit Deck-, Mittel- und Basisschutt, wie er auch später von Fried (1984) übernommen und weiter differenziert wurde. Daran angelehnt werden die Deckschichtenglieder heute als Decklage (entspricht „Hauptlage“ nach KA5), Mittellage und Basislage angesprochen (Ad-hoc-AG Boden, 2005a, S. 180 f). Eine Charakterisierung der periglazialen Deckschichten und deren Beziehung zur Pedogenese im benachbarten hessischen Buntsandstein-Spessart findet sich bei Müller (2011).

Das jüngste pleistozäne Deckschichtenglied ist die **Decklage**. Es handelt sich dabei um ein durch Solifluktion oder Solimixtion entstandenes Gemisch aus aufgearbeitetem Liegendmaterial und einer mehr oder weniger deutlichen, schluffig-feinsandigen, äolischen Komponente. Die Decklage unterscheidet sich in ihrer Korngrößenzusammensetzung von den liegenden Fließerden. Sie ist weniger dicht gelagert und örtlich durch eine Steinlage von diesen getrennt. Aufgrund des Gehalts an vulkanischen Laacher-See-Tuff-Mineralen kann die Decklage in die Jüngere Tundrenzeit datiert werden. Charakteristisch ist ihre Mächtigkeit von 30–60 cm. Im Gegensatz zu den altbesiedelten benachbarten Gäulandschaften, wo die Decklage oft im Laufe der Zeit erodiert wurde, ist sie im Buntsandstein-Odenwald noch fast überall vorhanden – auch wenn sie in landwirtschaftlich genutzten Gebieten oft in verkürzter Form vorliegt.

Unter der Decklage folgt häufig eine aus liegendem oder hangaufwärts anstehendem Gesteinsmaterial bestehende Solifluktionsdecke, die frei ist von äolischen Bestandteilen und als **Basislage** bezeichnet wird. Die Mächtigkeit der z. T. mehrschichtigen Basislage ist stark vom Relief abhängig. In Scheitellagen und an Hangkanten fehlt sie ganz oder ist nur geringmächtig, während sie an Unterhängen mehrere Meter mächtig und oft mehrgliedrig sein kann. Meist handelt es sich um rötliche, steinige lehmig-sandige bis sandig-tonige Substrate, wobei der Ton aus den Tonstein-Zwischenlagen der Buntsandsteinschichten stammt. Basislagen mit den höchsten Tongehalten sind auf Oberem Buntsandstein, insbesondere im Ausstrichbereich der Röttone verbreitet.

*Lösslehmreiche Fließerde auf Tonstein der Röttone-Formation bei Werbach-Gamburg*

Zwischen Deck- und Basislage ist als weiteres Deckschichtenglied örtlich eine **Mittellage** ausgebildet, die neben aufgearbeitetem Liegendmaterial einen deutlichen Lösslehmgehalt besitzt. Ihr Auftreten ist an Reliefpositionen gebunden, in denen sich während der pleistozänen Kaltzeiten Löss ablagern und erhalten konnte. Dies sind vor allem die ostexponierten Hänge und flachen Plateaulagen sowie die Unterhanglagen der Täler. Großflächig ist sie im Übergangsgebiet zu den Lösslehmgebieten des Bau- und Tauberlands sowie zur Lösslandschaft des Kraichgaus ausgebildet. In der Bodenlandschaft der Rücken und Hochflächen sind Mittellagen auf 45 % der Fläche verbreitet. Die Mittellage ist wenige dm bis über 1 m mächtig. Es kann sich um sandige bis schwach tonige Lehme handeln, in denen der Lösslehmgehalt nur schwer erkennbar ist, bis hin zu Schluff/Ton-Gemischen, die nur wenig Sand und Sandsteinskelett enthalten. Wo die lösslehmreichen Fließerden (Deck- und Mittellage) über sandig-steinigem Untergrund lagern, hat eine deutlich stärkere Vermischung mit dem Untergrund stattgefunden als über Verwitterungston der Röttone-Formation (Szabados, 1976).

*Lösslehm über Röttonen - Ziegeleigrube nordöstlich von Walldürn*

Wo die Mittellagen mächtig werden, keine Beimengung von Buntsandsteinmaterial mehr aufweisen und somit keinerlei Hinweise auf solifluidale Umlagerung zeigen, sind sie nicht mehr von in situ verwittertem Löss zu unterscheiden und wurden bei der Kartierung somit als **Lösslehm** angesprochen. Großflächig sind Lösslehmdecken am Ostrand des Hinteren Odenwalds, im Main-Tauber-Gebiet und im Kleinen Odenwald verbreitet. Bei dem karbonatfreien Substrat handelt es sich im Hinteren Odenwald überwiegend um durchverwitterten Würmlöss, der eine deutliche Lokalkomponente enthält und oft durch Staunässe stark überprägt ist (Wittmann, 2000, S. 132 ff.). Bei mächtigen Lösslehmen in den tieferen Lagen des Kleinen Odenwalds und im Neckartal spielen sicher auch präwürmzeitliche Ablagerungen eine Rolle. Ab ca. 1,5–2 dm u. Fl. wurde dort örtlich in Hangfußlagen kalkhaltiger Schwemmlöss erbohrt. Bei Wiesenbach, am Südrand des Kleinen Odenwalds werden die Löss- und Lösslehmdecken z. T. bereits von Verwitterungsmaterial des Unteren Muschelkalks unterlagert.

Auf Terrassen und in alten Flussschlingen im Neckartal sowie besonders im Übergangsbereich zum Kraichgau und zum Oberrheingraben, wo in trocken-kalten Phasen der Würmkaltzeit große Mengen an Löss sedimentiert wurden, gehen die Decken aus Lösslehm und lösslehmreichen Fließerden häufig in **Löss** über. Wo dieser mächtig genug ist, dass er im Holozän nicht vollständig entkalkt und durch die Bodenbildung überprägt wurde, bildet der kalkhaltige schluffreiche Rohlöss den C-Horizont der dort verbreiteten Böden. Auf der sog. Gaisberg-Scholle zwischen Heidelberg und Nußloch (südliche Bergstraße) sind der Löss bzw. dessen Umlagerungsprodukte viele Meter mächtig und überlagern blockreiche Schuttmassen aus Buntsandstein-Material (Eichler, 1974; Zöller, 1996). Zum Teil sind Paläoböden aus verschiedenen Warmzeiten in die Deckschichten eingeschaltet.

*Lössaufschluss in den Weinbergen an der Bergstraße südlich von Heidelberg*

Auch im Main-Tauber-Gebiet finden sich Böden mit Rohlöss im tieferen Unterboden. Meist liegen sie an schwach geneigten ostexponierten Riedeln und Hängen oder auf Terrassen im Taubertal. Wegen der größeren Entfernung vom Oberrheingraben besitzt der Löss dort eine feinere Körnung, enthält eine deutliche lokale Komponente und ist karbonatärmer als der im Westen an der Bergstraße abgelagerte Löss (Rösner, 1990).

Das Verbreitungsgebiet der Basislage beschränkt sich v. a. auf die sehr schwach bis stark geneigten Lagen. An den meist vom Mittleren Buntsandstein gebildeten steilen Talhängen folgen unter der Decklage i. d. R. stark bis extrem steinige und blockführende Schuttdecken, die als **Hangschutt** bezeichnet wurden. Neben der Solifluktion waren bei dessen Entstehung vermutlich auch gravitative Massenverlagerungen und Abschwemmprozesse beteiligt. Der Hangschutt ist in oberen Hangabschnitten geringmächtig und nimmt zum Hangfuß hin oder auf Hangverflachungen an Mächtigkeit zu. Nach Geiger (1973) kann er dort bereichsweise bis zu 25 m mächtig werden.

*Blockstrom („Felsenmeer“) auf der Nordseite des Königstuhls bei Heidelberg*

Eine weitere Periglazialbildung sind die für den Odenwald typischen, z. B. am Königstuhl auftretenden **Blockströme** („Felsenmeere“) (Geiger, 1973; 1974; Graul, 1977). Es handelt sich dabei um hangabwärts gerichtete längliche Ansammlungen von grobem Gesteinsschutt, an dessen Bildung verschiedene Prozesse im periglazialen Milieu beteiligt waren. Der durch Frostsprengung und gravitative Massenverlagerung entstandene Blockschutt, meist aus verkieseltem Sandstein der Geröllsandstein-Subformation, wurde durch Solifluktion hangabwärts verlagert. Zwischen den Blöcken vorhandenes Feinmaterial wurde ausgespült. Nach Geiger (1974) haben sich die Blockströme im Odenwald bevorzugt an nord- bis nordostexponierten Steilhängen gebildet. Im Gegensatz zu den Blockströmen versteht man heute unter „Blockmeeren“ Residualansammlungen von Gesteinsblöcken, die keine wesentliche Eigenbewegung aufweisen (AG Geologie, 2018). Wo am Hangschutt Material aus dem Oberen Buntsandstein beteiligt ist, treten im Norden des Gebiets örtlich Blockansammlungen aus Rötquarzit auf. In Siedlungsnähe wurden die an der Oberfläche liegenden Sandsteinblöcke früher häufig als Baumaterial entnommen.

Wo Hangtälchen oder Nebentäler in die Haupttäler einmünden, sind kleine Schwemmfächer entstanden. Auf ihnen ist **Schwemmlehm** oder grober **Schwemmschutt** das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Hat im Einzugsgebiet holozäne Bodenerosion stattgefunden, ist das pleistozäne Schwemmsediment von humosen holozänen Abschwemmmassen überlagert. Im Pleistozän verschwemmter, meist von jüngeren Sedimenten überdeckter Lösslehm tritt auch in Hohlformen und Hangfußlagen auf.

Pleistozäne **Terrassensedimente** sind kleinräumig entlang des Mains zwischen Wertheim-Bettingen und Freudenberg verbreitet. Die schwach geneigten Terrassenflächen liegen in verschiedenen Niveaus, meist 10–20 m über dem Fluss. Überwiegend handelt es sich um sandiges, in Oberflächennähe periglazial umgelagertes Material der cromerzeitlichen Talverschüttung. Aber auch im Neckartal und seinen Nebentälern finden sich auf Terrassenresten und in verlassenen Flussschlingen Böden aus pleistozänen Flussablagerungen bzw. aus Fließerden, in denen Kies, Geröll und Flusssand aufgearbeitet wurde. Bei Neckargerach und Zwingenberg sind auf schmalen Niederterrassenflächen sandig-tonige Hochflutsedimente verbreitet, die von einer geringmächtigen sandig-lehmigen Deckschicht überlagert werden. Im Elztal und im Trienzbachtal nordöstlich und westlich von Limbach-Laudenberg liegt auf schmalen Terrassenflächen ein lehmig-steiniges Hochflutsediment über Buntsandsteinschutt.

Die jahrhundertelange landwirtschaftliche Nutzung im Bereich der Rodungsinseln im Hinteren und Kleinen Odenwald sowie an der Bergstraße hat zu einer teilweisen Erosion der ursprünglichen Böden geführt. Das Abtragungsprodukt, die lehmigen, oft schluffreichen, mehr oder weniger stark Buntsandsteinmaterial führenden **holozänen Abschwemmmassen** haben sich im Laufe der Zeit in Talmulden und am Hangfuß angesammelt. Ihre Verbreitung und Mächtigkeit nimmt an den Rändern der Bodengroßlandschaft zu, da dort die Landnutzungsgeschichte am weitesten zurückreicht und die erosionsanfälligen Lösssedimente die größte Verbreitung haben.

*Hangfuß an der Bergstrasse nördlich von Leimen mit Kolluvien aus holozänen Abschwemmmassen*

Bei Lösssedimenten am Hangfuß des Hollmuths, östlich der Elsenz bei Bammental, wurde von Barsch & Wimmer (1988) ein holozäner unterirdischer Materialtransport mit dem Zwischenabfluss festgestellt (Pseudokarst, Suffosion, Tunnelerosion). Als undurchlässige stauende Schicht im Untergrund wirkt dabei eine Schuttdecke mit eingeschwemmtem Feinmaterial. Solche Prozesse sind auch in anderen Hanglagen des Gebietes denkbar, in denen lösslehmreiche Deckschichten über undurchlässigen Basislagen oder dichtgelagerten Hangschuttdecken liegen. Ähnliche Fälle von unterirdischem Materialtransport und nachfolgenden Erdfällen werden an der Bergstraße von Eichler (1974) und auf Schuttkegeln in Odenwaldtälern von Hasemann (1928) beschrieben.

*Auenlehm über Kies am Neckarufer bei Eberbach*

Von Fließgewässern weiter transportiertes Bodenmaterial wurde bei Überschwemmungen, die auch heute noch regelmäßig auftreten, in den Talsohlen als **Auenlehm** oder **Auensand** wieder abgelagert. Bei größeren, katastrophenartigen Hochwässern, wie etwa beim Jahrhunderthochwasser 1993, sind immer wieder auch Schäden in den in der Neckaraue gelegenen Siedlungsbereichen zu verzeichnen (Röckel, 1995). Die Substratzusammensetzung der Auensedimente hängt stark vom Einzugsgebiet ab. Während die Odenwaldbäche karbonatfreie Sedimente ablagerten, haben die größeren Gewässer (Neckar, Main, Tauber, Elsenz) karbonathaltiges Substrat in das Gebiet eingebracht.

## Landnutzung und Siedlungsgeschichte

Während der Großteil des Odenwalds zum sog. Jungsiedelland gehört, sind die tiefer gelegenen, von Lösslehm und Löss bedeckten Buntsandsteingebiete an Main und Tauber sowie an der Bergstraße dem bereits in vorgeschichtlicher Zeit bewohnten Altsiedelland zuzurechnen. Eine nennenswerte Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung der Odenwaldtäler und der Übergangsbereiche zum Altsiedelland erfolgte vermutlich ab dem späten Frühmittelalter. Nach Pollenanalysen und Radiokarbondatierungen sind die infolge von Rodung, Landnutzung und Bodenerosion entstandenen Auensedimente in Bachtälern des Zentralen Sandstein-Odenwalds maximal 1000 bis 2000 Jahre alt (Tavkhelidse, 2001). Die Siedlungen auf den großen Rodungsinseln im Hinteren Odenwald und im Kleinen Odenwald entstanden im Hochmittelalter ab ca. 1050. Dabei nutzte man die relativ guten Böden auf den lösslehmreichen Deckschichten im Zentrum der Hochflächen, während staunasse Böden sowie die sandig-steinigen Böden der Hochflächenränder und Hänge dem Wald überlassen blieben. Eine teilweise viel frühere Anwesenheit des Menschen belegen Reste des quer über den Odenwald verlaufenden römischen Limes, prähistorische Funde vom Heiligenberg bei Heidelberg oder Spuren von römischem und keltischem Bergbau im angrenzenden Vorderen Odenwald. Nach Lagies (2005) deuten pollenanalytische Befunde möglicherweise auf eine frühbronzezeitliche Weidenutzung im Odenwald hin.

Unter den gegebenen klimatischen und bodenkundlichen Bedingungen wären im Odenwald natürlicherweise fast überall Laubwälder mit Dominanz der Buche vorhanden (Knapp, 1963). Durch das Eingreifen des Menschen, v. a. seit dem Mittelalter, hat sich das Landschaftsbild jedoch stark gewandelt. Auch heute ist das Mittelgebirge zum größten Teil bewaldet. Es überwiegen Mischwälder, die oft einen hohen Nadelholzanteil (Fichte, Kiefer) aufweisen, der mit Aufforstungen seit dem 19. Jh. eingebracht wurde. Eine weite Verbreitung von Nadelwäldern zeigt die Landnutzungskarte v. a. in den höheren Lagen des Hinteren Odenwalds zwischen Waldbrunn und Mudau.

*Laubwald auf einer Hangverflachung im Mittleren Buntsandstein südöstlich von Eberbach*

*Alte Steinriegel im Wald, im Bereich von einer von Rotliegend-Sedimenten gebildeten Hangverflachung bei Heiligkreuzsteinach*

Deutliche Auswirkungen auf die Böden hatten die in historischer Zeit vielfältigen Nutzungen der Wälder etwa durch Streuentnahme, Waldweide und die im Odenwald früher übliche Hackwaldwirtschaft, bei der die Flächen, insbesondere auch die Hanglagen, im Wechsel als Niederwald und Acker genutzt wurden (Hausrath, 1903; Staatl. Forstamt Eberbach, 1999; Tichy 1958). Besonders im Raum Eberbach wurden die Niederwälder vielfach als Eichenschälwälder genutzt. Darüber hinaus führten auch Kahlschläge aufgrund des hohen Bedarfs an Bau- und Brennholz (u. a. für Bergbau, Köhlerei und Glashütten) zu Erosion, Umlagerungsbildungen und Nährstoffentzug. Erst seit der Einführung einer geregelten Forstwirtschaft im 19. Jh. erfolgten Wiederaufforstungen und ein schonenderer Umgang mit den Waldflächen. Nördlich von Waldbrunn wurden in jener Zeit, nicht zuletzt wegen der schlechten Böden, die zwei kleinen Weiler Ober- und Unterferdinandsdorf aufgegeben und das umliegende Gebiet aufgeforstet (Hasemann, 1930; Glaser, 2019). In vielen Bereichen hat man auch noch im 20. Jh. ehemals landwirtschaftlich genutzte ertragsarme Böden mit Nadelwald aufgeforstet.

Auf den Rodungsinseln im Hinteren Odenwald findet sich heute in den höheren Lagen ein Wechsel von Ackerland und Grünland. Der Dauergrünlandanteil geht auf den klimatisch und bodenkundlich günstigeren Flächen am Ost- und Südrand der Bodengroßlandschaft deutlich zurück. Der Ackerbau nimmt besonders auf den lösslehmbedeckten Buntsandsteinflächen südwestlich von Wertheim große Flächen ein. In den Talsohlen der Odenwaldtäler wiederum dominiert das Wiesengelände. Im engen Neckartal findet sich nur örtlich auf Terrassen oder in verlassenen Flussschlingen, wie bei Neckargerach-Guttenbach, genügend Raum für Ackerland.

**Landnutzung in der Bodengroßlandschaft Buntsandstein-Odenwald und -Spessart** (generalisierte ATKIS-Daten des LGL Baden-Württemberg)

Der früher ausgedehntere Weinbau beschränkt sich heute auf die klimatisch begünstigten Lagen an der Bergstraße südlich von Heidelberg und bei Leimen. Kleinflächig findet man auch noch im unteren Taubertal einzelne Rebhänge. Obstbau spielt nur vereinzelt im Main-Tauber-Gebiet oder im Süden des Kleinen Odenwalds eine Rolle.

*Blick über die weinbaulich genutzte, lössbedeckte Bruchscholle der südlichen Bergstraße nach Nordosten zum bewaldeten Odenwaldanstieg*

## Klima

An seinem äußersten Westrand, im Bereich der Bergstraße südlich von Heidelberg, wird die Bodengroßlandschaft Buntsandstein-Odenwald und -Spessart noch vom milden Klima der Oberrheinebene beeinflusst mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 10 bis über 11 °C. Nach Osten sinken diese dann schnell auf ca. 9 °C in den höheren Lagen ab. Am kühlsten ist es in den Hochlagen im Hinteren Odenwald, insbesondere auf dem Winterhauch bei Waldbrunn und Mudau mit ungefähr 8,5 °C. Im Neckartal, an Main und Tauber sowie im Südwesten des Kleinen Odenwalds liegen die Jahresdurchschnittstemperaturen hingegen wiederum meist bei 10–11 °C.

Entsprechend der Lage des Mittelgebirges zu den regenbringenden Westwinden gibt es bei der Niederschlagsverteilung einen deutlichen West–Ost-Gradienten. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen in den Hochlagen des Zentralen Sandstein-Odenwalds 1000–1250 mm. An der Bergstraße südlich von Heidelberg steigen sie zunächst rasch von 730–900 mm auf 900–1000 mm im Kleinen Odenwald an, wo sie im höher gelegenen Osten über 1200 mm erreichen können. Vom Hinteren Odenwald zum südlichen Spessart nehmen die Niederschläge dann deutlich ab. Am Katzenbuckel liegen sie noch bei über 1100 mm, im Raum Buchen/Walldürn bei 800–850 mm und zwischen Hardheim und Wertheim überwiegend bei 700–750 mm. Die geringsten Regenmengen werden im Bereich der unteren Tauber gemessen, wo die Jahresniederschlagsmenge in trockenen Jahren nur ca. 600 mm betragen kann.

Die jährliche Klimatische Wasserbilanz beträgt an der Bergstraße und im Neckartaltrichter +200 bis +400 mm, in den Odenwaldtälern und in den tieferen Lagen des Kleinen Odenwalds liegt sie bei +300 bis +500 mm. In den Hochlagen des Zentralen Sandsteinodenwalds und im hoch gelegenen Westen des Hinteren Odenwalds liegt sie bei +600 bis +800 mm und geht nach Nordosten allmählich auf +200 bis +400 mm im Main-Tauber-Gebiet zurück. In den trocken/warmen Bereichen entlang der unteren Tauber kann die jährliche Klimatische Wasserbilanz auch nur 0 bis +100 mm betragen.

Im Sommerhalbjahr liegt die Klimatische Wasserbilanz in den höheren Lagen zwischen Heidelberg und Mudau meist bei +100 bis +200 mm und im restlichen Odenwald bei 0 bis +100 mm. Im Osten der Bodengroßlandschaft, zwischen Hardheim und Wertheim, treten im Sommer negative Werte auf (-100 bis 0 mm). Dies bedeutet, dass es auf Böden mit geringer nutzbarer Feldkapazität für Pflanzen in der Hauptwachstumszeit zu Trockenstress kommen kann.

Die oben genannten Klimadaten sind den Datensätzen des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum 1991–2020 entnommen:

- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*
- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljährige mittlere Raster der Lufttemperatur (2m) für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*

Für die Angaben zur Klimatischen Wasserbilanz wurde die digitale Version des Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg herangezogen (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2012).

## Weiterführende Links zum Thema

- Boden, Böden, Bodenschutz (PDF)
- Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Karlsruhe (PDF)
- Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Stuttgart (PDF)
- LEO-BW: Der Sandstein-Odenwald
- LEO-BW: Der Sandstein-Spessart
- Geo-Naturpark Bergstraße-Odenwald

## Literatur

- AG Geologie (2018). *Geologische Kartieranleitung – Fachliche-Grundlagen/Genese-und-Geogenese/Geogenetische-Definition/Lockergesteine*, verfügbar unter

https://www.geokartieranleitung.de/desktopmodules/gkalist/api/b5707ba0-33af-43cf-be22-90ac8bf77fba.

- Ad-hoc-AG Boden (2005a). *Bodenkundliche Kartieranleitung.* 5. Aufl., 438 S., Hannover.
- Barsch, D. & Wimmer, H. (1988). *Hangrunsen in Mitteleuropa – die Bedeutung der Subrosion aufgrund der Untersuchungen am Hollmuth bei Heidelberg.* – Heidelberger Geographische Arbeiten, 66, S. 251–263.
- Eberle, J., Eitel, B., Blümel, W. D. & Wittmann, P.(2017). *Deutschlands Süden – vom Erdmittelalter zur Gegenwart.* 3. Aufl., 195 S., Berlin.
- Eichler, H. (1974). *Die Pleistozänen Hangsedimente des Odenwaldrandes südlich Heidelberg.* – Heidelberger Geographische Arbeiten, 40, S. 147–166.
- Eitel, B. & Wagner, G. A. (2007). *Die Entstehung der Neckarschlinge von Mauer als Ausdruck der Fluss- und Reliefentwicklung im nördlichen Baden-Württemberg.* – Wagner, G. A., Rieder, H., Zöller, L. & Mick, E. (Hrsg.). Homo heidelbergensis – Schlüsselfund der Menschheitsgeschichte, S. 113–126, Stuttgart (Konrad Theiss Verlag).
- Engesser, W. & Leiber, J. (1991). *Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte.* – Schütz, J. (Hrsg.). Der Rhein-Neckar-Kreis, S. 17–49, Stuttgart (Konrad Theiss Verlag).
- Fried, G. (1984). *Gestein, Relief und Boden im Buntsandstein-Odenwald.* – Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten Serie D, 4, S. 1–201.
- Geiger, M. (1973). *Die pleistozäne Hangabtragung im Heidelberger Buntsandstein-Odenwald (mit morphologischer Kartierung).* – Heidelberger Geographische Arbeiten, 38, S. 179–249.
- Geiger, M. (1974). *Blockströme und Blockmeere am Königstuhl und Katzenbuckel im Odenwald.* – Heidelberger Geographische Arbeiten, 40, S. 185–199.
- Glaser, O. (2019). *Der „Hohe Odenwald" – Eine Landschaft mit eigenem Charakter und einer besonderen Geschichte.* – Badische Heimat, Heft 3, 99. Jahrgang, S. 442–452.
- Graul, H. (1977). *Exkursionsführer zur Oberflächenformung des Odenwalds.* – Heidelberger Geographische Arbeiten, 50, S. 1–212.
- Hasemann, W. (1928). *Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Baden, Blatt Eberbach (Nr. 24).* – Erl. Geol. Spezialkt. Baden, 62 S., 2 Taf., Freiburg i. Br. (Badische Geologische Landesanstalt). [Nachdruck 1984: Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., Bl. 6519 Eberbach; Stuttgart]
- Hasemann, W. (1930). *Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Baden, Blatt Zwingenberg (Nr. 25).* – Erl. Geol. Spezialkt. Baden, 58 S., 3 Taf., Freiburg i. Br. (Badische Geologische Landesanstalt). [Nachdruck 1984: Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., Bl. 6520 Waldbrunn; Stuttgart]
- Hausrath, H. (1903). *Die Hackwaldwirtschaft im Badischen Odenwald.* – Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1903, S. 603–619, verfügbar unter https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF01864550.pdf.
- Knapp, R. (1963). *Die Vegetation des Odenwaldes.* – Schriftenreihe des Instituts für Naturschutz, VI (4), S. 1–150.
- Lagies, M. (2005). *Neue pollenanalytische Forschungen in Spessart und Odenwald – eine Zusammenfassung.* – Carolinea, 63, S. 113–134, verfügbar unter https://www.zobodat.at/pdf/Carolinea_63_0113-0134.pdf.
- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1955). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 2. Lieferung.* 121 S., Remagen (Bundesanstalt für Landeskunde).
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2012). *Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg.* 4. erw. Ausg., Karlsruhe.
- Müller, S. (2011). *Neue Erkenntnisse zu periglaziären Lagen und Pedogenese im hessischen Spessart.* – Diss. Univ. Frankfurt, 216 S., verfügbar unter http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/19257.
- Röckel, D. (1995). *Der Neckar und seine Hochwasser: am Beispiel von Eberbach.* 160 S., Eberbach.
- Rösner, U. (1990). *Die Mainfränkische Lößprovinz – Sedimentologische, pedologische und morphodynamische Prozesse der Lößbildung während des Pleistozäns in Mainfranken.* – Erlanger Geographische Arbeiten, 51, S. 1–306.
- Schweizer, V. & Kraatz, R. (1982). *Kraichgau und südlicher Odenwald.* – Sammlung geologischer Führer, 72, 203 S., Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- Semmel, A. (1975). *Schuttdecken im Buntsandstein-Odenwald.* – Aufschluss, Sonderband, 27 (Odenwald), S. 321–329.
- Simon, T. (2010). *Karten zur Landschaftsgeschichte in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 25, S. 47–66.
- Staatliches Forstamt Eberbach (1999). *Wälder im Odenwald – Wald für die Odenwälder: Dokumente aus 150 Jahren Eberbacher Forstgeschichte.* 288 S.
- Szabados, E. (1976). *Böden des südlichen Odenwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Genese lößhaltiger Mehrschichtböden.* – Diss. Univ. Hohenheim, 195 S.

- Tavkhelidse, T. (2001). *Wandel der quartären Geomorphodynamik im Einzugsgebiet des Finkenbaches im Odenwald.* – Diss. Univ. Heidelberg, VII + 148 S., verfügbar unter http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/1881/1/Doktorarbeit.pdf [07.01.2020].
- Tichy, F. (1958). *Die Land- und Waldwirtschaftsformationen des Kleinen Odenwaldes.* –Heidelberger Geographische Arbeiten, 3, S. 1–155.
- Villinger, E. (1998). *Zur Flußgeschichte von Rhein und Donau in Südwestdeutschland.* –Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 80, S. 361–398.
- Wittmann, P. (2000). *Verbreitung, Aufbau und Charakteristik quartärer äolischer Decksedimente im Einzugsgebiet von Kocher und Jagst – Untersuchungen zur jungpleistozänen Landschaftsgeschichte im nordöstlichen Baden-Württemberg.* – Stuttgarter Geographische Studien, 130, S. 1–253.
- Wolf, A. (2000w). *Todtenbronnen.* – Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (Hrsg.). Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe, S. 604–606, Stuttgart (Jan Thorbecke Verlag).
- Zöller, L. (1996). *Oberpleistozäne Hangdynamik am Westfuß der Königsstuhl-Scholle bei Heidelberg.* – Heidelberger Geographische Arbeiten, 104, S. 275–286.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 07.02.24 - 08:07):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/buntsandstein-odenwald-spessart

# Tektonische Entwicklung

Die tektonische Entwicklung der Erdkruste im Landesgebiet von Baden-Württemberg reicht von der Variskischen Gebirgsbildung im Paläozoikum über eine Plattformentwicklung mit schwacher Krustendehnung im Mesozoikum bis zur Einengung der südwestdeutschen Kruste im Vorland der Alpenentstehung. Im Alpenvorland und im Oberrheingraben entstanden tiefe Beckenstrukturen, in denen bis mehrere tausend Meter mächtige Sedimente des Tertiärs abgelagert wurden.

*Oberjura-Schichtstufe (Albtrauf) bei Hechingen – Blick vom Raichberg nach Norden; Foto: N. Wannenmacher*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

# Altpaläozoikum bis Frühes Karbon

*Helle Orthogneise im ehem. Steinbruch am Rauhfels westlich von Baiersbronn*

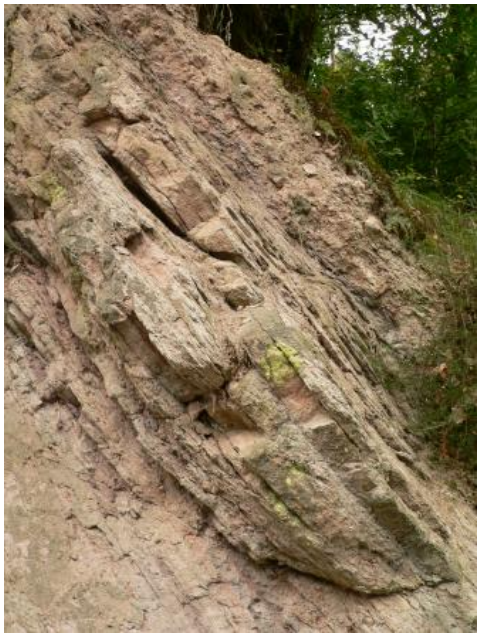
Das magmatische und metamorphe Grundgebirge im Untergrund Baden-Württembergs erhielt seine strukturelle Prägung vorwiegend während der variskischen Gebirgsbildung im späten Devon und frühen Karbon. Ältere tektonische Ereignisse lassen sich nur indirekt aus der Zusammensetzung der variskisch überprägten Gesteine ermitteln. Die Mehrzahl der Paragneise im Schwarzwald und Odenwald geht auf mächtige flyschartige Grauwackenabfolgen zurück, deren Sedimentationsalter vom späten Proterozoikum bis in das Silur reichen. Altersdaten aus ehemaligen Sandkörnern dieser Grauwacken weisen auf Liefergebiete des Sandes im heutigen Nordafrika und damit darauf hin, dass die Krustenschollen, die heute mitten im Europäischen Kontinent liegen, im frühen Paläozoikum noch Teil des seither zerbrochenen Südkontinents Gondwanas waren und erst im Karbon an Europa angeschlossen wurden. Eingelagerte bzw. eingedrungene Orthogneise (Flasergneise), Leptinite und Amphibolite belegen rhyolithisch-basaltischen Vulkanismus und Plutonismus, wobei geochemische Untersuchungen auf Subduktionsvorgänge und magmatische Inselbögen als tektonisches Umfeld hinweisen. Radioisotopische Altersdaten aus dem Kambrium und Ordovizium stellen diese Vorgänge in einen Zusammenhang mit der Cadomischen Gebirgsbildung, die von der Bretagne bis in die Lausitz große Teile Europas geprägt hat.

Im Silur und Devon hielten die Subduktionsvorgänge nördlich des heutigen Landesgebiets von Baden-Württemberg und in dessen Süden weiter an, wie Altersdaten aus magmatischen Intrusionen im Odenwald und im Südschwarzwald zeigen. Im späten Devon und frühen Karbon schlossen sich offenbar die letzten ozeanischen Gebiete zwischen den kontinentalen Krustenplatten Europas und Armoricas, dem im frühen Paläozoikum abgelösten Segment Gondwanas, das heute die europäische Kruste südlich von Rheinischem Schiefergebirge und Harz bildet. Die Kollision der Krustenplatten führte zur Auffaltung des Variskischen Gebirges, dessen Kernbereich in Süddeutschland und in den (später nochmals aufgefalteten) Alpen lag. Das kristalline Grundgebirge im Schwarzwald und im Odenwald entstand tief im Inneren dieses Gebirges und wurde danach durch die Erosion der darüber liegenden Gesteinseinheiten freigelegt. Die metamorphen und tektonischen Strukturen in den Gneisen belegen noch die Deformationen in mehr als 15 km Tiefe bei Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius. An tiefgründigen Scherzonen wurden jedoch noch im ausgehenden Frühen Karbon diese hochgradig metamorphen Gesteine nach oben bewegt und gelangten in unmittelbaren Kontakt zu sehr gering bis nicht metamorphen Sedimenten und Vulkaniten aus viel höheren Krustenbereichen (Badenweiler–Lenzkirch-Zone, Nordbadisch-Fränkisches Schiefergebirge). Im selben Zeitraum, vor etwa 330 Mio. Jahren, drangen saure Gesteinsschmelzen in die Abfolge ein, deren heute erstarrte Magmakammern sowohl im Schwarzwald als auch im Odenwald ausgedehnte Granitplutone darstellen. Nur die ältesten dieser Granite haben noch eine schwache Deformation und Einregelung erfahren, die Mehrzahl zeigt lediglich Abkühlungsklüfte und viel später angelegte Bruchzonen als tektonische Merkmale.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Spätes Karbon bis Mittleres Perm

Im Späten Karbon und bis in das mittlere Perm hinein geriet das zuvor entstandene Variskische Gebirge unter Zugspannung und zerfiel in einzelne langgestreckte Bergrücken und dazwischen liegende Becken, die den Abtragungsschutt der benachbarten Berge aufnahmen. Die Sedimentbecken sind besonders im Schwarzwald und am Südrand des Odenwaldes aufgeschlossen, liegen jedoch überwiegend unter jüngeren Ablagerungen verborgen. Die Ablagerungen des Oberkarbon sind dabei meist stärker gestört und verkippt als jene des Rotliegend, was auf anhaltende Bruchtektonik während der Sedimentation schließen lässt. Die Ränder dieser Sedimentbecken fallen teilweise mit steil stehenden Abschiebungen zusammen, vor denen hunderte von Metern Sedimente liegen können, während auf der angrenzenden Hochscholle allenfalls wenige Meter Schutt in erosiv eingeschnittenen Rinnenformen erhalten sind.



*Aufschluss an der Straße Gernsbach-Oberbeuren südwestlich von Gernsbach*

Die ersten Ablagerungen zwischen Diersburg und Berghaupten am Rande des Schwarzwalds stammen aus dem Übergangsbereich Namur/Westfal (Bashkirium, ca. 320 Mio. Jahre) und wurden durch einen letzten tektonischen Einengungs-Impuls vom angrenzenden Grundgebirge überschoben und teilweise verfaltet. Nachdem im Stefan (Kazimovium-Gzhelium, ca. 305 Mio. Jahre) die Sedimentation wieder eingesetzt hat, waren die tektonischen Bewegungen jedoch nur noch von Dehnung und von Abschiebungen und Seitenverschiebungen geprägt. Die Störungen aus dieser Zeit sind heute vielfach noch durch Mächtigkeitsunterschiede der permokarbonen Ablagerungen auf beiden Seiten erkennbar, aber häufig durch spätere Störungen in Segmente zerlegt und nochmals bewegt worden.

## Spätes Perm bis Jura

*Mittleres Albvorland bei Walddorfhäslach*

Im späten Perm waren die Bergrücken aus Grundgebirge weitgehend abgetragen und die Sedimentbecken des Rotliegend so weit aufgefüllt, dass zumindest im Zentralschwarzwald und nördlich davon nur noch geringe Höhenunterschiede bestanden. Mit dem Zechstein beginnt daher die Sedimentation jener Abfolge, die heute als Deckgebirge die vormaligen Schwellen und Becken gleichermaßen eindeckt und bis in den Jura das gesamte Landesgebiet zu einem Ablagerungsraum macht. Neben einer allgemeinen Absenkung der Kruste, die die Region in der mittleren Trias (Muschelkalk-Zeit) und über den gesamten Jura hinweg unter den Meeresspiegel bringt, kam es in diesem Zeitraum auch zu regionalen tektonischen Bewegungen an Störungen im Grundgebirge. Im Schwarzwald und Odenwald sind solche Bewegungen direkt durch radioisotopische Datierungen an hydrothermalen Mineralneubildungen belegt, die sich auf Bruchflächen des Grundgebirges abgeschieden haben und teilweise nachträglich nochmals zerbrochen wurden.

Aber auch im Deckgebirge selbst zeigen großräumige Unterschiede in der Mächtigkeitsentwicklung, dass sich der Untergrund während der Sedimentation der Ablagerungen von Zechstein, Trias und Jura mit regional unterschiedlicher Geschwindigkeit absenkte und dass diese Bewegungen auch zu verschiedenen Zeiten, d. h. während der Ablagerung verschiedener Schichten, nicht gleichmäßig erfolgten. Mächtigkeitskarten zeigen für einen Großteil dieses Zeitraumes im Südschwarzwald, Alpenvorland und im Odenwald eine langsamere Absenkung als beispielsweise im Neckarraum oder im Kraichgau und in Hohenlohe. Die Beträge der Bewegungen waren jedoch offenbar nicht mehr so groß wie noch im frühen Perm und führten in der Regel nicht dazu, dass sich Störungen bis an die damalige Erdoberfläche durch die noch weichen Sedimente hindurch fortsetzen konnten. Dennoch verlaufen Mächtigkeitsunterschiede in den mesozoischen Schichten häufig entlang von später ebenfalls aktiven Störungszonen, was auf eine Reaktivierung der schon mesozoisch (und ggf. schon zuvor) aktiven Störungszonen im Grundgebirge schließen lässt.

## Kreide bis Paleozän

*Blick von oberhalb des Neckartals bei Mosbach zum Odenwald mit dem Katzenbuckel*

Vom ausgehenden Jura (ca. 145 Mio. Jahre) über die Kreidezeit hinweg bis in das Paleozän (66 bis 56 Mio. Jahre) sind in Baden-Württemberg keine Sedimente erhalten. Die tektonische Entwicklung in dieser Zeit, in der unmittelbar südlich des Landesgebiets die Alpen ihre Entwicklung begannen, lässt sich daher nur aus wenigen Altersdaten an Störungsmineralisationen und einzelnen Vulkaniten in groben Zügen ableiten. Die Erdkruste wurde im Landesgebiet in jener Zeit offenbar bis über den in der Kreide hoch stehenden Meeresspiegel angehoben und unterlag der Abtragung. Ob den Flachmeer-Ablagerungen aus der späten Kreidezeit, die im Osten Bayerns erhalten sind, auch im Gebiet des heutigen Baden-Württemberg zeitweise kreidezeitliche Sedimente gegenüberstanden, ist mehrfach Gegenstand von Spekulationen gewesen. Belege dafür gibt es bislang nicht. Sicher ist derzeit nur, dass es an einzelnen Störungen im Schwarzwald und Odenwald Bewegungen gab und dass sowohl im Südschwarzwald als auch im südlichen Odenwald vereinzelt Magmen aus dem Erdmantel an Störungszonen aufdrangen und phreatomagmatische Eruptionsschlote hervorriefen. Die in den Tuffbrekzien eingeschlossenen Gesteinsfragmente zeigen, dass in der späten Kreide und im frühesten Tertiär sowohl der Schwarzwald als auch der Odenwald noch von Trias- und Juragesteinen bedeckt waren.

Die Vulkanite aus diesem Zeitraum finden sich meist an kleineren Störungen, deren Verlauf sich teilweise wegen zu geringem Höhenversatz heute nicht einmal kartieren lässt. Sie liegen jedoch im Bereich zweier großräumiger Störungszonen, die auch danach noch eine Rolle bei der Entwicklung des Oberrheingrabens gespielt haben: im Norden die Ubstadt–Walldürn-Störungszone (Vulkanite im Kraichgau und Odenwald), die bei Langenbrücken in den Oberrheingraben einmündet, und im Süden die Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone, an deren Kreuzungspunkt mit einer der östlichen Randstörungen des Oberrheingrabens im Miozän der Kaiserstuhl-Vulkan ausbrach. In ihrer Verlängerung treffen diese beiden Störungszonen in den Südvogesen aufeinander, wo ebenfalls einzelne kreidezeitliche Vulkanite erhalten sind.

## Eozän bis Miozän

*Aufschiebung im Keuper von Tübingen*

Vom Eozän an gelangt der südwestdeutsche Raum tektonisch unter den Einfluss zweier Gebirgsbildungen, in denen der Südrand Europas durch die Kollision von Krustenplatten eingeengt und die Erdkruste selbst hunderte von Kilometern weiter nördlich noch unter Spannung gesetzt wurde. Im mittleren Eozän beherrscht dabei zuerst die Auffaltung der Pyrenäen das Spannungsfeld in Südwestdeutschland. Die Einengung aus Südwesten führte zu einer ONO–WSW-gerichteten Dehnung der Kruste und der ersten Anlage des südlichen bis mittleren Oberrheingrabens als SSW–NNO-streichende Verkettung von Abschiebungen. Dabei wurden vielfach ältere Bruchflächen als Teil der Grabenrandbrüche reaktiviert, soweit sie eine zum neuen Spannungsfeld passende Orientierung hatten, und zu einem neuen, größeren Bruchsystem verbunden. Beherrschendes tektonisches Element war jedoch zunächst ein System aus oft bogig streichenden Abschiebungen und Bruchschollen-Staffeln, auf denen besonders im Gebiet der Freiburger Bucht und am Vogesenrand noch eozäne Sedimente erhalten sind.

Im ausgehenden Eozän und Oligozän macht sich erstmals die Auffaltung der Alpen im Südosten in der Region mit einer nunmehr SO–NO-gerichteten Einengung bemerkbar, die schräg auf die zuvor angelegten Grabenbrüche trifft. Die Dehnung des SSW–NNO-orientierten Oberrheingrabens dauerte dadurch zwar einerseits an, doch kam es nun zusätzlich zu linksseitigen horizontalen Scherbewegungen. Es bildete sich nun ein System aus langgestreckten Scherzonen aus, entlang deren oft über viele Kilometer geraden Verlauf sich sinistrale Scherbewegungen mit grabenwärts gerichteten Abschiebungen verbanden. Die bedeutendste dieser Scherzonen ist heute unter mächtigen tertiären und quartären Sedimenten verdeckt, ließ sich aber durch die Auswertung reflexionsseismischer Profile von Illfurth (Frankreich) im Süden bis nach Bruchsal im Norden verfolgen. Nördlich von Bruchsal beginnt der Wechsel in der Streichrichtung des Oberrheingrabens, dessen nördlicher Abschnitt ab etwa Heidelberg längs zur alpidischen Einengung NNW–SSO-orientiert

ist. Nördlich einer Querstörung, die im Untergrund der Oberrheinebene etwa von Walldorf bis nahe Grünstadt in den seismischen Profilen verfolgt werden kann, ändert sich auch der tektonische Stil des Grabens von langgestreckten Schergräben in bogige, listrisch geformte Abschiebungen.

Ebenfalls vom späten Eozän an beginnt sich im Südosten des Landesgebiets die Kruste weiträumig zum Molassebecken abzusenken. Die Absenkung beginnt im Süden, nahe am Alpenrand, und greift bis ins Miozän zunehmend nach Norden aus. Die ältesten Sedimente des Molassebeckens finden sich daher in dessen südlichstem bzw. südöstlichstem Abschnitt und sind teilweise von den Alpinen Decken überfahren. Im Landesgebiet beginnt die Beckenentwicklung im frühen Oligozän im südlichen Bodenseegebiet und Allgäu und erreicht im frühen Miozän den heutigen Südrand der Schwäbischen Alb. Die flexurartige Verbiegung der Kruste führte dabei zu Dehnung im höheren Krustenstockwerk und zu langgestreckten Abschiebungssystemen, deren vorherrschendes SW–NO-Streichen in flachem Winkel zum Alpenrand verläuft. Die Störungsflächen fallen dabei häufig nach Norden bis Nordwesten ein und erreichen selten die Erdoberfläche. Sie sind überwiegend aus reflexionsseismischen Profilen bekannt. Eine Blattverschiebungskomponente entlang dieser Störungen ist aufgrund ihrer Lage und Geometrie wahrscheinlich, mangels direkter Beobachtungsmöglichkeiten aber bislang nicht sicher nachzuweisen.

Die Beanspruchung der südwestdeutschen Kruste, die sich in der fortgesetzten Einsenkung von Oberrheingraben und Molassebecken sichtbar und durch Sedimente datierbar ausdrückt, hat auch im übrigen Landesgebiet zu Bewegungen entlang von Störungen geführt. Im Einzelnen sind diese jedoch in der Regel nicht genauer datierbar, da sich im Deckgebirge des Schichtstufenlandes gewöhnlich keine datierbaren Mineralisationen auf den Störungsflächen abgeschieden haben und zwischen Oberjura und Quartär keine Sedimente vorliegen, die eine Datierung der Störungen erlauben. Die Mehrzahl der WSW–ONO- und NW–SO-streichenden Störungen, die im Spannungsfeld vor den Alpen der Scherflächen-Orientierung für dextrale bzw. für sinistrale Blattverschiebungen entsprechen, dürfte jedoch auf die Einspannung aus Südosten reagiert haben. Die relativen Bewegungen des in zahllose tektonische Bruchschollen zerlegten Deckgebirges führte vielerorts zu Dehnungsstrukturen und abschiebenden Bewegungen entlang der Störungen, örtlich aber auch zu Einengungen und Aufschiebungen oder lokalen Stauchfalten. Da in einigen größeren Scherzonen Bewegungsindikatoren für Bewegungen in verschiedene Richtungen zu unterschiedlichen Zeiten selbst im Deckgebirge festgestellt wurden, ist mit einer Reaktivierung von eventuell bereits in der Kreidezeit aktiven Störungen zu rechnen. Aus dem Grundgebirge des Schwarzwalds und des Odenwalds liegen einzelne direkte Datierungen von Mineralisationen auf Bruchzonen vor, die neben mesozoischen auch tertiäre Bewegungen belegen, die mit der Entstehung und Entwicklung des benachbarten Oberrheingrabens in Zusammenhang stehen dürften. In diesem Zusammenhang dürfte auch die Entwicklung der zahlreichen etwa N–S-streichenden Ruschelzonen im Schwarzwald stehen, die im Tertiär zumindest reaktiviert wurden, wenn sie nicht überhaupt erst aus der Zusammenführung kleinerer Bruchsysteme zu größeren Störungen verbunden wurden.
Im Miozän kommt es in drei Gebieten zu vulkanischer Aktivität: im Hegau, im Kaiserstuhl und im Raum Urach–Kirchheim. Alle drei Gebiete liegen im Vergitterungsbereich großräumiger Störungszonen. Der Hegau-Vulkanismus ist an die etwa 20 km breite Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone gebunden und dort lokalisiert, wo diese auf die heute wieder seismisch aktive Albstadt-Scherzone trifft, die sich bereits im Mesozoikum als Schwellenregion in den Mächtigkeiten abzeichnet (Spaichinger Schwelle). Im Vergitterungsbereich der Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone mit den Randstörungen des Oberrheingrabens liegt der Kaiserstuhl und bildet das nach dem Volumen größte vulkanische Förderzentrum des Landesgebiets. Im Vergitterungsbereich der Albstadt-Scherzone mit dem Schwäbischen Lineament liegt das Urach–Kirchheimer Vulkangebiet mit mehr als 300 Ausbruchsstellen. Die Mehrzahl der Schlote entstand einige Kilometer südöstlich der Vergitterung im Bereich der Uracher Mulde.

Neben den endogenen tektonischen Strukturen finden sich in Baden-Württemberg auch zwei etwa kreisförmige Strukturen, deren Ursache nicht aus dem Erdinneren kam. Das Steinheimer Becken und das teilweise ebenfalls in Baden-Württemberg liegende Nördlinger Ries entstanden im Miozän durch den Einschlag zweier (oder eines in zwei Teile zerbrochenen) Asteroiden auf die Schwäbische Alb. Wegen der hohen Geschwindigkeit der interplanetaren Körper sind diese und ein Teil der Erdoberfläche beim Einschlag explosionsartig verdampft und verursachten einen anfänglich mehrere hundert Meter, im Fall des Rieses über einen Kilometer tiefen Einschlagskrater, der jedoch innerhalb von Sekunden wieder zu einer flacheren Struktur zusammenstürzte. Das ausgeworfene Material findet sich bunt durchmischt und teilweise aufgeschmolzen um die Kraterränder verteilt und teilweise in den Krater zurückgestürzt, einzelne Brocken und Blöcke auch in größerer Entfernung in Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse des Alpenvorlands. Die stratigraphische Position dieser Auswurfmassen und radioisotopische Datierungen an Schmelzgläsern haben ergeben, dass der Ries-Einschlag vor 14,8 Mio. Jahren im mittleren Miozän erfolgt ist. Auch die Sedimente der Kraterseen, die sich im Ries und im Steinheimer Becken bildeten, enthalten eine mittelmiozäne Fauna und bestätigen damit diese Datierung.

# Pliozän und Quartär

Die sedimentäre Überlieferung bricht im Landesgebiet im mittleren Miozän im Oberrheingraben und in den Einschlagskratern und im späten Miozän in den jüngsten Teilen der Molasse erneut ab. Für das ausgehende Miozän wird deshalb eine weitgespannte Hebung der süddeutschen Erdkruste angenommen, die mit Erosion auch in den vormaligen Ablagerungsräumen verbunden war. Als im Pliozän erneut Sedimente im Oberrheingraben erhalten blieben, lagerten sie sich flach diskordant auf den älteren tertiären Sedimenten ab. Mächtige pliozäne und quartäre Lockergesteine besonders im nördlichen Teil des Oberrheingrabens, bei Heidelberg bis über 500 m, belegen jedoch fortgesetzte tektonische Bewegungen entlang der Störungssysteme.

*Blick vom Trauf der Mittleren Alb nach Norden über die auf dem Ausliegerberg Zoller gelegene Burg Hohenzollern; Albvorland und Keuperbergland im Hintergrund*

Auch im Schichtstufenland finden sich örtlich auf den Höhenzügen bzw. Hochflächen Restformen alter flacher Talzüge und Relikte von Flussablagerungen (tertiäre und frühquartäre Höhenschotter), deren Verbindungslinien im einstigen Talweg heute abschnittsweise aufsteigen, da sich die Höhenlage einiger Vorkommen nachträglich, d. h. im Quartär, durch tektonische Hebungen oder Senkungen verändert hat. In seltenen Fällen konnten in Aufschlüssen auch Störungen dokumentiert werden, die unmittelbar pleistozäne Sedimente versetzt haben.

Am wenigsten ist über tektonische Bewegungen seit dem Pliozän aus dem Alpenvorland bekannt, da hier durch die Erosion während der großen Vergletscherungen im Mittel- und Spätpleistozän die ältesten Ablagerungen bis auf kleine Restvorkommen beseitigt wurden und die glazial geprägten Sedimente mit starken primären Höhenunterschieden abgelagert wurden. Daher ist meist unsicher, ob Auffälligkeiten in der Höhenlage einzelner Decken- oder Terrassenschotter auf nachträgliche Hebungen oder Senkungen oder auf nur lückenhaft bekannte alte Terrassenniveaus zurückzuführen sind.

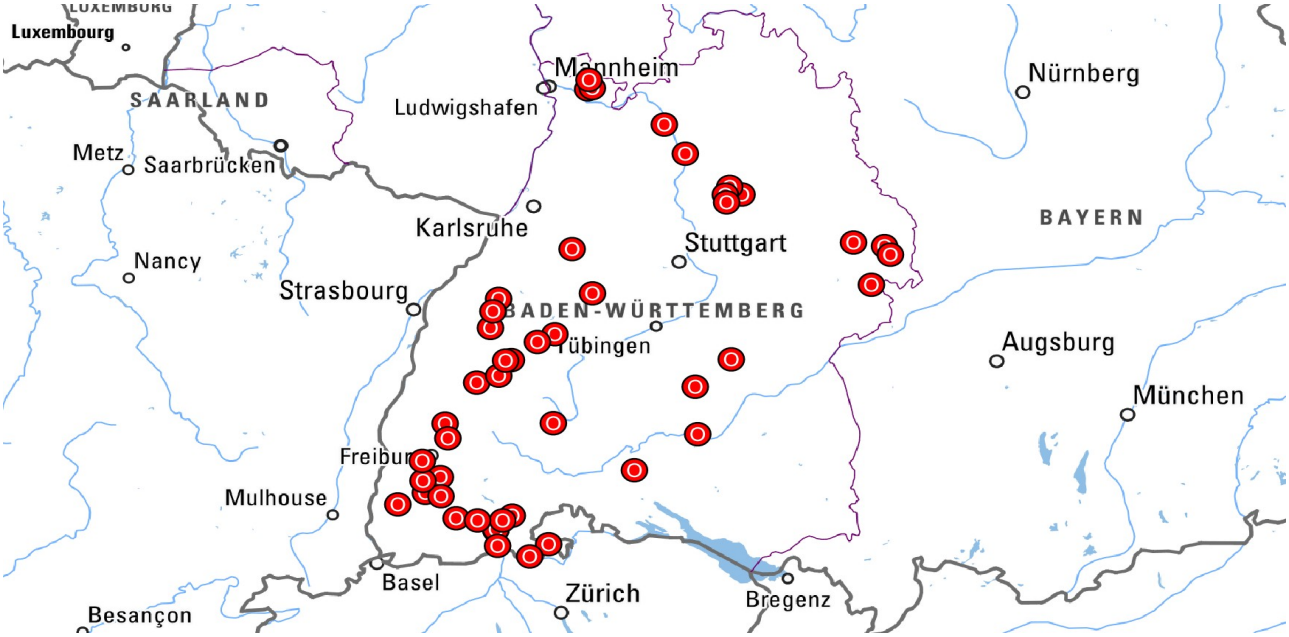
Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 14.10.21 - 15:55):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/tektonik-schichtlagerung/tektonische-entwicklung

# Alter Bergbau

Der Bergbau war in Baden-Württemberg schon in frühen Zeiten ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Von Bedeutung waren Erzvorkommen im Grundgebirge von Schwarzwald und Odenwald, eisenerzhaltige Sedimentgesteine oder auch Bohnerze von der Schwäbischen Alb und die Salzlager im Mittleren Muschelkalk oder im Tertiär des südlichen Oberrheingrabens.




Die wichtigsten Bergbaureviere lagen im Schwarzwald. War es hier zur Römerzeit und im frühen Mittelalter vor allem die Suche nach Kupfer-, Blei- und Kobalterzen, verlagerte sich das Ziel der Abbaue anschließend zu silberhaltigen Blei- und Fahlerzen. In der Neuzeit waren vor allem Schwer- und Flussspat für die chemische Industrie gesuchte Minerale. Die Konkurrenz aus dem Ausland führte allerdings zur Schließung vieler Gruben. Heute werden nur noch in der Grube Clara bei Oberwolfach Schwerspat und Flussspat abgebaut.

*Mittelalterliche Bergbauspuren bei Ehrenkirchen südlich von Freiburg*

Der Eisenerzbergbau („Doggererze") in Wasseralfingen und Aalen begründete mit den angeschlossenen Aufbereitungsanlagen der Schwäbischen Hüttenwerke eine erste Großindustrie in Ost-Württemberg. Der Bergbau ist hier seit 1948 auflässig. Gleichartige Erze wurden bis 1942 bei Blumberg abgebaut.

*Erzlager der Murchisonaeoolith-Formation (Ausschnitt) am Kahlenberg bei Ringsheim*

*Steinsalz aus dem Steinsalzbergwerk Heilbronn*

Steinsalz, früher in mehreren Bergwerken und Solen gewonnen, wird bergmännisch heute nur noch bei Heilbronn und in Haigerloch-Stetten gewonnen. Der Kalisalzabbau im Oberrheingraben ist auf deutscher Seite inzwischen ebenfalls erloschen. Das letzte Bergwerk in Buggingen schloss 1973 seine Pforten.

Alter Bergbau

- Besucherbergwerke
- Bergbauspuren im Gelände

## Weiterführende Links zum Thema

- Geopark Schwäbische Alb
- Geo-Naturpark Bergstraße-Odenwald
- Geopark Ries
- Geoparks in Deutschland
- Besucherbergwerke im Schwarzwald – Geologie und Geschichte (PDF)
- Schwarzwald – Bergbau und Besucherbergwerke
- R. Metz: Gewinnung von Bodenrohstoffen im Schwarzwald (PDF)
- Umweltportal Baden-Württemberg / Umwelterlebnis

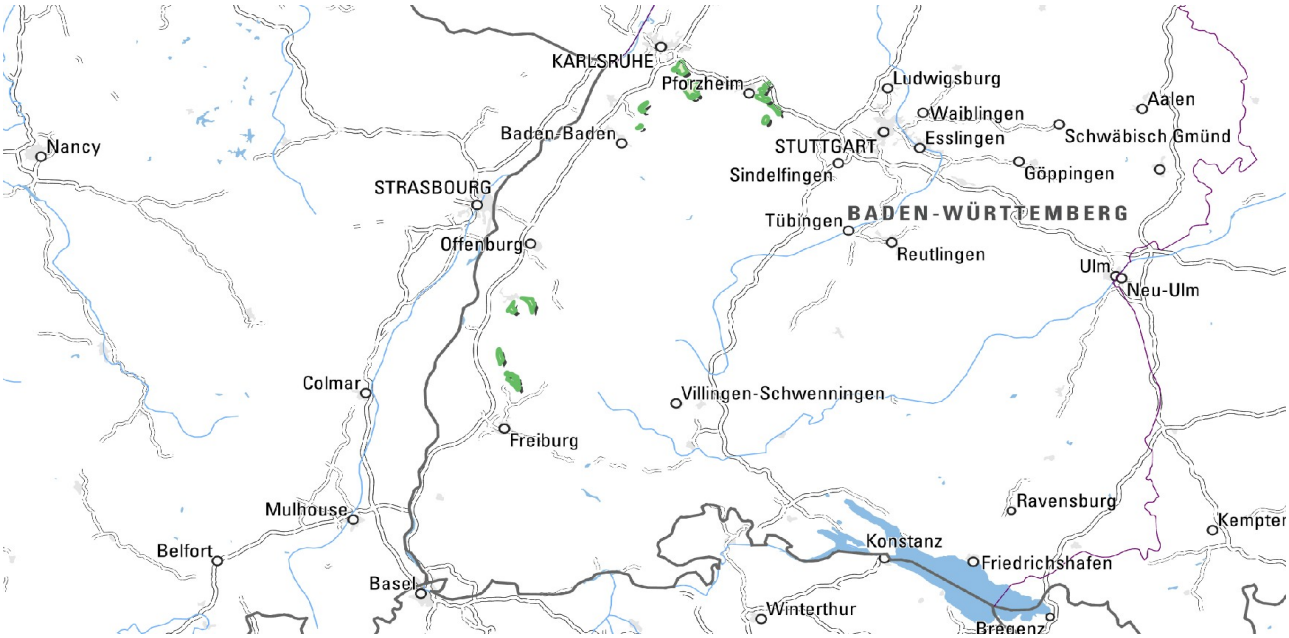
Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 10.11.22 - 09:18):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/alter-bergbau

# Böden im Verbreitungsgebiet von Löss, Lösslehm und lösslehmreichen Fließerden

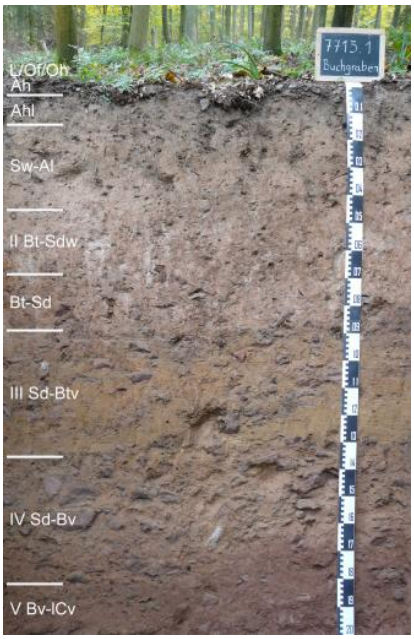
Die Böden aus mächtigen lösslehmreichen Fließerden, Lösslehm oder Löss konzentrieren sich auf die tief gelegenen Randbereiche im Norden des Buntsandstein-Schwarzwalds. Weitere Vorkommen gibt es im Oberrheingraben, am Rand der Buntsandsteinberge bei Lahr und Emmendingen. Am Ostrand des Schwarzwalds finden sich nur wenige kleinflächige Lösslehmvorkommen.



*Ackerflächen bei Karlsbad-Langensteinbach mit Parabraunerden aus Lösslehm (b69)*

Die auf den Lösslehmen der Hochflächen ausgebildeten, in Kartiereinheit (KE) **b69** beschriebenen Parabraunerden weisen meist schwache Staunässemerkmale auf und wechseln mit Pseudogley-Parabraunerden. Eine örtlich auftretende geringe Skelettbeimengung zeigt, dass es sich beim Ausgangsmaterial der tiefgründigen Lehmböden zumindest zum Teil um Solifluktionsdecken handelt (Deck- über Mittellage). Unter landwirtschaftlicher Nutzung ist der Al-Horizont der Parabraunerden durch Bodenerosion meist stark verkürzt bzw. im Pflughorizont aufgearbeitet. In abzugsträgen Flachlagen und flachen Mulden, wo Pseudogleye und Parabraunerde-Pseudogleye dominieren, sind die Merkmale zeitweiliger Staunässe deutlicher ausgeprägt (**b33**, **b144**). Im Übergang zu den Lössgebieten der Nachbarlandschaften ist bereichsweise der würmzeitliche Löss so mächtig, dass er nicht komplett durch die holozäne Bodenentwicklung überprägt wurde. Im tieferen Unterboden der Parabraunerden (**b23**) tritt dort daher noch kalkhaltiger Rohlöss auf. Entsprechende Vorkommen finden sich auf den ebenen und schwach geneigten Buntsandstein-Hochflächen östlich von Ettlingen, an schwach bis stark geneigten Hängen der Emmendinger Vorbergzone sowie kleinflächig in meist flachen ostexponierten Lagen im Übergang zu den Oberen Gäuen bei Weil der Stadt-Merklingen sowie nördlich und nordwestlich von Nagold.

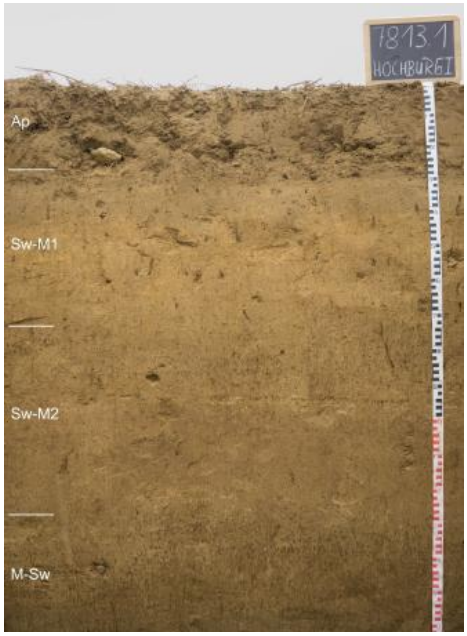
*Tief entwickelte pseudovergleyte erodierte Parabraunerde aus jüngerem über älterem Lösslehm (b69)*



*Pseudogley-Parabraunerde aus Sandstein führenden lösslehmreichen Fließerden (b94)*

In Hanglagen unterhalb 350 m NN bilden an den Rändern der Bodengroßlandschaft oft mächtige lösslehmreiche Fließerden oder Lösslehm das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Auch dort sind Parabraunerden und Pseudogley-Parabraunerden die vorherrschenden Bodentypen (**b94**). Dem schluffig-lehmigen Lösslehmmaterial ist in wechselndem Ausmaß Feinerde und Gesteinsmaterial aus dem Buntsandstein, Zechstein oder Rotliegend beigemengt. Es überwiegen steinfreie und nur schwach steinige Bodenprofile. Bereits in 8–10 dm Tiefe können stellenweise tonig-lehmige oder sandig-tonige, steinige Fließerden (Basislage) auftreten. Im Übergangsbereich zu den Lössgebieten der Nachbarlandschaften kann im Unterboden der Bodenprofile örtlich auch kalkhaltiger Rohlöss vorhanden sein. Die Hauptverbreitungsgebiete von KE b94 liegen bei Gaggenau und Baden-Baden sowie im Bereich der Buntsandsteinberge bei Lahr und Emmendingen. Einzelvorkommen finden sich an Talhängen der Unterläufe von Alb, Nagold und Würm sowie bei Karlsruhe-Wolfartsweiler und im Kirnbachtal östlich von Pforzheim.

Im stärker reliefierten Gelände wurde das bei der Bodenerosion abgetragene Lössbodenmaterial in Muldentälchen und Hangfußlagen wieder sedimentiert. Die so entstandenen, hauptsächlich im Raum Emmendingen und bei Karlsruhe-Grünwettersbach verbreiteten Kolluvien werden in KE **b133** beschrieben. Einzelne Muldentalabschnitte im nordwestlichsten Buntsandstein-Schwarzwald, in denen ein mäßiger Stauwasser- oder Grundwassereinfluss feststellbar war, wurden in KE **b79** zusammengefasst (Pseudogley-Kolluvium und Gley-Kolluvium). Auch auf flachen Schwemmfächern bei Emmendingen finden sich Pseudogley-Kolluvien aus holozänen Abschwemmmassen über älterem Schwemmsediment (**b79**).



*Tiefes pseudovergleytes Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen (b133)*

*Das Brettenbachtal bei Sexau – Blick von der Hochburg bei Emmendingen nach Südosten*

Geringmächtige Kolluvien, die von Braunerden und Parabraunerden unterlagert werden (**b137**), sind am östlichen Unterhang und flach auslaufenden Hangfuß im Brettenbachtal östlich von Emmendingen verbreitet. Die verbreitet auftretende Schmelzschlacke in den Oberböden ist dort auf eine spätmittelalterlich/neuzeitliche Erzpoche zurückzuführen. Die Gleye und Nassgleye in einem vernässten Muldentälchen nördlich von Karlsbad-Ittersbach bilden ein kleinflächiges Einzelvorkommen (**b96**).

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 02.10.23 - 12:35):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/buntsandstein-schwarzwald/bodenlandschaften/boeden-im-verbreitungsgebiet-loess-loesslehm-loesslehmreichen-fliesserden

# Naturwerksteine

**Verbreitungsgebiete**: Schichtstufenland, Vorbergzone entlang des westlichen Schwarzwaldrands, Molassebecken, Kaiserstuhl, Schwarzwald, Odenwald

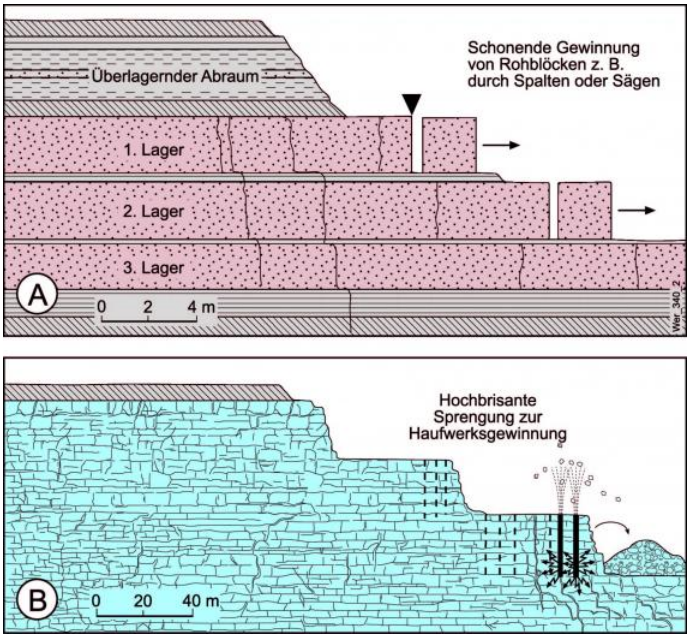
**Erdgeschichtliche Einstufung**: Karbon, Perm, Trias, Tertiär, Quartär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)

## Definition

Ein Naturwerkstein ist ein natürliches Gestein, aus dem nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten **Rohblöcke** in den erforderlichen Mengen und Dimensionen gewonnen werden können, welche hinsichtlich Bearbeitbarkeit, Festigkeit, Verwitterungsbeständigkeit und visueller bzw. architektonischer Attraktivität alle Voraussetzungen mitbringen, um in oder an einem **Bauwerk** langfristig und wiederholt Verwendung finden zu können (Werner et al., 2013). Naturwerksteine sind eine Untergruppe der großen Gruppe der Natursteine; sie sind zu unterscheiden von den Natursteinen für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag, die in gebrochener Form, z. B. als Splitt- und Schotterkörnungen, Brechsande sowie Mehle für den Verkehrswegebau, für vielfältige Baustoffe und für Betonzuschlag, oder in unbearbeiteter Form, z. B. als Blöcke für den Hang- und Uferverbau zum Einsatz kommen. Mit der **Bezeichnung Naturstein** wird deutlich gemacht, dass dieses Material gegenüber dem nach Industrienormen massenhaft und einheitlich herstellbaren Kunststein wie Terrazzo, Betonstein oder künstlichen Kalksandstein abzugrenzen ist.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



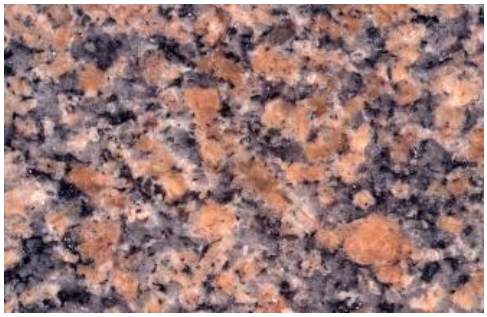

*Schematische Gegenüberstellung einer Naturwerksteinlagerstätte und eines ausschließlich zur Gewinnung von Körnungen für den Verkehrswegebau geeigneten Gesteinskörpers. (A) Drei Lager von weitständig geklüftetem Sandstein mit hoher Verbandsfestigkeit: Es lassen sich große würfelförmige Rohblöcke auf mehreren Abbausohlen durch Spalten oder Sägen gewinnen; der überlagernde Abraum kann die Mächtigkeit der Werksteinlager erreichen oder sogar deutlich überschreiten. (B) Vorkommen von unregelmäßig geklüfteten Bankkalksteinen: Ihre Gewinnung erfolgt auf 20–30 m hohen Strossen unter Verwendung von hochbrisanten Sprengstoffen; die Mächtigkeit des Abraums sollte aus wirtschaftlichen Gründen möglichst deutlich geringer sein als die der nutzbaren Schichten.*

## Lagerstättenkörper

*Beispiel für eine sedimentäre Werksteinlagerstätte: Schilfsandstein*

Gesteinskörper mit Werksteineignung nach o. g. Definition treten **in fast allen geologischen Formationen** des Landes auf, machen in diesen aber jeweils nur wenige Prozent oder Promille der Gesteinsmasse aus, weil zu ihrer Entstehung besonders gleichmäßige Bildungsbedingungen erforderlich waren. Werksteinlagerstätten sind sowohl **sedimentärer, magmatischer, metamorpher** als auch **hydrothermaler Entstehung** und weisen daher sowohl schichtige, linsige, massige bis gangartige Formen auf. Für die Gewinnung hochwertiger, haltbarer Werksteine sind seit jeher besonders die Sandsteine und Kalksteine des mesozoischen Schichtstufenlands und der Vorbergzone entlang des westlichen Schwarzwaldrands von Bedeutung; viele **historische Bauwerke** sind auch aus tertiärzeitlichen Molassesandsteinen, Kalksandsteinen und Süßwasserkalksteinen errichtet worden. Im Kaiserstuhl wurden besonders hydrothermal verfestigte Lapillituffe verbaut. Im Grundgebirge von Schwarzwald und Odenwald sind werksteinfähige Metamorphite, Plutonite und rotliegendzeitliche Vulkanite verbreitet, die aber erst ab dem 19. Jh. als Werksteine, vor allem aber als Massenrohstoffe für den Verkehrswegebau Bedeutung erlangten. Zu nennen sind besonders die Schwarzwälder Granite und die Quarzporphyre aus dem Odenwald und dem Nordschwarzwald.

# Gesteine


*Bühlertal-Granit in der Varietät Gertelbach als polierte Platte*

Listet man die Naturwerksteine des Landes nach ihren bekannten Bezeichnungen in alphabetischer Reihenfolge auf, so ergibt sich nachfolgende Aufstellung (in Klammern: erdgeschichtliche Einstufung): **Angulatensandstein** (Unterjura); **Arietenkalk** (Unterjura); **Böttinger Marmor** (Jungtertiär); **Buntsandstein** (Untertrias), darunter die Varietäten Neckartäler Hartsandstein, Roter Mainsandstein, Pfinztäler Sandstein, Lossburger Sandstein, Seedorfer Sandstein, Lahrer Sandstein usw.; **Cannstatter Travertin** (Pleistozän); **Dogger-Eisensandstein** (Mitteljura); **Gauinger, Sonderbucher und Riedlinger Travertin** (Jungtertiär); **Hauptrogenstein** (Mitteljura); **Kaiserstühler Tuffstein**, Phonolith und Karbonatit (Jungtertiär); **Kalktuff** (Quartär); **Kieselsandstein** (Mittelkeuper); **Leisberg-Porphyr** (Perm); **Lettenkeuper-Sandstein** (Unterkeuper); **Molassesandstein** (Jungtertiär); **Muschelkalk** (Mitteltrias), darunter die Varietäten Crailsheimer Muschelkalk und Krensheimer Quaderkalk; **Pfaffenweiler Kalksandstein** (Alttertiär); **Plattenkalksteine** von Kolbingen, Renquishausen und Steinweiler (Oberjura); **Posidonienschiefer** (Fleins) von Holzmaden (Unterjura); **Randengrobkalk** (Jungtertiär); **Rhätsandstein** (Oberkeuper); **Riedöschinger Travertin** (Jungtertiär); **Schilfsandstein** (Mittelkeuper), darunter die Varietäten Weiler Sandstein, Mühlbacher Sandstein, Niederhofener Sandstein, Pfaffenhofener und Güglinger Sandstein, Maulbronner Sandstein, Freudentaler Sandstein, Heilbronner Sandstein, Renfrizhauser und Wendelsheimer Sandstein; **Schwarzwälder Granite** (Karbon), darunter die Varietäten Bühlertal-Granit (Gertelbach- oder Rotenberg-Granit), Raumünzach- bzw. Forbach-Granit, Oberkirch-Granit (Kappelrodeck- und Achertal-Granit), Seebach-Granit, Triberg- und Elztal-Granit, Malsburg-Granit, Albtal-Granit und St. Blasien-Granit; **Stubensandstein** (Mittelkeuper), darunter Heilbronner, Schlaitdorfer und Pliezhauser Stubensandstein; **Weißjura-Kalksteine** inkl. Brenztal-Trümmerkalk und Korallenkalk (Oberjura/Weißer Jura).

# Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeiten**: Stark wechselnd, meist einige Meter bis Zehnermeter, bei Graniten viele hundert Meter.

# Gewinnung und Verwendung

*Grabdenkmal aus Südschwarzwälder Diatexit*

**Gewinnung**: Zur Gewinnung von Werksteinblöcken dürfen nur Techniken angewendet werden, die einen schonenden Abbau erlauben. Die wichtigsten Methoden sind:

1) Händisches Brechen (z. B. mit Brechstangen, Spitz- und Kreuzhacken) und maschinelles Reißen (Reißbagger) entlang von bestehenden natürlichen Trennflächen
2) Spalten (manuell oder hydraulisch) unter Nutzung natürlicher Trennflächen im Gestein, wie Klüfte
3) Reihenbohren mit anschließendem schonendem Sprengen („drückendes Sprengen“)
4) Trennbohren, ein engständiges Bohren, mit anschließendem händischem oder hydraulischem Spalten
5) Schlitzen, wobei in kerbendes Schlitzen (Schroten oder Schrämen), schleifendes Schlitzen mit der Seilsäge und spanendes Schlitzen mit der Kettenschrämmaschine unterschieden wird.

**Verwendung**: Die Verwendungsvielfalt für Naturwerksteine ist nahezu grenzenlos. Generell werden als Haupteinsatzbereiche für Naturwerksteine unterschieden: (A) Massivbauten und Mauerwerk, (B) Grabmale und Denkmale ohne bildhauerischen Einsatz, (C) figürliche Arbeiten und Plastiken, (D) senkrecht angeordnete Platten für Fassaden und sonstige Wandverkleidungen, (E) waagerecht angeordnete Platten für Bodenbeläge, Pflaster und Treppen im Gartenbau, (F) Platten für die Innenarchitektur, (G) technische Steinkörper wie Säurebottiche und Ausgussanlagen, (H) Kleinkunst und Kunstgewerbe, (I) Restaurierung historischer Gebäude und Steinmetzarbeiten.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Literatur


- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2013b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2012/2013: Bedarf, Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen – Dritter Landesrohstoffbericht.* – LGRB-Informationen, 27, S. 1–204.
- Lorenz, W. & Gwosdz, W. (2003a). *Bewertungskriterien für Industrieminerale, Steine und Erden, Teil 6: Naturwerksteine und Dachschiefer.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe H, 9, S. 3–70.
- Werner, W., Wittenbrink, J., Bock, H. & Kimmig, B. (2013). *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung.* 765 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).

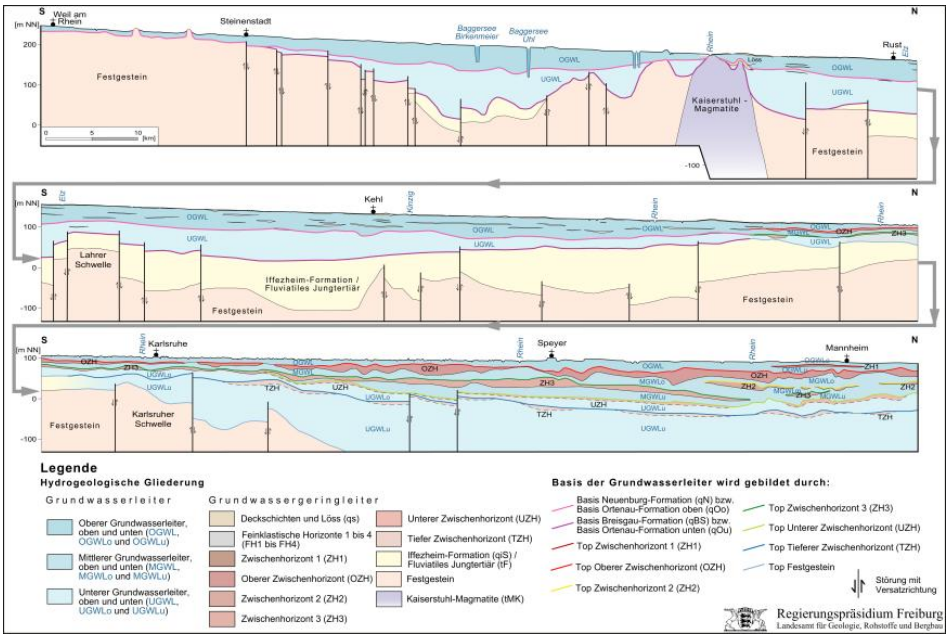

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 22.07.20 - 16:26):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/naturwerksteine

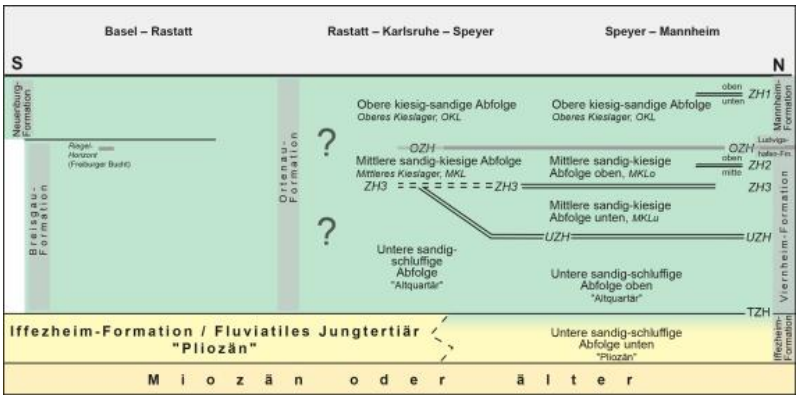
# Hydrogeologischer Überblick

Die quartäre Füllung des Oberrheingrabens bildet einen im Mittel bis zu 70 m, bereichsweise bis zu 200 m mächtigen Porengrundwasserleiter. Er beinhaltet das bedeutendste Grundwasservorkommen des Landes, das von überregionaler wasserwirtschaftlicher Bedeutung ist.

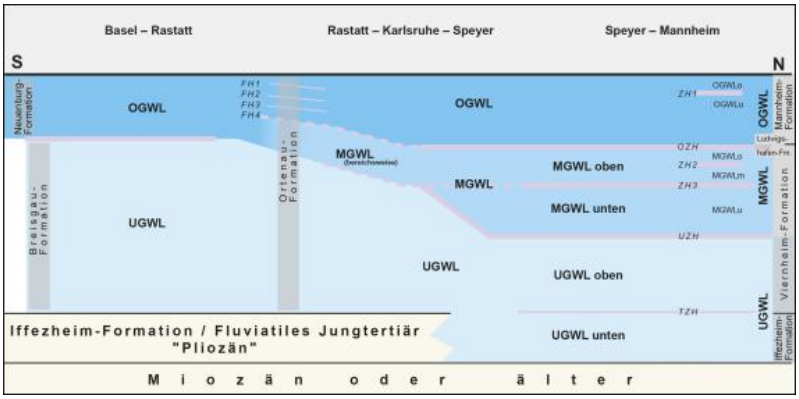



*Schematischer Längsschnitt durch das Bearbeitungsgebiet in Süd–Nord Richtung (Weil am Rhein–Kaiserstuhl–Mannheim)*

Die pliozänen und quartären Kiese und Sande werden aufgrund ihrer Durchlässigkeitsunterschiede und der Verbreitung geringer durchlässiger, hydraulischer Zwischenschichten in mehrere Grundwasserleiter untergliedert (Wirsing & Luz, 2007). Der schematische Längsschnitt durch den baden-württembergischen Oberrheingraben sowie das hydrogeologisch/lithologische und das hydrostratigraphische Korrelationsschema für die Lockergesteinsabfolge des Oberrheingrabens vermitteln hierüber einen Überblick.




*Hydrogeologisch/lithologisches Korrelationsschema für die Lockergesteinsabfolge des Oberrheingrabens zwischen Basel und Mannheim (ZH: Zwischenhorizont, OZH: Oberer Zwischenhorizont, UZH: Unterer Zwischenhorizont, TZH: Tieferer Zwischenhorizont; grau hinterlegt; kursiv: Einheiten nach dem Symbolschlüssel Geologie) unmaßstäblich, stark schematisiert*




*Hydrostratigraphisches Korrelationsschema für die Lockergesteinsfüllung des Oberrheingrabens zwischen Basel und Mannheim (grau hinterlegt; kursiv: Einheiten nach dem Symbolschlüssel Geologie); unmaßstäblich, stark schematisiert*

Die pliozänen und quartären Kiese und Sande im Oberrheingraben sind in Baden-Württemberg von Basel im Süden bis zur Landesgrenze zu Hessen im Norden verbreitet. Im Osten ist das Vorkommen entlang der Randstörungen des Oberrheingrabens zum Hochrheintal, zum Schwarzwald, zur Kraichgaumulde sowie zum Odenwald begrenzt. Im Norden setzen sich die Kiesvorkommen nach Hessen, im Westen unter dem Rhein hindurch nach Rheinland-Pfalz und Frankreich fort.

## Weiterführende Links zum Thema

- Informationen 19: Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg)

## Literatur

- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 09.01.24 - 14:01):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick

# Mittlere und Westliche Alb

Die Schwäbische Alb ist ein überwiegend aus Karbonatgesteinen des Oberjuras aufgebautes, verkarstetes Mittelgebirge, das sich vom Hochrhein bis zum Nördlinger Ries in SW–NO-Richtung mit einer Länge von über 200 km quer durch Baden-Württemberg erstreckt. Der Albtrauf markiert die oberste, am deutlichsten ausgeprägte Stufe der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft. Zur Gliederung der Bodenkarte wurde die Schwäbische Alb in vier Bodengroßlandschaften (BGL) unterteilt. Die Östliche und Südöstliche Alb werden ebenso wie der südwestlichste Abschnitt (Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen) jeweils separat beschrieben. Den großen zentralen Bereich der Alb nimmt die dazwischen gelegene BGL Mittlere und Westliche Alb ein.

## Allgemeines, Lage und Abgrenzung

*Der Albtrauf bei Reutlingen-Gönningen*

Die Mittlere und Westliche Alb ist von Nordwesten gesehen ein weithin sichtbares Mittelgebirge. Die Stufenhänge weisen im Bereich der Westalb Höhenunterschiede von ca. 300 m und im Osten der Mittleren Alb von ca. 200 m auf. Dahinter dacht sich die Alb mit einer ausgedehnten, an der breitesten Stelle ca. 40 km breiten Hochfläche sanft nach Südosten ab.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Echaztal und Albrand bei Lichtenstein-Unterhausen*

Die Südwestgrenze der Bodengroßlandschaft bildet der Talzug von Prim und Faulenbach zwischen Spaichingen und Tuttlingen. Als südliche Begrenzung wurde der Steilabfall zum oberen Donautal und die Bedeckung mit Glazialsedimenten im Raum Sigmaringen herangezogen. Im Südosten endet die Mittlere Alb dort, wo die großflächige Bedeckung mit Tertiärgesteinen einsetzt. Die Abgrenzung zur Ostalb verläuft mit eher fließenden Übergängen in Anlehnung an die Naturräumliche Gliederung Deutschlands (Meynen & Schmithüsen, 1955) auf der Albhochfläche zwischen Blaubeuren und Geislingen an der Steige sowie im dort nordwestlich anschließenden Filstal. Eine wiederum markante Landschaftsgrenze bildet der Albtrauf mit seinen steilen Stufenhängen, der die Bodengroßlandschaft zwischen Spaichingen und Geislingen an der Steige vom Albvorland abgrenzt. Die Hänge werden, dort wo sie mit Gesteinsschutt des Oberjuras bedeckt sind, noch zur BGL Mittlere und Westliche Alb gerechnet. Erst im Bereich der Mittel- und Unterhänge, an denen überwiegend Mitteljura-Substrate das Ausgangsmaterial der Bodenbildung stellen, beginnt das Mittlere und Westliche Albvorland.

*Blick auf den Trauf der Westalb bei Spaichingen*

Die zwischen Spaichingen und den Hochlagen östlich von Albstadt gelegene Westliche Alb wird im Süden durch das Durchbruchstal der Donau begrenzt, das bereits zur BGL Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen gerechnet wird. In der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Meynen & Schmithüsen, 1955) wird die Westalb auch als „Hohe Schwabenalb“ bezeichnet. Außerdem ist für dieses Gebiet, in dem die Schwäbische Alb aufgrund der tektonischen Hebung ihre höchsten Höhen zwischen 800 und 1000 m NN erreicht, auch der Name „Großer Heuberg“ gebräuchlich. Der höchste Berg der Alb mit 1015 m NN ist der Lemberg bei Gosheim. Er ist Teil eines vor der eigentlichen Albhochfläche liegenden Komplexes von Ausliegerbergen.

*Kuppenalb bei Burladingen-Stetten*

Eine viel größere Ausdehnung besitzt die östlich anschließende Mittlere Alb. Sie erreicht überwiegend Höhenlagen zwischen 700 und 800 m NN und ist in die Kuppenalb und die im Süden angrenzende Flächenalb zu unterteilen. Als Folge der Verkarstung ist die Albhochfläche frei von Fließgewässern. Der Albkörper wird aber durch mehrere tief eingeschnittene Flusstäler zerschnitten. Bära, Schmeie, Lauchert und Große Lauter entwässern den größten Teil der Mittleren und Westlichen Alb nach Südosten zur Donau hin. Die zum Neckar entwässernden Flüsse auf der Traufseite haben sich zwar stark eingetieft, aber ihre Täler reichen (abgesehen vom Filstal) nicht weit in den Albkörper hinein (Schlichem, Eyach, Starzel, Steinlach, Echaz, Erms, Lauter). Wegen der starken Verkarstung dehnt sich allerdings ihr unterirdisches Einzugsgebiet nach Süden über die oberirdische Wasserscheide hinaus.

*Grabhügel auf der Albhochfläche bei Grabenstetten*

Aufgrund der für den Ackerbau günstigen Lehmböden war die gut zugängliche Hochflächenlandschaft trotz der Wasserarmut schon früh besiedelt. Im Gegensatz zu anderen Mittelgebirgen gehört die Alb zum Altsiedelland. Viele der zahlreichen Höhlen der Alb wurden bereits in der Altsteinzeit als temporäre Wohnplätze genutzt. Heute ist die Mittlere und Westliche Alb, abgesehen von den stärker verdichteten und industrialisierten Talräumen bei Albstadt und Geislingen an der Steige, überwiegend eine dünn besiedelte, ländliche Region mit wenigen kleineren Städten (z. B. Bad Urach, Münsingen, Laichingen, Gammertingen, Burladingen).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Die Bodenkarte für die BGL Mittlere und Westliche Schwäbische Alb beruht im Wesentlichen auf einer Übersichtskartierung sowie auf der Auswertung von Bodenschätzungskarten, Forstlichen Standortskarten und Geologischen Karten. Für das Gebiet der Kartenblätter 7521 Reutlingen, 7619 Hechingen und 7421 Metzingen konnte die Bodenkarte 1 : 25 000 herangezogen werden (Fleck, 1992d; Rilling & Busch, 2003; Kösel, 2004a). Darüber hinaus wurden die Daten mehrerer älterer Projektkartierungen verwendet. Für das Gebiet der Balinger Berge lag eine Bodenkarte 1 : 20 000 von Agsten (1977) vor. Die unterschiedlichen methodischen Ansätze bedingen mehr oder weniger starke Abweichungen zu den GIS-generierten Bodenkarten von Köberle & Köberle (2002) und Köberle (2005a, b).

## Geologisch-geomorphologischer und landschaftsgeschichtlicher Überblick

Der **Oberjura** der Mittleren und Westlichen Alb besteht aus hellgrauen bis weißen, aus Meeresablagerungen entstandenen Kalksteinen mit mergeligen Zwischenlagen. Mächtigere Mergelsteine oder Mergelstein-Kalkstein-Wechselfolgen in bestimmten Niveaus trennen den Oberjura in verschiedene Formationen. Verbreitet treten laterale Fazieswechsel zwischen geschichteter Bankkalk- bzw. Mergelfazies und ungeschichteten, aus ehemaligen Schwammriffen entstandenen Massenkalken auf. Besonders in den Massenkalken des höheren Oberjuras kommen auch dolomitisierte oder sekundär zu „zuckerkörnigem Kalkstein“ rekristallisierte Bereiche vor.

Am Steilanstieg zum Albtrauf bilden Mergelsteine des **Unteren Oberjuras** (Impressamergel-Formation, früher: Weißjura alpha) gleichmäßig geböschte, von Gesteinsschutt aus höheren Schichten überdeckte, steile Hänge. Meist reichen die Hangschuttdecken aus Oberjuramaterial auch noch weit in den Mitteljura hinab. Die Impressamergel-Formation besteht aus einer Wechselfolge von Mergelsteinen und Mergelkalksteinen, in die im oberen Bereich zunehmend Kalksteinbänke eingeschaltet sind.

*Bankkalke mit Mergelzwischenlagen im unteren Bereich der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation am Pfaffenberg bei Bad Ditzenbach-Auendorf*

Den steilsten, oberen Hangabschnitt, die Traufkante und die dahinterliegenden Hochflächen bilden in der Westlichen Alb die Kalksteine der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation (früher: Weißjura beta). Auch auf der Mittleren Alb, auf dem Heufeld nördlich von Burladingen, finden sich ausgedehnte Verebnungen im Niveau der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation. Weiter östlich tritt sie nur noch sporadisch in Form von plateauartigen Bergspornen in Erscheinung, wie etwa bei Pfullingen oder Gruibingen. Oft macht sie sich dort aber durch einen treppenartigen Anstieg am Albtrauf bemerkbar. Man bezeichnet das von der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation gebildete Flachrelief im Unterschied zu der südlich der Klifflinie gelegenen Flächenalb (zur Genese s. u.) auch als Schichtflächenalb. Bei der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation handelt es sich meist um regelmäßige 10–40 cm dicke Kalksteinbänke mit 85–95 % Karbonatgehalt, die durch dünne Mergelfugen getrennt sind. Wo auf der Westalb zwischen Spaichingen und Meßstetten bereits im Unteren Oberjura verschwammte Bereiche auftreten (Lochen-Formation, Lochenfazies), ist das Oberflächenrelief eher unruhig und flachkuppig und am Trauf durch Felsbildungen gekennzeichnet.

*Felsbildung aus Unterem Massenkalk am Oberlauf des Lautertals bei Lenningen-Gutenberg*

Der **Mittlere Oberjura** tritt besonders im mittleren und oberen Bereich in Schwammfazies (**Unterer Massenkalk**) in Erscheinung und nimmt flächenmäßig auf der Westlichen und Mittleren Alb den größten Raum ein. Der Gesteinsaufbau und Karbonatgehalt kann recht unterschiedlich sein. Es kommen sehr reine Kalksteine vor. Es treten aber auch Mergelkalke auf. Die Massenkalke bilden auf der Westalb und auf dem Heufeld nördlich von Burladingen über der Schichtflächenalb einen weiteren Stufenanstieg. Der Hangfuß und die Hänge werden oft von der Lacunosamergel-Formation (früher: Weißjura gamma) gebildet. Sie besteht aus Mergelsteinen und Mergelkalksteinen, in die dünne Kalksteinbänke eingeschaltet sind. Lokal können auch mergelige Schwammkalke auftreten. Hinter der Stufe folgt die stark reliefierte, hügelige Hochfläche der Kuppenalb. Im Bereich des Zollerngrabens springt der Untere Massenkalk weit nach Nordwesten bis zum Raichberg an den Albtrauf vor. Zwischen Mössingen und Geislingen an der Steige ist er schließlich der Hauptstufenbildner und bildet am Albtrauf wie auch in den Taleinschnitten markante Felsen. In vielen Bereichen der Albhochfläche sind die Massenkalke diagenetisch verändert und in Dolomitstein oder daraus zu grobkristallinem, „zuckerkörnigem“ Kalkstein (Dedolomit) umgewandelt. Oft ist dieser von Hohlräumen unterschiedlicher Größe durchsetzt („Lochfels“). Auf der Albhochfläche zwischen Laichingen und Geislingen an der Steige sowie nördlich von Bad Urach tritt der Mittlere Oberjura großflächig in gebankter Fazies in Erscheinung und bildet ein flachkuppiges Relief. Bei der dort verbreiteten Untere-Felsenkalke-Formation (früher: Weißjura delta) handelt es sich um gebankte Kalksteine, die v. a. im unteren Bereich auch Mergellagen enthalten, während die tonarmen bis tonfreien Kalksteinbänke der beispielsweise zwischen Laichingen und Blaubeuren vorkommenden Obere-Felsenkalke-Formation (früher: Weißjura epsilon) nur selten Mergellagen aufweisen. In beiden Formationen können Kieselknollen auftreten.

*Bodenoberfläche im Verbreitungsgebiet der Zementmergel-Formation bei Münsingen*

Die Karbonatgesteine des **Oberen Oberjuras** (früher: Weißjura zeta) sind in weiten Bereichen der Flächenalb verbreitet, kommen aber auch in tektonischer Tieflage auf der Kuppenalb im Raum Bad Urach/Römerstein/Münsingen sowie beispielsweise nördlich von Trochtelfingen oder im Zollerngraben östlich von Albstadt vor. Es handelt sich entweder um Massenkalke (**Oberer Massenkalk**) oder um gebankte Kalksteine mit Mergelsteinlagen. Die Liegende-Bankkalk-Formation (Weißjura zeta 1) besteht aus grauen dezimetermächtigen, örtlich plattigen Kalksteinbänken mit Kalkmergelstein-Zwischenlagen. Nach oben geht sie in die grauen schiefrigen Mergelsteine der Zementmergel-Formation (früher: Weißjura zeta 2) über, in die im mittleren Teil metermächtige Kalksteinbänke eingeschaltet sein können. Die Zementmergel sind in schüsselartigen Wannen zwischen den Massenkalkstotzen abgelagert worden (Zementmergelschüsseln). An vielen Stellen der Flächenalb bilden sie im Bereich von Flachlagen und schwach bis mittel geneigten Hängen die Oberfläche. Im Bereich der Kuppenalb treten sie v. a. im Raum Münsingen/Römerstein/St. Johann auf. Auf der östlichen Mittleren Alb werden die Liegende-Bankkalk-Formation und die Zementmergel-Formation durch die Mergelstetten-Formation vertreten, in der Mergel- und Bankkalkfazies mehrfach übereinander und nebeneinander wechseln. Den oberen Abschluss im Jura der Schwäbischen Alb bildet die Hangende-Bankkalk-Formation mit dezimetermächtigen Kalksteinbänken, in denen untergeordnet mergelige Zwischenlagen vorkommen können. Die Bankkalke des Oberen Oberjuras bilden innerhalb der hügeligen Kuppenalb eher flachwellige Landschaftsabschnitte.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Vermutlich ab der Oberkreide und während des Alttertiärs bildete sich im Bereich der Schwäbischen Alb unter tropischen Klimabedingungen ein ausgedehntes Flachrelief heraus (Rumpffläche), das von einer mächtigen Verwitterungsdecke überzogen war. Die ältesten erhaltenen Bildungen aus umgelagertem kaolinitischem Bodenmaterial stammen aus dem Eozän. Es handelt sich bei diesen sog. **Bohnerztonen** um oft rotbraune bis ockergelbe, tonige Substrate, die in wechselndem Maße Eisenkonkretionen (Bohnerze) führen. Oft enthalten sie auch Beimengungen von Quarzsand, der eine hohe Verwitterungsintensität aufweist und vermutlich Reste umgelagerter kreidezeitlicher Sedimente darstellt (Borger, 1990). Bohnerzton findet sich heute, oft auch umgelagert und zusammen mit jüngeren Rotlehmen, in den zahlreichen Karstschlotten der Kuppenalb. Im Bereich der Flächenalb treten Bohnerztone in Karstsenken und Dolinen auf, wo sie von jüngeren Ablagerungen überdeckt sind. Flächenhaft sind sie dort verbreitet, wo sie lange Zeit durch Molasseüberlagerung vor der Abtragung geschützt waren (z. B. BGL Hegaualb). Der Bohnerzabbau war früher über lange Zeit von großer wirtschaftlicher Bedeutung (Zillenbiller, 1975; Scheff, 2006).

*Blick von der Flächenalb bei Berghülen nach Nordosten zur Klifflinie*

Im Zuge der Alpenauffaltung bildete sich im Oligozän südlich der Alb allmählich das Molassebecken heraus. Mit zunehmender Verbreiterung des Beckens griff die Sedimentation von limnischen und marinen Sedimenten im Norden auch auf die Albtafel über. Während des Meereseinbruchs der Oberen Meeresmolasse im Untermiozän vor rund 20 Mio. Jahren bildete sich eine Kliffküste aus. An mehreren Stellen sind Reste des ehemaligen Kliffs als mehr oder weniger deutlich ausgeprägte, bis zu 50 m hohe Geländekanten auf der Albhochfläche erhalten. Miteinander verbunden bilden sie die sogenannte **Klifflinie**, welche als markante Landschaftsgrenze die Flächenalb im Süden von der im Norden gelegenen Kuppenalb trennt. Die frühere Annahme, dass das flache Relief der Flächenalb durch die abtragende Wirkung des Molassemeeres als Abrasionsplattform entstanden ist, gilt heute als überholt (Dongus, 1977, S. 71; Eberle et al., 2017, S. 48). Vielmehr überwog zu jener Zeit vermutlich die Sedimentation. Der Grund für das Flachrelief der südlichen Albhochfläche ist eher in der späteren Freilegung von Resten der alttertiären Rumpffläche zu sehen, die dort lange Zeit von Molassesedimenten überdeckt war. Nördlich der Klifflinie, auf der Kuppenalb, herrschte dagegen bereits seit längerer Zeit Abtragung und oberflächennahe Verkarstung vor. Im Laufe des Tertiärs und Pleistozäns wurde dort das alte Flachrelief aufgelöst und die harten Schwammriffkalke als Kuppen herauspräpariert, während die dazwischenliegenden Bankkalke und Mergelsteine der Abtragung weniger Widerstand leisteten.

Die Südöstliche Alb und die Hegaualb sind heute noch großflächig mit Molassesedimenten bedeckt. In der BGL Mittlere und Westliche Alb sind im Bereich der Flächenalb nur noch wenige isolierte Reste erhalten. Es handelt sich dabei um geröllführende Mergel der **Jüngeren Juranagelfluh** (Obere Süßwassermolasse) bei Stetten am kalten Markt, Winterlingen und Langenenslingen, die im Untermiozän in großen Schwemmfächern von Norden ins Molassebecken geschüttet wurden. Hinzu kommen kleine Vorkommen von Mergeln und Karbonatgesteinen der **Oberen Meeresmolasse** bei Stetten am kalten Markt, Winterlingen und Beuron-Hausen.

*Die kesselförmige Einsenkung des Randecker Maars bei Bissingen-Ochsenwang*

Die zahlreichen Vulkanschlote auf der Uracher und Kirchheimer Alb sind Zeugen des **Vulkanismus** im Miozän vor ca. 17 Mio. Jahren. Sie bestehen überwiegend aus Tuffbrekzien, die neben vulkanischem Material (Olivinmelilithe) sehr viel Gestein aus dem durchschlagenen Gebirge enthalten. Im Albvorland wurden die Schlote nach Abtragung des umgebenden weicheren Tongesteins als Bergkegel herauspräpariert. Auf der Albhochfläche, wo sie von härterem Kalkstein umgeben sind, bilden sie dagegen überwiegend Hohlformen. Bei der bekanntesten Bildung, dem Randecker Maar, handelt es sich um den Erosionsrest eines großen Sprengtrichters, der einen abflusslosen See enthielt. Reste der Seesedimente sind heute noch vorhanden.

*Blick über das obere Echaztal bei Lichtenstein-Honau zur Kuppenalb bei Lichtenstein-Holzelfingen*

Auch im Laufe des Miozäns konnten sich auf der Albhochfläche noch rote Paläoböden bilden. Umlagerung und Vermischung mit älteren Verwitterungsrelikten machen genaue Zuordnungen schwierig. Bis in das Obermiozän hinein bestand ein Flachrelief, in dem der Oberjura vermutlich bereits eine deutliche Landstufe bildete. Die eigentliche Herausbildung der Schichtstufen in Südwestdeutschland erfolgte im Obermiozän und Pliozän, als sich während tektonischer Heraushebung, zunehmender Tiefenerosion und nachlassender chemischer Verwitterung unter kühleren Klimabedingungen bei der Abtragung zunehmend die Gesteinsunterschiede bemerkbar machten. Das Hebungszentrum lag damals im Südschwarzwald. Die Hebung und Kippung des Deckgebirges wird durch die heutige Lage der Klifflinie deutlich, die auf der Hegaualb bei 900 m NN und auf der Ostalb bei 500 m NN liegt. Nachdem am Südrand der Alb die Entwässerung lange Zeit nach Westen erfolgte, bildete sich im Obermiozän vor ca. 8 Mio. Jahren die nach Osten entwässernde Aare-Donau heraus, deren Einzugsgebiet bis in die Westalpen reichte. Reste der Ablagerungen dieses Flusssystems (**Höhenschotter**) finden sich heute noch hoch über dem Donautal. Mit der Umlenkung der Aare zur Rhone im mittleren Pliozän, die auf der Alb mit dem Ausbleiben alpiner Gerölle markiert wird, hat sich das Donaueinzugsgebiet stark verkleinert (Feldberg-Donau).

Auf der Kuppenalb überwogen bis ins mittlere Pliozän oberflächennahe Lösungsprozesse im seichten Karst. In flachen Tälern, die die Vorformen der späteren Trockentäler darstellten, konnte das Wasser nach Süden abfließen. Mit der danach folgenden Eintiefung des Neckar- und Donausystems drang die Verkarstung tiefer in den Untergrund vor. Der Oberflächenabfluss wurde weniger und es bildeten sich Trockentäler, Klüfte und Höhlen. Als Folge der starken Abtragung und Stufenrückverlegung am Albtrauf sind die pliozänen Täler am Albtrauf heute „geköpft“ und streichen als wasserlose Talböden an der Traufkante aus.

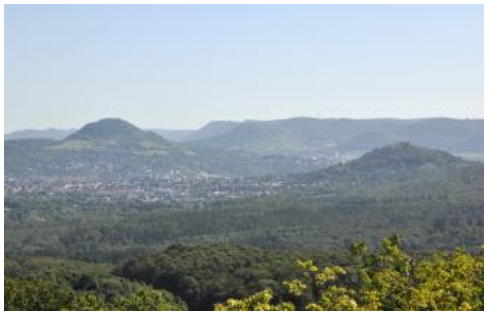
Anhaltende Hebung und der Wechsel von Kalt- und Warmzeiten führten im **Pleistozän** zu weiterer Taleintiefung mit der Folge, dass immer mehr Seitentäler oder auch jungtertiäre Karsthöhlen wie die Bärenhöhle trockenfielen. Im Bereich der am stärksten herausgehobenen Westalb wurde die Flächenalb durch die junge, zur Donau gerichtete Zertalung stark zerschnitten, so dass der ursprüngliche Charakter einer Flachlandschaft weitgehend verloren ging. Im Hochglazial wurden die Trockentäler durch den Permafrost abgedichtet, was zu einer fluvialen Reaktivierung und Tieferlegung der Talböden führte. Periglaziale Abtragungsprozesse hinterließen Fließerden und Hangschuttdecken.

*Bergrutsch am Albtrauf bei Mössingen (Hirschkopf)*

Am Albtrauf erfolgte außerdem starke Abtragung durch Massenverlagerungen. Ursache für die Rutschungen war neben den Tongesteinen an Unter- und Mittelhängen die starke Zerschneidung der Landschaft durch die Neckarnebenflüsse. Diese überwinden vom Albrand bis zum teilweise nur 10 km entfernten Neckartal einen Höhenunterschied von bis zu 600 m. Dass im Holozän, wenn auch in abgeschwächtem Maße, weitere Rutschungen folgten und diese auch heute noch stattfinden, beweist beispielsweise die große Rutschung am Hirschkopf bei Mössingen im Jahr 1983 (Bibus, 1986b).

Die Rückverlegung an der Frontstufe der Schwäbischen Alb erfolgte, oft in Abhängigkeit der Schichtlagerung, mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Dem dadurch oft stark zerlappten nördlichen Albrand sind mehrfach mehr oder weniger abgetrennte und isolierte Zeugenberge und Ausliegerberge vorgelagert (z. B. Achalm, Zoller, Farrenberg, Plettenberg). Einzelne Vorberge haben der Abtragung widerstanden, weil sie aus harten Vulkaniten aufgebaut sind. Wo die Schlotfüllung zum großen Teil aus Oberjuramaterial besteht, werden sie in der Bodenkarte noch zur Mittleren Alb gerechnet (z. B. Georgenberg bei Reutlingen).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



*Der zerlappte Rand der Schwäbischen Alb bei Reutlingen mit der vorgelagerten Achalm und dem Vulkanschlot Georgenberg*

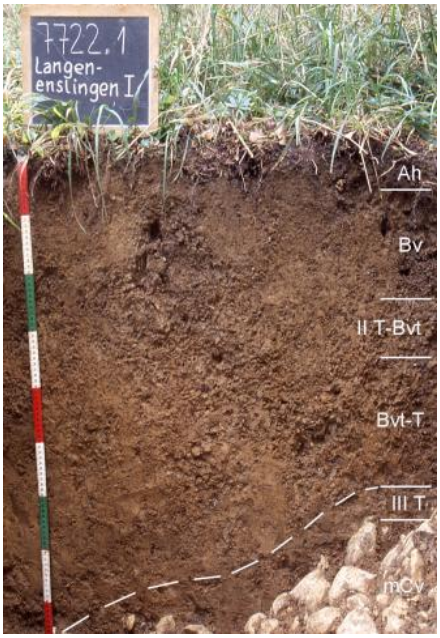
*Staunasse Böden auf Glazialablagerungen bei Sigmaringen*

In der Legende zur BGL Mittlere und Westliche Alb werden auch einzelne Bodeneinheiten auf Glazialablagerungen beschrieben. Diese befinden sich im Übergangsbereich zu den **Altmoränen** des rißzeitlichen Rheingletschers, der zwischen Sigmaringen und Riedlingen über die Donau bis auf die Alb vorgedrungen ist. Im Laucherttal hat dies zum Aufstau eines Sees geführt, dessen Sedimente heute in Resten noch vorhanden sind. Eine rißzeitliche Vergletscherung auf der hohen Westalb, wie sie früher postuliert wurde (Hantke et al., 1976; Rahm, 1981), ist nach Schreiner (1979b) und Münzing (1987) auszuschließen. Allerdings gibt es in den höheren Lagen der Westlichen und Mittleren Alb viele kaltzeitlich entstandene ost- und nordostexponierte nischenförmige Firnmulden (Wolff, 1962; Dongus, 1977, S. 114; Schweizer, 1994, S. 63; Gwinner & Hafner, 1995, S. 46).

## Ausgangsmaterial der Bodenbildung

Es gehört zum Klischee der Schwäbischen Alb, die auch als „raue Alb“ bezeichnet wird, dass es sich um eine Hochfläche mit steinigen, kargen und flachgründigen Böden handelt. Ein Eindruck, der sich durch die vielen, von hellen Kalksteinen bedeckten Ackerflächen und trockenen Wacholderheiden zu bestätigen scheint. Die Ursache für das Vorherrschen flachgründiger Böden ist die sehr langsam ablaufende Lösungsverwitterung auf Karbonatgestein. Ein zweiter Grund ist in der holozänen, vom Menschen ausgelösten Bodenerosion zu sehen. Bei genauerem Hinsehen sind die Bodenverhältnisse allerdings deutlich differenzierter, denn nicht selten sind die Böden auch in steinarmen bis steinfreien lehmigen Deckschichten entwickelt. Solche mittel- bis tiefgründigen Substrate nehmen auf der vom Oberjura gebildeten Albhochfläche in der BGL Mittlere und Westliche Alb etwa ein Viertel der Fläche ein (incl. steinarme Mergelverwitterungsböden).

Das Karbonatgestein wird durch saures Sickerwasser gelöst. Als Rückstand bleibt der geringe silikatische Anteil des Gesteins zurück. Es handelt sich dabei um einen meist gelblich braunen oder rötlich braunen, steinfreien Ton (**Rückstandston**), dessen Entstehung äußerst langsam vor sich geht. Man nimmt an, dass in der Hauptbildungszeit unserer Böden, in den letzten 10 000 Jahren, etwa 40 cm Kalkstein aufgelöst wurden, die einen Lösungsrückstand von nur wenigen cm hinterlassen haben. Allerdings ist auch anzunehmen, dass im Pleistozän physikalisch vorverwitterter Kalksteinschutt weit verbreitet war, in dem die Lösungsverwitterung deutlich schneller voranschritt. Auch bei der Verwitterung von tonigen Kalksteinen und Kalkmergelsteinen kann sich in einem kürzeren Zeitraum Feinboden bilden. Dennoch ist davon ausgehen, dass sehr mächtiger Rückstandston teilweise schon in den Warmzeiten des Eiszeitalters entstanden ist und oft auch Bodenmaterial aus dem Tertiär enthält. Eine örtliche Beimengung von Bohnerzkonkretionen ist häufig ein Indiz für die Aufarbeitung von älterem Bodenmaterial aus Karstschlotten oder anderen Vorkommen (Bleich, 1994). In den Kaltzeiten des Pleistozäns wurde der Rückstandston vielfach solifluidal abgetragen und in Hohlformen und an Unterhängen akkumuliert. Dabei fand oft eine Vermischung mit Kalksteinschutt oder Lösslehm statt. Als Folge dieser Prozesse findet man den Rückstandston in größerer Mächtigkeit heute nur noch in erosionsgeschützten Reliefpositionen und als ein von jüngeren Sedimenten überdecktes Umlagerungsprodukt in Mulden und Trockentälern.



*Mäßig tief entwickelte lessivierte Terra fusca-Braunerde aus lösslehmreichen Fließerden über Kalkstein des Oberjuras (Oberer Massenkalk) auf der Flächenalb nördlich von Langenenslingen (q35)*

Für die Bodenbildung ist entscheidend, dass die Karbonatgesteine häufig von geringmächtigen lösslehmhaltigen Deckschichten aus dem jüngeren Pleistozän überlagert werden. 2 bis ca. 10 dm mächtige, lösslehmhaltige Fließerden überdecken oft das Karbonatgestein bzw. den meist nur geringmächtigen Rückstandston der Karbonatgesteinsverwitterung. Die oberste Fließerde wird als **Decklage** bezeichnet (entspricht „Hauptlage“ nach KA5, Ad-hoc-AG Boden, 2005a). Sie unterscheidet sich aufgrund ihrer äolischen Bestandteile durch einen deutlich höheren Schluffgehalt vom liegenden Rückstandston. Entsprechend der Auftautiefe während ihrer Bildung in der Jüngeren Tundrenzeit ist für die Decklage eine Mächtigkeit von 30–60 cm charakteristisch. Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen der Alb ist sie durch Bodenerosion meist erheblich reduziert oder vollständig der holozänen Erosion zum Opfer gefallen. Oft sind nur noch Reste des schluffreichen Materials in den Pflughorizonten der Ackerböden enthalten. Selbst in den heute bewaldeten Bereichen ist die Decklage oft erodiert oder nur noch als 10–30 cm mächtiger schluffhaltiger Oberboden nachzuweisen, was auf Bodenerosion infolge anthropogener Eingriffe in historischer Zeit zurückzuführen ist. Eine andere Erklärung für eine geringere Mächtigkeit der Decklage ist auch darin zu sehen, dass ursprünglich enthaltene Kalksteine weggelöst wurden, was einen Volumenverlust zur Folge hatte. An manchen Stellen folgt unter der Decklage eine weitere lösslehmhaltige Fließerde, die **Mittellage**. Ihr Auftreten ist an Reliefpositionen gebunden, in denen sich während der pleistozänen Kaltzeiten Löss ablagern und erhalten konnte (ostexponierte Flachhänge, Verebnungen, Karstwannen usw.). Sie ist in der Regel dichter gelagert, durch Verlehmung und Lessivierung überprägt und mehr oder weniger stark mit Rückstandston vermischt. Wo diese Substrate über 10 dm mächtig sind und keine Fremdbeimengung zu erkennen ist, wurden sie als **Lösslehm** angesprochen. Der unter der Mittellage folgende, solifluidal umgelagerte, z. T. mit Kalksteinschutt vermischte Rückstandston wäre schließlich als **Basislage** zu bezeichnen. Definitionsgemäß ist die Basislage frei von äolischen Bestandteilen. Wegen des hohen Alters des Rückstandstons, der vermutlich während mehrerer Kaltzeiten an der Oberfläche lag, sind in Kalksteinlandschaften wie der Schwäbischen Alb aber geringe Beimengungen von äolischen Bestandteilen in der Basislage nicht auszuschließen (vgl. Terhorst & Felix-Henningsen, 2010).

Punktuell kann auf der Albhochfläche auch kalkhaltiger Rohlöss vorkommen. Diese Vorkommen finden sich aber nur dort wo Karsthohlformen als Sedimentfallen gewirkt haben und der **Löss** durch eine Überdeckung von über 2 m mächtigen Fließerden vor Umlagerung, Entkalkung und Verlehmung geschützt war. Ein solches Vorkommen wird von Eberle et al. (2002) von der Reutlinger Alb beschrieben. Auch bei der Bodenkartierung wurde bei einer Musterprofilgrabung am südostexponierten Fuß einer Kuppe bei Engstingen in 2–3 m Tiefe ein kalkhaltiges, nur sehr schwach grusiges, schwach verbrauntes und verlehmtes, schluffreiches Lösssubstrat erbohrt.

Auf den Oberjuramergeln der Albhochfläche sind lösslehmhaltige Fließerden selten. Meist sind sie von geringmächtigen, z. T. Kalksteinschutt führenden Fließerden überlagert (Basislage). Im Bereich der Vulkanschlote der Uracher Alb und der Tertiärsedimente der Flächenalb finden sich ebenfalls geringmächtige Fließerdedecken. Eine häufige Überdeckung mit lösslehmhaltigen Fließerden findet sich auf den rißzeitlichen **Glazialsedimenten** am Südrand der Alb (Deck- und/oder Mittellage).

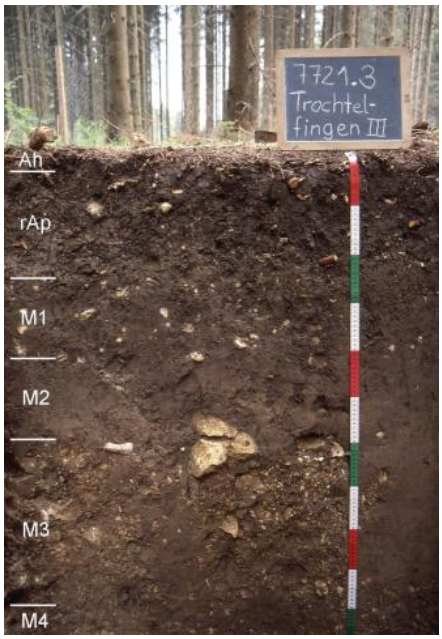
*Rendzina auf Oberjura-Hangschutt am westlichen Stadtrand von Ebingen*

Auch an den Hängen des Albtraufs und der Albtäler ist das anstehende Juragestein überwiegend von mächtigen quartären Deckschichten verhüllt. Es handelt sich dort um einen groben Gesteinsschutt, der als **Hangschutt** bezeichnet wird. Gebildet wurde er v. a. im Pleistozän durch Felsstürze, Steinschlag und Schuttrutschungen unmittelbar unter den Felskränzen der Traufkante. Weitere Prozesse waren Solifluktion sowie Abschwemmungen und Muren, die den Schutt bis in tiefere Hangpartien brachten. Örtlich entstanden so sortierte, feinscherbige Schuttmassen, die landläufig als „Bergkies“ und dort, wo sie durch Kalkabscheidungen aus dem Hangwasser zu hartem Fels verbacken sind, als „Nägelesfels“ bezeichnet werden. Im Bereich der von Mergelsteinen des obersten Mitteljuras und des Oberjuras gebildeten Mittel- und Unterhängen des Albanstiegs sind mächtige, tonreiche, oft Kalksteinschutt führende Fließerden verbreitet, die oft von Hangschuttdecken unterschiedlichster Mächtigkeit überlagert werden.

*Durch Forstwegebau angeschnittene, steinig-mergelige Rutschmassen am Stufenhang der Schwäbischen Alb südlich von Hechingen-Boll, mit kleinräumigem Wechsel von Rendzina und Pararendzina (q8)*

Vielerorts sind die Traufhänge auch von pleistozänen oder holozänen **Rutschmassen** wechselnder Zusammensetzung bedeckt. Auf pleistozänen Schuttdecken und Rutschmassen lässt sich stellenweise auch an den Traufhängen die für die Bodenverhältnisse wichtige jungtundrenzeitliche Decklage (Hauptlage) nachweisen (Terhorst, 1997, Kallinich, 1999).

Seit dem Eingreifen des Menschen durch Rodungen und landwirtschaftliche Nutzung findet auf den Äckern der Albhochfläche Bodenerosion statt. Die erosionsanfälligen lösslehmhaltigen Oberböden sind vielerorts im Laufe der jahrhundertelangen Nutzung der Erosion zum Opfer gefallen. Besonders bei sommerlichen Starkregenereignissen oder während Tauperioden im Winter, wenn das Wasser nicht in dem gefrorenen Boden versickern kann, wird bevorzugt Bodenmaterial abgespült. Das abgeschwemmte humose, lehmige Bodenmaterial (**holozäne Abschwemmmassen**) findet sich heute in den zahlreichen Trockentalmulden, Karstwannen und in Hangfußlagen als Kolluvien wieder.




*Tiefes kalkhaltiges Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen in einem schmalen Trockental auf der Kuppenalb bei Trochtelfingen (q46)*

*Schopflocher Moor*

**Torf** als bodenbildendes Substrat ist auf der wasserarmen verkarsteten Albhochfläche eine absolute Ausnahme. Im Schopflocher Moor haben die wasserstauende Wirkung der Vulkantuffe und die hohen Niederschläge zur Bildung eines kleinen Hochmoors geführt, das durch den früheren Torfabbau sehr stark verändert wurde. Auch von den geringmächtigen Niedermoortorfen in den vernässten Talanfängen von Schmiecha und Oberer Bära sind aufgrund von Grundwasserabsenkung und Torfabbau nur noch kleine Reste vorhanden. Weitere kleinflächige Moorbildungen finden sich in den Talmulden im Übergang zum Altmoränengebiet bei Langenenslingen. Auch in den Talsohlen der gefällsarmen, zur Donau gerichteten Albtäler stößt man bei Bodenbohrungen immer wieder auf Torflagen im Untergrund, die in verlandeten Flußarmen entstanden sind. Ein kleines Niedermoor liegt in einer Ausbuchtung der Lauchertaue nordöstlich von Sigmaringen.

Ansonsten sind die Talsohlen der engen Albtäler von **Auenlehm** bedeckt. Es handelt sich meist um schluffig-lehmiges bis tonig-lehmiges, fluviatil verlagertes Bodenmaterial, das bei Hochwasserereignissen abgelagert wurde. Dass solche Überschwemmungen auch heute noch stattfinden, zeigte sich zuletzt beim Jahrhunderthochwasser im Jahr 2013, das besonders in den besiedelten Bereichen der Lauchertaue Schäden verursachte.

*Frühjahrs-Hochwasser im Bäratal nördlich von Fridingen*

In manchen Tälern enthalten die Auensedimente auch sehr viel Sand aus umgelagerten holozänen **Kalktuffbildungen** (Sinterkalk). Oft wird der Auenlehm von mächtigem verschwemmtem Kalktuffsand oder festen Kalktuffbildungen unterlagert. In mehreren zum Neckar gerichteten Albtälern gibt es Talabschnitte, in denen Terrassen aus festem Kalktuff die Oberfläche bilden. Kleinflächige Kalktuffbildungen kommen zudem vielfach an aktuellen oder ehemaligen Quellaustritten an Unterhängen, Talrändern und in Hangmulden vor (Stirn, 1964). Pleistozäne Flussterrassen spielen im Bereich der engen Albtäler keine Rolle. Sie finden sich erst im Donautal oder Albvorland, wo sich die Täler stark verbreitern. Im unteren Laucherttal treten allerdings kleinflächig an den Hängen tonige **Seesedimente** auf, die sich in einem Eisstausee gebildet haben, als der Wasserabfluss der Lauchert durch den rißzeitlichen Gletscher blockiert war.

# Landnutzung

*Naturschutzgebiet „Eichhalde“ bei Bissingen an der Teck*

Im Gegensatz zu den meisten anderen deutschen Mittelgebirgen gehört die Schwäbische Alb zu den früh, schon seit der Steinzeit kontinuierlich besiedelten Gebieten. Nennenswerte ackerbauliche Tätigkeit auf der Albhochfläche gab es seit dem Mittleren Neolithikum (Deigendesch & Morrissey, 2008, S. 34 ff.). Sie wurde zu der Zeit noch im Wald-Feldbau-System durchgeführt, also einem Wechsel von Niederwald, Brandrodung und Ackerbau. In der Bronzezeit, die auf der Albhochfläche auch durch zahlreiche Grabhügel belegt ist, erfolgte ein allmählicher Übergang zur Feld-Gras-Wirtschaft. Die frühe Besiedlung selbst der höchsten Lagen der Alb hängt wohl v. a. mit dem gut zugänglichen Hochflächenrelief und den günstigen Bodenverhältnissen zusammen. Die Wasserarmut der Albhochfläche scheinen die ersten Siedler dabei in Kauf genommen zu haben. Als wesentlicher Grund für die frühe Besiedlung wurde immer wieder die hohe natürliche Regenerationsfähigkeit der Kalkböden angeführt, die diese zu günstigen Standorten für die mit Weidewirtschaft kombinierte düngerlose Feldgraswirtschaft der frühen Siedler machte (Grees, 1993, S. 347). Hauff & Schlenker (1982, S. 463) schreiben über die prähistorische Nutzung der Urwälder der Alb durch Viehzucht und Waldweide: „Die natürliche Produktion von Laub, Gras und Kräutern dürfte auch bei starker Beweidung nahezu unerschöpflich sein; hinzu kommen Bucheckern, Eicheln usw. Auf den niemals vernässenden Kalkverwitterungslehmen war aber auch ein Ackerbau ohne Düngung möglich.“ Nicht zu unterschätzen sind aber auch die in Karstsenken und Trockentälern weit verbreiteten kalkfreien, tiefgründigen Lehmböden, die mit den günstigen Bodenverhältnissen anderer Altsiedellandschaften durchaus vergleichbar sind. Zudem sind die heute ins Auge fallenden kargen steinigen Böden der Alb häufig erst durch Bodenerosion entstanden und als eine Folge dieser über viele Jahrhunderte andauernden Landnutzung zu sehen.

Bis in das 19. Jh. hinein waren die Wälder der Albhochfläche durch die Waldweidenutzung sehr stark aufgelichtet. Zwischen Wald, Weide, Wiese und Acker bestanden fließende Übergänge. Erst nach Einführung der geregelten Forstwirtschaft sind wieder geschlossene Waldgebiete entstanden. Die ehemalige Waldweidenutzung und das häufige Vorkommen von Spuren ehemaliger ackerbaulicher Nutzung erklären das Vorkommen erodierter Böden in den Wäldern auf der Albhochfläche. Die landwirtschaftlich genutzten Flächen waren früher sehr viel ausgedehnter. Erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts setzte mit der Industrialisierung und der sich ausbreitenden Textilindustrie ein Rückgang ein (Mailänder et al., 2005). Auch die starke Nutzung der Wälder im Zuge der Brennholzgewinnung und Köhlereiwirtschaft für die Bohnerzverhüttung hat in historischer Zeit gebietsweise zu einer Änderung der Bodenoberfläche geführt.

Beim ersten Blick auf die Landnutzungskarte zeigt sich die Mittlere und Westliche Alb heute als ein Flickenteppich aus Wäldern, Äckern und Wiesen. Bei genauerem Hinsehen erkennt man, dass die Waldgebiete sich besonders an den steilen Trauf- und Talhängen befinden und auf den Hochflächen inselartig eingestreut sind. Aufgrund der günstigen Relief- und Bodenverhältnisse liegen die größten ackerbaulich genutzten Gebiete auf der Flächenalb und dort besonders im tiefer gelegenen Osten. Andererseits weist die hochgelegene Westalb aufgrund der weniger guten Böden und den klimatischen Verhältnissen einen besonders hohen Grünlandanteil auf. Die Kuppenalb-Landschaft im Bereich der Mittleren Alb ist relief- und bodenbedingt durch einen kleinräumigen Nutzungswechsel gekennzeichnet. Der Ackerbau konzentriert sich dort auf die tiefgründigen Böden in den Trockentälern und Karstsenken. Allerdings sind die Senken mit hoher Frostgefährdung dem Grünland vorbehalten.

**Landnutzung in der Bodengroßlandschaft Mittlere und Westliche Alb** (generalisierte ATKIS-Daten des LGL Baden-Württemberg)

An den Hängen der Alb sind Buchenwälder dominierend. Im nordwestlichen Bereich gehört außerdem die Tanne zum natürlichen Waldbild. Die oft sehr naturnahen Waldgesellschaften werden aber immer wieder auch von Fichtenforsten unterbrochen. An trockenen, felsigen Standorten wechselt der Buchenwald mit eichen- und kiefernreichen Trockenwäldern, während an sehr steilen z. T. bewegten Schutthängen und in schluchtartigen Einschnitten die Buche zugunsten von Ahorn, Ulme, Esche und Linde in den Hintergund tritt. Vielfach weist der Säbelwuchs der Bäume in diesen Bereichen darauf hin, dass die Hänge in Bewegung sind. Felsen und Steinschutthalden sind von Natur aus waldfreie Gebiete. Sie werden von artenreichen Pflanzengesellschaften eingenommen, die an diese Extremstandorte angepasst sind und seit Gradmann (1898) als Steppenheide bezeichnet werden. Die weniger steilen, mittleren und unteren, von Mergeln gebildeten Hangabschnitte sind an den Traufhängen der Mittleren Alb oft waldfrei. Sie werden meist als Obstwiesen genutzt und leiten über zum Albvorland.

*Typischer Buchenwald auf Rendzina aus Kalkstein-Hangschutt an einem Steilhang am Albtrauf*

*Blick von Norden in ein Seitental der Fils bei Bad Ditzenbach-Auendorf*

Ein charakteristisches Landschaftselement der Alb sind die besonders auf mageren Böden der Kuppenalb und an Talhängen verbreiteten, durch jahrhundertelange Schafbeweidung entstandenen Wacholderheiden. Sie sind heute vielfach unter Naturschutz gestellt und bedürfen einer regelmäßigen Pflege durch Beweidung, um einer Verbuschung entgegenzuwirken. Während die beweideten Wacholderheiden Relikte einer alten Kulturlandschaft sind, nehmen heute Mähwiesen weite Bereiche der Albhochfläche ein. Besonders auf der Westalb dominiert das Grünland die landwirtschaftlichen Nutzflächen. Im Gebiet der Gemeinde Meßstetten nimmt Dauergrünland beispielsweise 91 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein. Im noch höher gelegenen Böttingen sind es fast 99 %. Im gesamten Landkreis Reutlingen, der zum allergrößten Teil auf der Mittleren Alb liegt, beträgt der Anteil an Dauergrünland 52,4 %. Im Osten und Südosten der Bodengroßlandschaft dominiert eher der Ackerbau. In den Gemeinden Laichingen und Berghülen liegt der Dauergrünlandanteil nur bei 35 bzw. 27 %. Auf den Ackerflächen im Landkreis Reutlingen wurden 2010 24 % Winterweizen, 14 % Sommer- und 9 % Wintergerste sowie 6 % Hafer angebaut. Dazu kamen 32 % Pflanzen zur Grünernte (davon 16 % Silomais) sowie 4 % Winterraps (alle Werte für 2010, Datenquelle: Statistisches Landesamt).

*Blick über den ehemaligen Truppenübungsplatz Münsingen südlich von Römerstein-Zainingen*

Ein durch ausgedehnte Flächen von extensivem Grünland auffallendes Element in der Landnutzungskarte ist das Gebiet des ehemaligen Truppenübungsplatzes nordöstlich von Münsingen. Der Truppenübungsplatz wurde 2005 aufgegeben und gehört seither zur Pflegezone, kleinere Teile zur Kernzone, des Biosphärengebiets Schwäbische Alb. Das 66 km$^2$ große Übungsgelände wurde bereits 1895 eingerichtet und in den 30er-Jahren nach Westen erweitert. Im Zentralbereich hat sich das Bild einer alten, durch Weidewirtschaft geprägten Kulturlandschaft erhalten. Der größte Teil der Grünlandflächen wurde einmal im Jahr gemäht (sog. Mähder). Magerrasen und Wacholderheiden sind eher spärlich vorhanden. Sie wurden häufig aufgeforstet. 35 % des Gebietes sind heute mit Wald bedeckt. Im Jahr 1733 waren es allerdings nur 8,7 % (Dietrich & Beinlich, 1995, S. 338). Die militärische Nutzung hat in weiten Bereichen zur Bodenverdichtung und zur Zerstörung der Krume mit nachfolgendem Bodenabtrag geführt. Durch Erosion entstandene vegetationsfreie Flächen sind besonders im Bereich wasserundurchlässiger Mergelsteine auffällig (Müller, 1982, S. 447). Aus Gründen des Trinkwasser- und Erosionsschutzes wurden in der Vergangenheit durch Tiefpflügen, Einsaat und Düngung großflächige Rekultivierungsmaßnahmen durchgeführt (Dietrich & Beinlich, 1995). Mit dem 1914 eröffneten 47,9 km$^2$ großen Truppenübungsplatz „Heuberg“ zwischen Albstadt, Meßstetten und Stetten am kalten Markt liegt in der BGL Mittlere und Westliche Alb ein weiteres, großes durch militärische Nutzung überprägtes Gebiet. Auch dort finden sich noch großflächige Reste der alten Kulturlandschaft der Albhochfläche.

*Obstanbau im Lautertal bei Lenningen*

Bei den auf der Landnutzungskarte als „Sonstige Nutzungen“ gekennzeichneten Flächen handelt es sich überwiegend um Wacholderheiden oder andere Grünlandbereiche mit eingestreuten Gehölzen, Hecken oder kleinen Aufforstungen. In den tieferen Lagen im Osten sowie an den unteren Traufhängen sind es v. a. Streuobstwiesen. Rebland tritt äußerst kleinflächig am Rande der Bodengroßlandschaft bei Neuffen auf.

## Klima

Die mittleren Jahresniederschläge betragen entlang des Albtraufs und in den höchsten Lagen der Kuppenalb rund 900–1100 mm. Am Nordrand der östlichen Mittleren Alb können sie auch bei 1200–1300 mm liegen. In Richtung Flächenalb, nach Südosten hin, nehmen sie deutlich auf 800–900 mm ab und gehen am äußersten Südostrand der Bodengroßlandschaft auf unter 800 mm zurück. Auf tiefgründigen Böden reicht diese Niederschlagssumme für den Ackerbau aus. Das Niederschlagsmaximum liegt im Sommerhalbjahr, was sich günstig auf das Pflanzenwachstum auf flachgründigen und durchlässigen Böden auswirkt.

Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt im größten Teil der Albhochfläche bei 7–8 °C. In einigen Gebieten in der Westhälfte der Bodengroßlandschaft kann es in den zahlreichen Hochtälern und Karstwannen bei winterlichen Hochdruckwetterlagen durch Temperaturumkehr im Vergleich zur höher gelegenen Umgebung allerdings sehr kalt werden. Die Jahresdurchschnittstemperaturen liegen dort daher z. T. unter 7 °C. Aufgrund der kurzen Vegetationsperiode auf der hochgelegenen Südwestalb tritt der Ackerbau heutzutage dort gegenüber dem Grünland deutlich in den Hintergrund. Am Nordostrand der Albhochfläche, am äußersten Südostrand sowie in einigen größeren Tälern liegen die mittleren Jahrestemperaturen knapp über 8 °C. Im Osten der Bodengroßlandschaft betragen die Jahresdurchschnittstemperaturen am Süd- und Nordrand 7–8 °C. An den Traufunterhängen der Mittleren Alb und im oberen Filstal werden z. T. über 9 °C erreicht.

Die jährliche Klimatische Wasserbilanz zeigt auf der Mittleren und Westlichen Alb einen deutlichen Gradienten von +700 bis +800 mm, am Albtrauf nach Südosten auf +300 bis +400 mm. Der Wert für die Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr liegt am Nordrand der Westalb und am Nordrand der östlichen Mittleren Alb bei +300 bis +400 mm. Im übrigen Gebiet fällt er von +200 bis +300 mm im Norden auf +100 bis +200 mm im Südosten ab.

Die oben genannten Klimadaten sind den Datensätzen des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum 1991–2020 entnommen:

- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*
- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljährige mittlere Raster der Lufttemperatur (2m) für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*

Für die Angaben zur Klimatischen Wasserbilanz wurde die digitale Version des Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg herangezogen (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2012).

## Weiterführende Links zum Thema

- Boden, Böden, Bodenschutz (PDF)
- LUBW – Boden
- Bodenexponate-Sammlung der LUBW
- Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Stuttgart (PDF)
- Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Freiburg (PDF)
- LEO-BW: Hohe Schwabenalb
- LEO-BW: Mittlere Flächenalb
- LEO-BW: Mittlere Kuppenalb

## Literatur

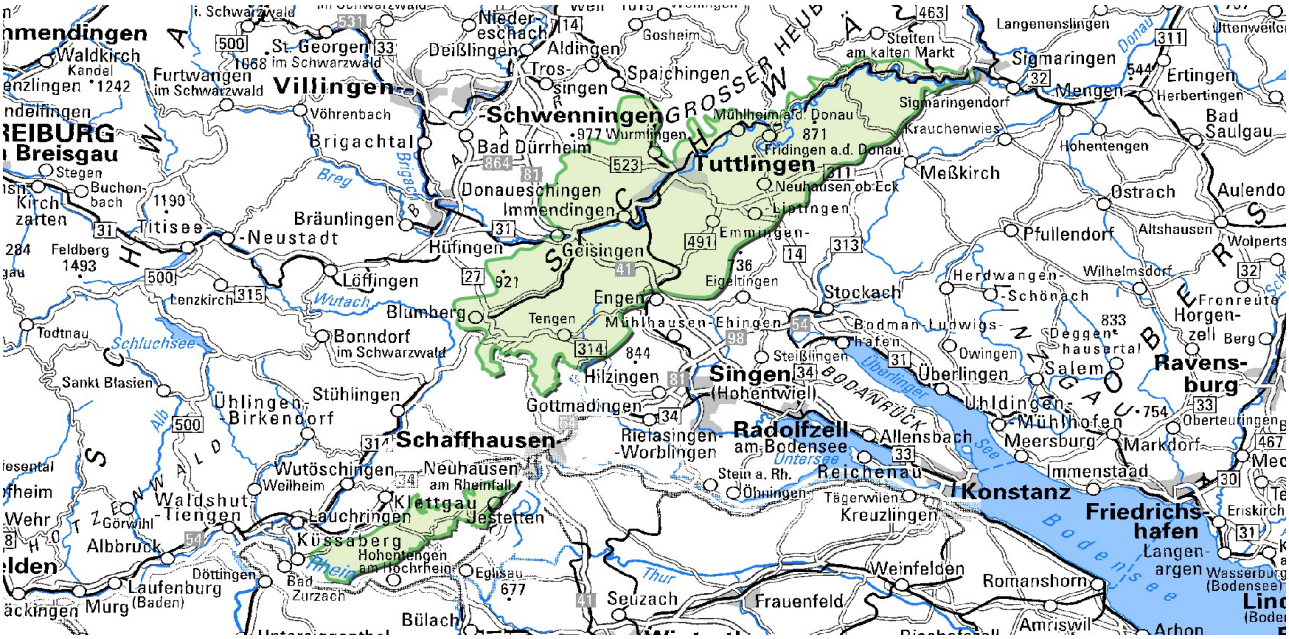

- Ad-hoc-AG Boden (2005a). *Bodenkundliche Kartieranleitung.* 5. Aufl., 438 S., Hannover.
- Agsten, K. (1977). *Zur Entwicklung und Vergesellschaftung der Böden in traufnahen Bereichen der westlichen Schwäbischen Alb (Balinger Berge).* – Geologisches Jahrbuch, Reihe F, 5, S. 1–84.
- Bibus, E. (1986b). *Die Rutschung am Hirschkopf bei Mössingen (Schwäbische Alb) – Geowissenschaftliche Rahmenbedingungen – Geoökologische Folgen.* – Geoökodynamik, 7, S. 333–360.
- Bleich, K. E. (1994). *Paläoböden der Schwäbischen Alb als Zeugen der Relief- und Klimaentwicklung?.* – Zeitschrift für Geomorphologie, N. F. 38(1), S. 13–32.
- Borger, H. (1990). *Bohnerze und Quarzsande als Indikatoren paläogeographischer Verwitterungsprozesse und der Altreliefgenese östlich von Albstadt (Schwäbische Alb).* – Kölner Geographische Arbeiten, 52, S. 1–209.
- Deigendesch, R. & Morrissey, C. (2008). *Kleine Geschichte der Schwäbischen Alb.* 279 S., Leinfelden-Echterdingen.
- Dietrich, M. & Beinlich, B. (1995). *Der Truppenübungsplatz Münsingen.* – Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, Beiheft, 83, S. 337–348.
- Dongus, H. (1977). *Die Oberflächenformen der Schwäbischen Alb und ihres Vorlands.* – Marburger Geographische Schriften, 72, S. 1–486.
- Eberle, J., Eitel, B., Blümel, W. D. & Wittmann, P. (2017). *Deutschlands Süden – vom Erdmittelalter zur Gegenwart.* 3. Aufl., 195 S., Berlin.
- Eberle, J., Wiedenmann, R. & Blümel, W. D. (2002). *Erster Nachweis von Rohlöss auf der Mittleren Schwäbischen Kuppenalb (TK 25 Blatt 7521 Reutlingen).* – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 84, S. 379–390.
- Fleck, W. (1992d). *Blatt 7521 Reutlingen, Karte und Tabellarische Erläuterung.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 43 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Gradmann, R. (1898). *Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb.* Stuttgart.
- Grees, H. (1993). *Die Schwäbische Alb.* – Borcherdt, C. (Hrsg.). Geographische Landeskunde von Baden-Württemberg, 3. Aufl., S. 332–362, Stuttgart.

- Gwinner, M. P. & Hafner, G. (1995). *Erläuterungen zu Blatt 7919 Mühlheim an der Donau.* – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 139 S., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Hantke, R., Pfannenstiel, M. & Rahm, G. (1976). *Zur Vergletscherung der westlichen Schwäbischen Alb.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 66, S. 13–27.
- Hauff, R. & Schlenker, G. (1982). *Die Urwälder der Mittleren Alb.* – Stadt Münsingen (Hrsg.). Münsingen. Geschichte – Landschaft – Kultur. Festschrift zum Jubiläum des württembergischen Landeseinigungsvertrages von 1482, S. 459–463, Sigmaringen.
- Kallinich, J. (1999). *Verbreitung, Alter und geomorphologische Ursachen von Massenverlagerungen an der Schwäbischen Alb auf der Grundlage von Detail- und Übersichtskartierungen.* – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe D, 4, S. 1–166.
- Köberle, G. (2005a). *GIS-generierte Bodenkarte von Baden-Württemberg – 1 : 25 000. Blatt 7424 Deggingen.* – Tübinger Geographische Studien, 138, S. 1–19.
- Köberle, G. (2005b). *GIS-generierte Bodenkarte von Baden-Württemberg – 1 : 25 000. Blatt 7524 Blaubeuren.* – Tübinger Geographische Studien, 139, S. 1–25.
- Köberle, G. & Köberle, P. M. (2002). *GIS-based generation of a karst landscape soil map (Blaubeuren – Swabian Alb – Germany).* – Zeitschrift für Geomorphologie, N. F. 46(4), S. 505–521.
- Kösel, M. (2004a). *Erläuterungen zu Blatt 7421 Metzingen.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 164 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Mailänder, S., Eberle, J. & Blümel, W. D. (2005). *Kulturlandschaftswandel auf der östlichen Schwäbischen Alb seit Beginn des 19. Jahrhunderts: Ausmaß, Ursachen und Auswirkungen.* – Die Erde, 135, S. 175–204.
- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1955). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 2. Lieferung.* 121 S., Remagen (Bundesanstalt für Landeskunde).
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2012). *Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg.* 4. erw. Ausg., Karlsruhe.
- Müller, S. (1982). *Böden der Münsinger Alb.* – Stadt Münsingen (Hrsg.). Münsingen. Geschichte – Landschaft – Kultur. – Festschrift zum Jubiläum des württembergischen Landeseinigungsvertrages von 1482, S. 444–450, Sigmaringen.
- Münzing, K. (1987). *Zum Quartär des Talzuges Spaichingen-Tuttlingen (westliche Schwäbische Alb).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 29, S. 65–90.
- Rahm, G. (1981). *Die rißeiszeitliche Vergletscherung des Südschwarzwaldes, der Baar und der westlichen Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 23, S. 7–14.
- Rilling, K. & Busch, R. (2003). *Erläuterungen zu Blatt 7619 Hechingen.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 237 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Scheff, J. (2006). *Aus der Not geboren: Bohnerzabbau auf der Zollernalb bei Salmendingen im 18. und 19. Jahrhundert.* – Laichinger Höhlenfreund, 41, S. 61–68.
- Schreiner, A. (1979b). *Zur rißeiszeitlichen Vergletscherung des Südostschwarzwaldes und der westlichen Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 21, S. 137–159.
- Schweizer, V. & Franz, M. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 7819 Meßstetten.* – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 112 S., 1 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Stirn, A. (1964). *Kalktuffvorkommen und Kalktufftypen der Schwäbischen Alb.* – Abhandlungen zur Karst- und Höhlenkunde, Reihe E, 1, S. 1–92. [zugl. Diss. Univ. Tübingen]
- Terhorst, B. (1997). *Formenschatz, Alter und Ursachenkomplexe von Massenverlagerungen an der schwäbischen Juraschichtstufe unter besonderer Berücksichtigung von Boden und Deckschichtenentwicklung.* – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe D, S. 1–212.
- Terhorst, B. & Felix-Henningsen, P. (2010). *Paläoböden in periglazialen Lagen der Mittelgebirge.* – Blume, H.-P., Felix-Henningsen, P., Horn, R., Stahr, K. & Guggenberger, G. (Hrsg.). Handbuch der Bodenkunde, Kap. 4.5 Böden als landschafts- und nutzungsgeschichtliche Urkunden, Unterkap. 4.5.3 Paläoböden, 34. Erg. Lfg. 11/10, S. 1–9, Weinheim (Wiley-VCH).
- Wolff, W. (1962). *Periglazial-Erscheinungen auf der Albhochfläche.* – Diss. Uni Tübingen, 103 S., Tübingen.
- Zillenbiller, E. (1975). *Bohnerzgewinnung auf der Schwäbischen Alb.* 50 S., Sigmaringen.


Cookie-Einstellungen

# Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen

Die Schwäbische Alb ist ein überwiegend aus Karbonatgesteinen des Oberjuras aufgebautes, verkarstetes Mittelgebirge, das sich vom Hochrhein bis zum Nördlinger Ries in SW–NO-Richtung mit einer Länge von über 200 km quer durch Baden-Württemberg erstreckt. Der Albtrauf markiert die oberste, am deutlichsten ausgeprägte Stufe der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft. Zur Gliederung der Bodenkarte wurde die Schwäbische Alb in vier Bodengroßlandschaften unterteilt. Die Östliche und Südöstliche Alb werden ebenso wie der große zentrale Abschnitt mit der Mittleren und Westlichen Alb jeweils separat beschrieben. Die Bodengroßlandschaft Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen umfasst den südwestlichen Abschnitt der Schwäbischen Alb, dessen Abgrenzung sich grob an der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands orientiert (Meynen & Schmithüsen, 1955).




## Lage und Abgrenzung

*Blick auf die Baaralb-Schichtstufe nördlich von Geisingen*

Zur **Baaralb** gehört die zwischen Geisingen und Tuttlingen nördlich der oberen Donau gelegene Albtafel, die durch mehrere Täler zerschnitten und in einzelne Tafelberge aufgelöst ist. Der von Prim und Faulenbach gebildete Talzug zwischen Spaichingen und Tuttlingen trennt die Baaralb von der Hochfläche der Westalb. Der zwischen Donau- und Aitrachtal gelegene Bergzug zwischen Geisingen und Blumberg (Länge, Eichberg, Buchberg) wird ebenfalls zur Baaralb gerechnet. Die Hochflächen der Baaralb weisen meist Höhenlagen zwischen 800 und 900 m NN auf. Traufnahe Erhebungen und vorgelagerte Zeugenberge sind oft deutlich höher (Lupfen bei Talheim 977 m NN, Zundelberg bei Spaichingen 954 m NN).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Zwischen Tuttlingen und Sigmaringen wurde auf der Nordseite des engen Durchbruchstals der **Oberen Donau** der scharfe Übergang vom Steilhang zur Hochfläche als Landschaftsgrenze zur Mittleren und Westlichen Alb herangezogen. Die nach Südosten geneigte, ca. 8–10 km breite und etwa 50 km lange Albhochfläche südlich von Aitrach und Oberer Donau wird als **Hegaualb** bezeichnet. Besonders im Südwesten der Hegaualb werden die Oberjuragesteine in weiten Bereichen von Tertiär- und örtlich von Glazialsedimenten bedeckt. Weiter südlich, an der Grenze zu den Bodengroßlandschaften Hegau und Altmoränen-Hügelland, taucht der Oberjura schließlich vollständig unter diesen Ablagerungen ab. Die Hegaualb ist im Norden zumeist 800–840 m NN hoch (Witthoh bei Emmingen-Liptingen 862 m NN) und fällt nach Süden auf ca. 650–700 m NN ab.

*Das Obere Donautal westlich von Beuron-Thiergarten*

*Juranagelfluh-Landschaft auf der Hegaualb bei Blumberg-Kommingen*

Im Südwesten, südlich von Blumberg und Tengen, grenzt die Hegaualb an den **Randen**. Die Hochflächen südlich der dort verlaufenden tektonischen Störungszone (Randenverwerfung) werden wieder vorwiegend von Oberjuragesteinen gebildet. Da in diesem Bereich die Schweizer Grenze (Kanton Schaffhausen) eine weite Ausbuchtung nach Nordwesten beschreibt, liegen nur zwei kleine Bereiche des eigentlichen Randens auf deutschem Gebiet. Es handelt sich um den Hohen Randen südöstlich von Blumberg-Fützen, der zugleich mit 930 m NN die höchste Erhebung des Randens bildet, sowie um ein kleines Gebiet südlich von Tengen-Wiechs.

Etwa 12 km weiter südwestlich macht der Grenzverlauf wieder eine Biegung nach Osten. Der größte Teil des südwestlichen Ausläufers des Randens liegt dort auf deutschem Staatsgebiet und wird als **Kleiner Randen** bezeichnet (auch „Klettgaualb“ oder „Großer Klettgaurücken“). Der nur 4–5 km breite und auf deutschem Gebiet ca. 20 km lange, zwischen Hochrheintal und Klettgauer Tal gelegene Bergrücken weist Höhenlagen zwischen 500 und 670 m NN auf. Er ist wiederum großflächig von Tertiärsedimenten und pleistozänen Glazialablagerungen bedeckt und stellt das Bindeglied zwischen Schwäbischer Alb und Schweizer Tafeljura dar.

*Blick von Klettgau-Grießen nach Ostnordosten zum Kleinen Randen*

*Baaralb-Schichtstufe bei Seitingen-Oberflacht*

Die mit Oberjuraschutt bedeckten Traufhänge wurden noch zur Baaralb bzw. zum Randen und Kleinen Randen gerechnet. Erst dort, wo an den unteren Hangabschnitten das bodenbildende Substrat überwiegend aus Mitteljuramaterial besteht, wurde die Grenze zur Baar und zum Wutach-Gebiet gezogen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Donauversickerung bei Immendingen*

Das einzige größere Fließgewässer der Bodengroßlandschaft ist die an der Geisinger Pforte in die Baaralb eintretende Donau mit ihren überwiegend aus nordwestlicher Richtung einmündenden kleinen Nebenflüssen und -bächen. Als Folge der Verkarstung sind die Hochflächen der Baaralb frei von Fließgewässern. Auf der von Tertiärsedimenten bedeckten Hegaualb treten Quellen und kleine Bäche auf, die z. T. beim Übertritt in den Oberjura wieder versickern. Einzelne Bäche auf der westlichen Hegaualb entwässern durch den Hegau zum Rhein und Bodensee. Die unterirdische Wasserscheide zwischen Rhein und Donau liegt aber weiter nördlich, wie sich an den Versickerungsstellen bei Immendingen und Fridingen an der Donau im Donautal zeigt. Das dort in unterirdische Hohlräume abfließende Wasser tritt am Aachtopf bei Aach wieder zutage, um von dort zum Bodensee zu fließen. Eine ausgeprägte Wasserscheide gibt es auch am Westrand von Baaralb und Randen im Raum Blumberg, wo sich die Nebenbäche der jung eingetieften Wutach in den Albtrauf zurückschneiden. Im Osten der Hegaualb erreicht das Einzugsgebiet der Ablach noch den Südrand der Albhochfläche.

Es handelt sich bei der Bodengroßlandschaft um eine dünn besiedelte ländliche Region. Ein großer Teil entfällt auf die Südhälfte des Landkreises Tuttlingen mit der Stadt Tuttlingen als einzigem größerem Zentrum. Die Landschaften bei Blumberg sowie der Übergang zum Hegau bei Tengen und Engen gehören zum Schwarzwald-Baar-Kreis bzw. zum Landkreis Konstanz. Der Nordosten mit den Gemeindegebieten von Leibertingen und Beuron ist Teil des Landkreises Sigmaringen. Der isoliert gelegene Kleine Randen liegt im Südosten des Landkreises Waldshut.

Die Bodenkarte für die Bodengroßlandschaft Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen beruht im Wesentlichen auf einer Übersichtskartierung sowie auf der Auswertung von Bodenschätzungskarten, Forstlichen Standortskarten und Geologischen Karten. Für das Gebiet der Kartenblätter 8316 Klettgau und 8017 Geisingen konnte die Bodenkarte 1 : 25 000 herangezogen werden (Rilling & Boll, 2002; Rilling, 2004a).

## Geologisch-geomorphologischer und landschaftsgeschichtlicher Überblick

*Felsbildungen aus Oberjura-Massenkalk östlich von Beuron*

Die teils recht unterschiedlichen Teilgebiete der Bodengroßlandschaft besitzen die Gemeinsamkeit, dass sie alle, zumindest im tieferen Untergrund, aus Karbonatgesteinen des Oberjuras aufgebaut werden. Der **Oberjura** im Bereich von Baaralb, Oberem Donautal, Hegaualb und Randen besteht aus hellgrauen bis weißen, aus Meeresablagerungen entstandenen Kalksteinen mit mergeligen Zwischenlagen. Mächtigere Mergelsteine oder Mergelstein-Kalkstein-Wechselfolgen in bestimmten Niveaus trennen den Oberjura in verschiedene Formationen. Verbreitet treten laterale Fazieswechsel zwischen geschichteter Bankkalk- bzw. Mergelfazies und ungeschichteten, aus ehemaligen Schwammriffen entstandenen Massenkalken auf.

*Blick durchs Eltatal bei Seitingen-Oberflacht nach Nordwesten zum Hohenkarpfen*

Am Anstieg zum Trauf der Baaralb, an den Nordhängen des Kleinen Randens und örtlich im Donautal bilden Mergelsteine des **Unteren Oberjuras** (Impressamergel-Formation, früher Weißjura alpha) gleichmäßig geböschte, stark geneigte und steile Mittel- und Unterhänge. Sie sind meist von mehr oder weniger mächtigem Hangschutt überdeckt, der aus Gesteinsschutt aus höheren Juraschichten besteht und oft auch noch den höheren Mitteljura überdeckt. Wo mächtigerer Hangschutt fehlt, machen sich die Impressamergel oft durch ein ausgeprägtes Rutschungsrelief bemerkbar. Im Grenzbereich zu den überlagernden Kalksteinen sind immer wieder Quellaustritte festzustellen. Die Impressamergel-Formation besteht überwiegend aus Mergelsteinen, in die nach oben zunehmend dünne Bänke aus Kalkmergel-, Mergelkalk- und Kalksteinen eingeschaltet sind. Darüber gehen sie am Kleinen Randen, am Randen und auf der Baaralb oft in meist verschwammte Kalk- und Kalkmergelsteine über (Hornbuck-Schichten, Untere Lochen-Schichten).

Den oberen Steilanstieg am Kleinen Randen, an den Traufhängen der Baaralb und den größten Teil der Baaralb-Hochflächen bilden die mächtigen Kalksteinbänke der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation (früher Weißjura beta). Es handelt sich meist um regelmäßige 10–60 cm dicke hellgrau-weiße, durch dünne Mergelfugen getrennte Bänke aus dichtem Kalkstein. Im untersten Teil sind dünne mergelige Lagen eingeschaltet. Auch auf der Südseite des Aitrachtals sowie am Randen bilden sie noch Hochflächenränder und Hänge. Entlang der Donau treten sie talabwärts bis Mühlheim an der Donau an den Hängen in Erscheinung. Weiter östlich, bis unterhalb von Beuron, sind sie durch Schwammkalke vertreten (Mittlere Lochen-Schichten).

*Steinbruch in der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation am „Herrenkäpfle“ bei Geisingen*

Die Gesteine des **Mittleren Oberjuras** kommen ebenfalls sowohl in gebankter als auch in verschwammter Fazies vor. Die grauen Mergelsteine, Kalk- und Kalkmergelbänke der Lacunosamergel-Formation (früher Weißjura gamma) sind inselhaft auf den Baaralb-Hochflächen verbreitet. An den Hängen des Donautals und des Kleinen Randens bilden sie häufig Hangverflachungen. Die darüber folgenden, oft dickbankigen, durch Mergellagen unterbrochenen Kalkbänke der Untere Felsenkalke-Formation (früher Weißjura delta) kommen zwischen Geisingen und Tuttlingen ebenfalls noch auf den Baaralb-Hochflächen vor. Darüber hinaus tritt die Formation an den Hängen und in Scheitelbereichen von Bergspornen im Donautal in Erscheinung. Zudem bildet sie die Traufkante und die Oberhänge auf der Nordseite des Kleinen Randens. Die ebenfalls meist dickbankige, bereichsweise viele Kieselknollen führende Obere Felsenkalke-Formation (früher Weißjura epsilon) hat ihr Hauptverbreitungsgebiet an Oberhängen und Hochflächenrändern entlang der Oberen Donau.

*Das obere Donautal bei Beuron-Hausen im Tal*

In weiten Bereichen ist der Mittlere Oberjura in verschwammter Fazies ausgebildet (Unterer Massenkalk, Obere Lochenschichten). Die schichtungslosen, massigen Kalksteine bilden u. a. die Steilhänge und markanten Felsformationen im Donau-Durchbruchstal östlich von Tuttlingen.

*Der Rabenfelsen bei Thiergarten*

Auch im **Oberen Oberjura** (früher Weißjura zeta) treten großflächig massige Schwammkalke auf (Oberer Massenkalk), die beispielsweise südwestlich und nordöstlich von Leibertingen flachkuppige Hochflächen bilden. Örtlich enthalten sie viele Kieselknollen, die sich im Verwitterungslehm anreichern können. Die Oberen Massenkalke sind ebenso wie die Unteren Massenkalke in manchen Bereichen diagenetisch verändert und in Dolomitstein oder daraus wiederum zu grobkristallinem, „zuckerkörnigem“ Kalkstein (Dedolomit) umgewandelt. Oft ist dieser von Hohlräumen unterschiedlicher Größe durchsetzt („Lochfels“).

*Oberes Donautal bei Inzigkofen*

*Massenkalkfelsen mit dahinter liegender Zementmergelschüssel bei Schloss Bronnen östlich von Fridingen an der Donau*

Dünnbankige Kalksteine mit Mergelsteinlagen (Liegende Bankkalk-Formation) bilden v. a. die flachen Hochflächenränder südlich der Donau zwischen Immendingen und Fridingen. Auch die darüber liegenden Gesteine der Zementmergel-Formation kommen auf den Hochflächen am Nordrand der Hegaualb vor, treten aber auch besonders nördlich von Engen bodenbildend in Erscheinung. Es handelt sich vorwiegend um Mergelsteine, denen aber auch reichlich härtere Mergelkalksteine zwischengeschaltet sind. Auch im obersten Bereich sind die Mergel z. T. durch bioklastische Kalksteine ersetzt (Hattingen-Trümmerkalke, „Raue Kalke“). Der Ausstrichbereich der Zementmergel liegt überwiegend im schwach bis mittel geneigten Gelände. Örtlich treten sie aber auch an stärker geneigten Hängen auf. Die im Jurameer zwischen den Schwammriffen schüsselförmig abgelagerten Mergelschichten der Zementmergel-Formation sind im Vergleich zum Kalkstein weniger widerständig gegenüber der Abtragung und wurden daher bevorzugt ausgeräumt. Dies führte zur Bildung teils großflächiger Muldenstrukturen auf der Albhochfläche sowie am Rand des Donautals und damit gewissermaßen zur Freilegung des früheren untermeerischen Reliefs. Auch die Donau folgte bei ihrer Eintiefung bevorzugt diesen leicht ausräumbaren Zementmergelschüsseln, was u. a. zu dem stark gewundenen Talverlauf und der Talweitung bei Fridingen führte (Gwinner & Hafner, 1995, S. 163 f.). Über der Zementmergel-Formation erfolgt dann, oft mit einer deutlichen Versteilung, der Übergang zu der darüber liegenden Hangende Bankkalke-Formation, die auf der Hegaualb-Hochfläche zwischen Engen und Inzigkofen eine große Verbreitung besitzt und dort ein ausgedehntes welliges Flachrelief bildet. Es handelt sich um bis zu 60 cm dicke Kalksteinbänke mit zwischengelagerten dünnen Mergelschichten.

*Lehmverfüllte Karstspalte mit Bohnerzen bei Engen*

Nach dem Rückzug des Jurameers wurde das Gebiet der Schwäbischen Alb Festland, auch wenn es zunächst nur wenig über dem Meeresspiegel lag. Vermutlich ab der Oberkreide und während des Alttertiärs bildete sich unter tropischen Klimabedingungen ein ausgedehntes Flachrelief heraus (Rumpffläche), das von einer mächtigen Verwitterungsdecke überzogen war. Leithorizont dieses Zeitabschnitts sind die Bohnerztone (Bohnerz-Formation, „Bohnerzlehm“, „Bolus“). Es handelt sich um rotbraune oder ockergelbe, seltener auch graue, kaolinitische Tone, die in wechselndem Maße Eisenkonkretionen (Bohnerze) führen. Die rundlichen, schalig aufgebauten Eisenerze können wenige mm bis mehrere cm groß sein. Häufig sind auch zahlreiche Bohnerze zu Konglomeraten verbacken. Außerdem treten vererzte Lehmknollen und Bruchstücke von Eisenkrusten auf. Oft enthalten die Bohnerztone auch Beimengungen von Quarzsand, der eine hohe Verwitterungsintensität aufweist und vermutlich Reste umgelagerter kreidezeitlicher Sedimente darstellt (Borger, 1990). Auch das sehr kleine Sandsteinvorkommen bei Beuron (Beuron-Sandstein) wird für ein im Tertiär umgelagertes kreidezeitliches Sediment gehalten (Franz et al., 1997). Im Zuge der Heraushebung der Schwäbischen Alb und der beginnenden Verkarstung wurden der größte Teil der tertiären Albüberdeckung und damit auch die Bohnerztone wieder abgetragen. Kleine Reste der Bohnerz-Formation blieben aber als Umlagerungsprodukt in Karstspalten und kesselartigen Vertiefungen erhalten. Kleine flächenhafte Vorkommen treten noch in unmittelbarer Nähe zum Ausstrich der Unteren Süßwassermolasse (USM) auf. So etwa auf der Hegaualb bei Emmingen-Liptingen und auf dem Kleinen Randen bei Dettighofen und Jestetten. Weitere kleinflächige Vorkommen finden sich auf dem Randen südlich von Tengen-Wiechs. Die Bohnerztone überlagern in diesen Bereichen die stark verkarstete Juraoberfläche, füllen Spalten und kesselartige Vertiefungen unterschiedlichster Größenordnung aus und besitzen daher extreme Mächtigkeitsschwankungen. Weiterführende Informationen zur Entstehung sowie zur mineralogischen und chemischen Zusammensetzung der Bohnerztone und Bohnerze finden sich u. a. bei Eichler, 1961; Seeger, 1963 und Borger, 1990.

*Bohnerzgruben im „Jungholz“ nordöstlich von Liptingen*

Bohnerze waren in der Vergangenheit ein wichtiger Rohstoff für die Eisengewinnung. Sie wurden vermutlich schon von den Kelten, Römern und Alemannen abgebaut. Seine Blütezeit erreichte der Erzabbau im 17. und 18. Jahrhundert. Mitte des 19. Jahrhunderts war er nicht mehr rentabel und wurde eingestellt (Baier, 1922; Stärk, 1956; Birchmeier, 1986; Schreiner, 2002; Schellberg, 2006). Das Erz wurde in mehreren Hüttenwerken in der Region verarbeitet. Der intensive Tagebau in der Vergangenheit hat dazu geführt, dass das Gelände im Verbreitungsgebiet von Bohnerztonen heute durch ein deutlich anthropogenes Kleinrelief mit zahlreichen Gruben und Haufen aus Abraummaterial überprägt ist und ungestörte Böden nur noch selten vorkommen. Bohnerzgruben im landwirtschaftlich genutzten Gelände wurden meist wieder aufgefüllt und sind heute nicht mehr als solche zu erkennen.

*Hügelige, zertalte Hochfläche des Kleinen Randens bei Hohentengen-Bergöschingen*

Im Zuge der Alpenauffaltung bildete sich im Oligozän südlich der Alb allmählich das Molassebecken heraus. Mit zunehmender Verbreiterung des Beckens griff die Sedimentation von limnischen und marinen Sedimenten im Norden auch auf die Albtafel über. Auf dem Kleinen Randen sowie auf der Hegaualb bei Emmingen-Liptingen finden sich aus dieser Zeit Ablagerungen der **Unteren Süßwassermolasse**. Während auf dem Kleinen Randen v. a. Sande und Mergel verbreitet sind, dominieren am nördlichen Beckenrand bei Emmingen-Liptingen eher Mergel mit eingeschalteten Süßwasserkalken. Als zeitliches Äquivalent tritt nördlich von Engen der Rest einer Rinnenfüllung aus kaum verfestigten Kalkschluffen mit Geröllagen aus Oberjuragestein auf (Ältere Juranagelfluh).

*Sandgrube bei Klettgau-Riedern*

Während des Meereseinbruchs der **Oberen Meeresmolasse** im Untermiozän vor rund 20 Mio. Jahren war, abgesehen vom größten Teil der Baaralb, das gesamte Gebiet der Bodengroßlandschaft vom Meer bedeckt. Es bildete sich eine Kliffküste aus, die als Geländestufe z. B. westlich von Geisingen-Aulfingen noch erkennbar ist (Klifflinie). Die Sedimente der Oberen Meeresmolasse wurden später größtenteils wieder abgetragen und sind auf der Hegaualb und auf dem Kleinen Randen nur noch stellenweise zu finden. Da sie zudem oft von jüngeren Deckschichten überlagert werden, sind sie nur kleinräumig für die Bodenentwicklung von Bedeutung. Es handelt sich z. B. um Konglomerate (Kleiner Randen) sowie um wenig verfestigte schluffig-feinsandige Ablagerungen oder Kalksteine (Randen-Grobkalk) nördlich von Engen und östlich von Tengen. Östlich von Blumberg und südlich von Geisingen sind örtlich auf kleiner Fläche die Helicidenschichten für die Bodenbildung relevant. Es handelt sich dabei um rotes tonreiches Paläobodenmaterial, das von Norden in das Molassebecken transportiert wurde. Weiterhin treten auf dem Kleinen Randen Sande und Konglomerate der **Oberen Brackwassermolasse** bodenbildend in Erscheinung. Besonders an der Südabdachung des Kleinen Randens bildet die sog. Austernnagelfluh eine markante Steilstufe im Gelände.

*Hegaualb bei Immendingen-Mauenheim*

Während des Zeitabschnitts der **Oberen Süßwassermolasse**, im Obermiozän, kam es im Hegau, auf der Hegaualb und auf dem Kleinen Randen zur Ablagerung geröllführender Sedimente der **Jüngeren Juranagelfluh**. Von den Tertiärsedimenten haben sie flächenmäßig die größte Ausdehnung. Der Transport erfolgte aus nordwestlicher Richtung, wo es zu einer verstärkten Hebung des Deckgebirges kam, während sich das westliche Molassebecken weiter absenkte. Die Schüttung erfolgte zunächst in tiefeingeschnittenen Rinnen und nach deren Verfüllung auch flächenhaft. Schreiner (1965b, 1992b) unterscheidet verschiedene Zufuhrrinnen, die sich in ihrer Geröllzusammensetzung unterscheiden lassen. Die Jüngere Juranagelfluh besteht aus Mergeln und schluffig-sandigem Material, das Gerölllagen enthält, die z. T. zu festen Konglomeratbänken verbacken sind. Die Gerölle bestehen in Abhängigkeit vom Abtragungszustand im damaligen Liefergebiet überwiegend aus Jura-, aber auch aus Triasgesteinen. Örtlich enthalten die Ablagerungen auch dünne Sandsteinbänke. Stellenweise vorkommende Süßwasserkalke und Travertine sind für die Böden nur lokal von Bedeutung. Im Verbreitungsgebiet der Jüngeren Juranagelfluh auf der Hegaualb hat sich ein von schmalen Muldentälern durchzogenes, kuppiges Hügelland herausgebildet. Auf dem Kleinen Randen bildet sie im Westteil den Gipfelbereich und die Oberhänge des Höhenzugs. Die Sandstein- und Konglomeratbänke bilden dort z. T. Hangversteilungen. Örtlich unter den Steilkanten auftretende Blockschuttmassen aus Juranagelfluh-Konglomeraten sind vermutlich auf pleistozäne Rutschungen und Solifluktion zurückzuführen.

*Ehemaliger Basalt-Steinbruch am Höwenegg*

In den Zeitabschnitt der Oberen Süßwassermolasse im Miozän fallen auch die **vulkanischen Aktivitäten** des Hegaus. Die nördlichen Randerscheinungen dieser Vorgänge sind heute auf der Hegaualb zu finden. Während der Kegelberg Neuhewen bei Engen-Stetten noch der Bodengroßlandschaft Hegau zugeordnet wurde, befinden sich die Vulkanite am Höwenegg südlich von Immendingen bereits zentral auf der Hegaualb. In dem durch früheren Basaltabbau überprägten Gebiet sind vorwiegend Basalttuffe und Hornblendetuffe unterschiedlicher Ausprägung zu finden. Anstehender Basalt (eigentlich Foidit) hat flächenmäßig wenig Bedeutung. An einigen weiteren Stellen auf der Hegaualb tritt vulkanischer Tuff im Bereich kleinerer Durchbruchsröhren bodenbildend in Erscheinung. Der sog. „Blaue Stein“ südöstlich von Blumberg ist ein Basaltfels, der den nach dem Abbau übriggebliebenen Rest einer kleinen Basaltdecke darstellt. Das Hinterried südlich von Geisingen ist eine trichterförmige Mulde, die vermutlich als vulkanischer Sprengtrichter entstanden ist. In einem darin gebildeten Maarsee kamen anschließend Süßwasserkalke zur Ablagerung.

*Blick nach Westen durch die Blumberger Pforte zum Südschwarzwald*

Nachdem am Südrand der Alb die Entwässerung lange Zeit nach Westen erfolgte, bildete sich im Obermiozän vor ca. 8 Mio. Jahren die nach Osten entwässernde Aare-Donau heraus, deren Einzugsgebiet bis in die Westalpen reichte. Wo sich der heutige Prim-Faulenbach-Talzug zwischen Spaichingen und Tuttlingen befindet, mündete von Nordwesten die Ur-Eschach in dieses Flusssystem. Reste der Ablagerungen der Aare-Donau mit alpinen Komponenten befinden sich heute hoch über dem Donautal in ca. 740–900 m NN. Da es sich ganz überwiegend nur um eine lockere Kiesstreu handelt, sind diese Bildungen bodenkundlich nur von geringer Bedeutung. Ein kleines Vorkommen von **Höhenschotter**, in dem auch Kiesverwitterungslehm erhalten ist, liegt auf dem Eichberg bei Blumberg in fast 900 m NN Höhe. Es handelt sich vorwiegend um Quarze, Quarzite und quarzitische Sandsteine. Die Urdonau-Schotter im Gewann „Gerüt“ auf der Länge südlich von Geisingen-Gutmadingen sind nur punktuelle Vorkommen. Zwei weitere, in der Bodenkarte berücksichtigte Vorkommen finden sich auf der südlichen Talschulter der Donau bei Mühlheim an der Donau und Beuron in 795–810 m NN Höhe. Mit der Umlenkung der Aare zur Rhone im mittleren Pliozän, die auf der Alb mit dem Ausbleiben alpiner Gerölle markiert wird, hat sich das Donaueinzugsgebiet stark verkleinert, es reichte nur noch bis in die Feldbergregion (Feldberg-Donau).

*Blick über das Dürbheimer Ried durchs Faulenbachtal nach Süden*

Die folgende flussgeschichtliche Entwicklung der Donau wurde durch zunehmende Taleintiefung und durch den weiteren Verlust von Einzugsgebieten bestimmt. Die auf der flachen, mit leicht ausräumbarer Molasse aufgeschütteten Ebene nach Osten fließende Feldberg-Donau war bei ihrer seit dem mittleren Pliozän erfolgenden zunehmenden Tieferlegung gezwungen, sich in die harten Oberjurakalke einzuschneiden und schuf so ihr enges Durchbruchstal. Bedingt durch die anhaltende Hebung und den Klimawechsel setzte sich die Taleintiefung im **Pleistozän** verstärkt fort. Da sich die Rheinnebenflüsse aufgrund der niedrigeren Erosionsbasis aber viel schneller zurückschnitten, kam es in der Folge zu weiteren Flussablenkungen. Im frühen Pleistozän wurde die Ur-Eschach durch den sich von Norden zurückschneidenden Neckar angezapft. Ihr ehemaliger Talzug durch die Alb wird seitdem durch die Spaichinger Pforte von der Prim nach Nordwesten und südlich der heute vermoorten Wasserscheide bei Dürbheim durch den Faulenbach nach Süden zur Donau hin entwässert. Im Spätpleistozän erfolgte dann die Ablenkung der Feldbergdonau durch die Wutach mit der Folge, dass deren breites Tal östlich von Blumberg heute nur noch von der wenig Wasser führenden Aitrach durchflossen wird.

*Blick auf Umlaufberg und Talboden der pliozänen Donauschlinge Eichen-Berchenreute*

Das Einschneiden der Donau seit dem mittleren Pliozän hatte ein zunehmendes Vordringen der Verkarstung in die Tiefe zur Folge. Seitdem konnte sich ein typischer Karstformenschatz mit abflusslosen Karstwannen, Dolinen, Erdfällen und Höhlen entwickeln. Es entstanden Trockentäler, die heute z. T. hoch über dem Durchbruchstal der Donau blind enden. Es erfolgte zunehmend die Abtragung eines Großteils der Molasse-Sedimente und am Rand der Baaralb bildete sich immer deutlicher eine Schichtstufe heraus. Durch die Erosionsarbeit der Donau-Nebenflüsse wurde die Baaralb-Hochfläche in einzelne Tafelbergzüge aufgelöst. Während der Eintiefung der Donau im Pleistozän hat diese in verschiedenen Höhenlagen Talschlingen und **Terrassensedimente** hinterlassen. Nach Schreiner (1979b) hatte sich die Donau im Altpleistozän an der Einmündung der Ureschach bereits ungefähr bis zu ihrem heutigen Niveau eingetieft.

*Übergangsbereich von der Hegaualb zur Altmoränenlandschaft bei Inzigkofen-Vilsingen*

Während der Rißkaltzeit ist der Rheingletscher auf die südliche Alb vorgedrungen. Im Raum Sigmaringen/Riedlingen hat er dabei auch das Donautal überschritten. Westlich von Sigmaringen, zwischen Inzigkofen-Dietfurt und Sigmaringen-Laiz, machte die Donau vor der Rißkaltzeit noch eine weite Schleife nach Süden über Vilsingen und Pault, die dann vom Gletscher überfahren wurde (Schädel & Werner, 1965). Nach der Verschüttung mit Glazialsedimenten hat der Fluss nach dem Gletscherrückzug weiter nördlich sein heutiges Tal eingetieft und dabei den damaligen Unterlauf der Schmeie mit verwendet. Der Eisvorstoß über das Donautal führte zur Bildung eines großen Stausees, der über Tuttlingen hinaus bis ins Faulenbachtal reichte. Ein nennenswertes Überlaufen des Sees bis ins Neckareinzugsgebiet wird für unwahrscheinlich gehalten (Münzing, 1987). Die letzten Reste von Seeablagerungen im Faulenbachtal sind von jüngeren Sedimenten überdeckt und für die Bodenbildung nicht von Bedeutung. Schotter und Seeablagerungen in dem alten Donautalzug zwischen Inzigkofen-Dietfurth und -Vilsingen sind heute weitestgehend von pleistozänem Schwemmschutt und holozänen Abschwemmmassen überdeckt.

Die Böden auf den Glazialablagerungen der Rißkaltzeit werden in den angrenzenden Bodengroßlandschaften Hegau und Altmoränenhügelland beschrieben. Nur einzelne isolierte, geringmächtige und lückenhafte, über Molasse liegenden Gletscherablagerungen im Raum Tengen wurden der Hegaualb zugeordnet. **Rißzeitliche Glazialsedimente** des Rhein-Linth-Gletschers finden sich großflächig auf dem Kleinen Randen im Raum Klettgau-Bühl und Dettighofen sowie am Südabfall des Höhenzugs westlich von Hohentengen. Es handelt sich dort um ein sandig-lehmiges, häufig nur schwach bis mittel kiesiges Substrat. Meist ist die Moräne nur als sehr dünner Schleier ausgebildet und wird immer wieder von Molassedurchragungen unterbrochen. Es erwies sich bei der Bodenkartierung als schwierig, solifluidal umgelagerte, z. T. mit Lösslehm vermengte Molassesedimente von geringmächtiger Moräne zu unterscheiden. Bei den kiesig-lehmigen Substraten am Nordhang des Brackwassermolasse-Höhenzugs Kohlplatz–Wolfshalder–Eck handelt es sich nach Bausch & Schober (1997, S. 190) eher um Hangschutt der Austernnagelfluh (Obere Brackwassermolasse) als um Moräne. Die Böden in diesem Bereich wurden aber wegen ihrer Ähnlichkeit mit denen auf Glazialsedimenten mit diesen zusammen in einer Einheit beschrieben.

In den Kaltzeiten des Pleistozäns wurden die Trockentäler der Albhochfläche durch den Permafrost abgedichtet, was zu einer fluvialen Reaktivierung und Tieferlegung der Talböden führte. Periglaziale Abtragungsprozesse der Würmkaltzeit hinterließen Fließerden und Hangschuttdecken. Am Albtrauf erfolgte außerdem Abtragung durch Massenverlagerungen, begünstigt durch die Tongesteine an den Unter- und Mittelhängen. Am Hangfuß und an den Ausgängen von Nebentälern kam es zu größeren pleistozänen Schwemmschuttansammlungen. Dies war besonders im Aitrachtal und im Prim/Faulenbach-Tal der Fall, wo nach den Flussablenkungen kein größeres Fließgewässer mehr den Schutt wegräumen konnte.

*Brudertal östlich von Engen*

Im Raum Engen/Eigeltingen ist die Südgrenze der Hegaualb stark zerlappt und in einzelne Talzüge und kleine Inseln aufgelöst. In diesem Raum ist der würmzeitliche Rheingletscher bis auf die Albtafel vorgedrungen. Böden auf dessen Ablagerungen werden in den Bodengroßlandschaften Jungmoränen-Hügelland und Hegau beschrieben. Entlang der äußeren Gletscherstände gab es periphere Entwässerungsrinnen (Dongus, 1977, S. 252 ff.), die sich später bis in den Oberjura eingetieft haben und heute oft schmale langgezogene Trockentäler mit steilen Hängen bilden. Diese O–W- oder NO–SW-verlaufenden Talzüge wurden nach dem Rückzug des Gletschers oft in südliche Richtung zum Bodenseebecken umgelenkt. Im Falle des Talzugs bei Mühlhausen-Ehingen (Hepbach/Saubach) sind die Sedimente der Talaue noch deutlich von Material der Hegaualb beeinflusst, weshalb dieser weit nach Südosten vorragende Bereich noch zur Hegaualb gerechnet wird.

*Blick vom Klettgauer Tal bei Klettgau-Geißlingen zum nordwestlichen Stufenrand des Kleinen Randens*

Im Gegensatz zum überwiegend im Donaueinzugsgebiet liegenden Hauptteil der Bodengroßlandschaft ist die Reliefentwicklung des Kleinen Randens eng an die glazialen Prozesse in diesem Raum und an die pleistozäne Eintiefungsgeschichte des Hochrheintals und des Klettgauer Tals gekoppelt. Die Besonderheit des sich mit steilen Hängen über das Klettgauer Tal erhebenden Kleinen Randens ist, dass er überall fast bis zur Traufkante von einem Hügelland aus Tertiärsedimenten und Rissmoräne bedeckt ist. Im Osten, bei Jestetten, ist ein kleinerer Teil des Kleinen Randens durch eine würmzeitliche Schmelzwasserrinne, das Wannental, vom großen Westteil abgeschnitten. Die Bodenverhältnisse auf den am Westrand des Kleinen Randens liegenden Deckenschotterterrassen werden in der Bodengroßlandschaft Südliches Oberrheinisches Tiefland, Hochrheingebiet und Klettgau beschrieben.

## Ausgangsmaterial der Bodenbildung

*Steinige Ackeroberfläche auf einer flachen Massenkalkkuppe bei Leibertingen-Kreenheinstetten (Kartiereinheit r66)*

Die Ursache für das Vorherrschen flachgründiger Böden auf den vom Oberjura gebildeten Hochflächen der Baar- und Hegaualb ist die sehr langsam ablaufende Lösungsverwitterung auf Karbonatgestein. Als Lösungsrückstand bleibt der geringe silikatische Anteil des Gesteins zurück. Es handelt sich dabei um einen meist gelblich braunen oder rötlich braunen, steinfreien Ton (**Rückstandston**), dessen Entstehung äußerst langsam vor sich geht. Man nimmt an, dass in der Hauptbildungszeit unserer Böden, in den letzten 10 000 Jahren, etwa 40 cm Kalkstein aufgelöst wurden, die einen Lösungsrückstand von nur wenigen cm hinterlassen haben. Allerdings ist auch anzunehmen, dass im Pleistozän physikalisch vorverwitterter Kalksteinschutt weit verbreitet war, in dem die Lösungsverwitterung deutlich schneller voranschritt. Auch bei der Verwitterung von tonigen Kalksteinen und Kalkmergelsteinen, wie sie v. a. im Oberen Oberjura der Hegaualb vorkommen, kann sich in einem kürzeren Zeitraum Feinboden bilden. Dennoch ist davon auszugehen, dass mächtigerer Rückstandston teilweise schon in den Warmzeiten des Eiszeitalters entstanden ist und oft auch Bodenmaterial aus dem Tertiär enthält. Die auf den nahezu ebenen Schichtflächen der Baaralb vorkommenden Rückstandstone sind nur selten mehr als 10–30 cm mächtig. Die Hegaualb ist durch etwas mächtigere Rückstandstone und generell stärkere Mächtigkeitsschwankungen gekennzeichnet, was z. T. mit dem stärker ausgeprägten Oberflächenrelief zusammenhängt. In den Kaltzeiten des Pleistozäns wurde der Rückstandston vielfach solifluidal abgetragen und in Hohlformen und an Unterhängen akkumuliert. Dabei fand oft eine Vermischung mit Kalksteinschutt oder Lösslehm statt. Als Folge dieser Prozesse findet man den Rückstandston in größerer Mächtigkeit heute nur noch in erosionsgeschützten Reliefpositionen und als ein von jüngeren Sedimenten überdecktes Umlagerungsprodukt in Mulden und Trockentälern. Auch dürften die mergeligen Kalksteine des Oberen Oberjuras auf der Hegaualb mehr Lösungsrückstand geliefert haben als die reinen Kalksteine. Zudem ist immer wieder festzustellen, dass in den stellenweise rötlich gefärbten Rückstandstonen auch tertiäres Bodenmaterial aufgearbeitet wurde. Örtlich enthalten sie Bohnerze und Feuersteinbruchstücke.

*Frisch gepflügte Terrae fuscae auf der flachwelligen Albhochfläche südwestlich von Neuhausen ob Eck*

Für die Bodenbildung ist entscheidend, dass die Karbonatgesteine häufig von geringmächtigen lösslehmhaltigen Deckschichten aus dem jüngeren Pleistozän überlagert werden. Eine 2–3 dm mächtige, lösslehmhaltige, mehr oder weniger steinige Fließerde überdeckt oft das Karbonatgestein bzw. den geringmächtigen Rückstandston der Karbonatgesteinsverwitterung. Sie wird als **Decklage** bezeichnet und entspricht der Hauptlage nach KA5 (Ad-hoc-AG Boden, 2005a). Auf der östlichen Hegaualb treten im Oberjuragebiet in Flachlagen und Mulden örtlich auch mächtigere lösslehmhaltige Fließerden auf. Sie sind aber auch dort i. d. R. weniger als ein Meter mächtig und lassen sich in eine Decklage und eine unterlagernde **Mittellage** gliedern. Die Mittellage ist normalerweise dichter gelagert, durch Verlehmung und Lessivierung überprägt und mehr oder weniger stark mit Rückstandston vermischt. In diesen geschützten Lagen ist oft auch der unterlagernde Rückstandston recht mächtig, hat oft rötliche Farben und weist Beimengungen von Bohnerzen und Feuersteinbruchstücken auf. Der solifluidal umgelagerte, z. T. mit Kalksteinschutt vermischte Rückstandston wäre schließlich als **Basislage** zu bezeichnen. Definitionsgemäß ist die Basislage frei von äolischen Bestandteilen. Wegen des hohen Alters des Rückstandstons, der vermutlich während mehrerer Kaltzeiten an der Oberfläche lag, sind in Kalksteinlandschaften wie der Schwäbischen Alb aber geringe Beimengungen von äolischen Bestandteilen in der Basislage nicht auszuschließen (vgl. Terhorst & Felix-Henningsen, 2010). Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen ist die Decklage durch Bodenerosion meist erheblich reduziert oder vollständig der holozänen Erosion zum Opfer gefallen. Oft sind nur noch Reste des schluffreichen Materials in den Pflughorizonten der Ackerböden enthalten. Selbst in den heute bewaldeten Bereichen ist die Decklage oft erodiert oder nur noch als 10–20 cm mächtiger schluffhaltiger Oberboden nachzuweisen, was auf Bodenerosion infolge anthropogener Eingriffe in historischer Zeit zurückzuführen ist. Eine andere Erklärung für eine geringere Mächtigkeit der Decklage ist auch darin zu sehen, dass ursprünglich enthaltene Kalksteine weggelöst wurden, was einen Volumenverlust zur Folge hatte.

*Hügelige, zertalte Hochfläche des Kleinen Randens bei Hohentengen-Bergöschingen*

Auch die Verwitterungstone der Oberjura-Mergelsteine und der überwiegend mergeligen Tertiärsedimente wurden im Pleistozän oberflächennah solifluidal umgelagert, sodass als Ausgangsmaterial der Bodenbildung verbreitet geringmächtige, tonige, z. T. steinige Fließerden (Basislagen) anstehen. Eindeutige lösslehmhaltige Deckschichten (Decklage) sind im Verbreitungsgebiet der Oberjuramergel selten und wurden vermutlich erodiert. Im Gebiet der Jüngeren Juranagelfluh gibt es auf der Hegaualb südlich des Aitrachtals und bei Tengen Hänge in Leelage, die von 5–7 dm mächtigen lösslehmreichen Fließerden bedeckt sind (Deck- über Mittellage). Auch im Süden und Osten des Kleinen Randens bilden lösslehmhaltige Deckschichten über Unterer Süßwassermolasse das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Ebenso sind die rißzeitlichen Glazialsedimente auf dem Kleinen Randen und bei Tengen von einem Schleier aus lösslehmreichen Fließerden bedeckt. Mächtigerer Lösslehm ist auf dem südwestlichsten Abschnitt der Schwäbischen Alb nicht vorhanden.

*Hangschuttdecken im Donautal östlich von Geisingen (Weißjura-Hangschutt)*

Auch an den Trauf- und Talhängen ist das anstehende Juragestein überwiegend von mächtigen quartären Deckschichten verhüllt. Es handelt sich dort um einen groben Gesteinsschutt, der als **Hangschutt** bezeichnet wird. Gebildet wurde er v. a. im Pleistozän durch Felsstürze, Steinschlag und Schuttrutschungen unmittelbar unter den Felskränzen der Traufkante. Weitere Prozesse waren Solifluktion sowie Abschwemmungen und Muren, die den Schutt bis in tiefere Hangpartien brachten. Örtlich entstanden so sortierte, feinscherbige Schuttmassen, die landläufig als „Bergkies“ bezeichnet werden. Teilweise sind die Schuttmassen durch Kalkabscheidungen aus dem Hangwasser zu hartem Fels verbacken. Ablagerungen aus **Schwemmschutt** finden sich besonders, oft in Form von Schwemmfächern, an den Ausgängen kleiner Nebentäler. Größere Verbreitung haben sie v. a. im Aitrachtal und im Faulenbachtal, wo die Schuttansammlungen nicht mehr von einem größeren Fließgewässer wegtransportiert werden konnten. Im Bereich der von Mergelsteinen des Oberjuras und des obersten Mitteljuras gebildeten Mittel- und Unterhänge des Albanstiegs sind mächtige, tonreiche, oft Kalksteinschutt führende Fließerden verbreitet, die oft von Hangschuttdecken unterschiedlichster Mächtigkeit überlagert werden. Vielerorts sind die Traufhänge der Baaralb, des Randens und Kleinen Randens auch von pleistozänen oder holozänen Rutschmassen wechselnder Zusammensetzung bedeckt.

Seit dem Eingreifen des Menschen durch Rodung und landwirtschaftliche Nutzung findet auf den Äckern der Albhochfläche Bodenerosion statt. Die erosionsanfälligen lösslehmhaltigen Oberböden sind vielerorts im Laufe der jahrhundertelangen Nutzung der Erosion zum Opfer gefallen. Besonders bei sommerlichen Starkregenereignissen oder während Tauperioden im Winter, wenn das Wasser im gefrorenen Boden nicht versickern kann, wird bevorzugt Bodenmaterial abgespült. Das abgeschwemmte humose, lehmige Bodenmaterial (**holozäne Abschwemmmassen**) findet sich heute in den zahlreichen Muldentälern, Trockentalmulden, Karstwannen und in Hangfußlagen als Kolluvium wieder. Henkner et al. (2017) konnten zeigen, dass die Kolluvien an den Hängen der Baaralb am Fürstenberg und bei Spaichingen mehrschichtig sind und dort örtlich bereits am Mittelhang einsetzen. Nach ihren Datierungen lassen sich die Kolluvien verschiedenen historischen und prähistorischen Epochen zuordnen und reichen z. T. bis ins Neolithikum zurück. Die Abschwemmmassen weisen z. T. erhebliche Mächtigkeitsschwankungen auf und überdecken oft ein ausgeprägtes Paläorelief.

*Tiefes kalkhaltiges Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen am südwestlichen Hangfuß des Fürstenbergs (r10)*

*Donauaue bei Mühlheim an der Donau*

Die Talsohlen der Donau und ihrer Seitentäler werden von **Auenlehm** eingenommen, der bei regelmäßigen Überschwemmungen abgelagert wurde. Auch heutzutage tritt die Donau v. a. im Winter und Frühjahr immer wieder über die Ufer. Es handelt sich um lehmige, z. T. auch sandige Auensedimente, die über grobem Flussschotter lagern. Örtlich tritt eine Unterlagerung aus einem älteren, geringmächtigen tonig-lehmigen Hochflutsediment auf. Höher gelegene Auenterrassen mit älterem Auenlehm sind selten. In der Aitrachaue und in den anderen Donau-Seitentälern folgen unter dem Auenlehm stellenweise Torf oder tonreiche Altwassersedimente. In kleinen Nebentälern ist geringmächtiger, Schutt führender Auenlehm verbreitet. Die nach Süden, zum Hegau gerichteten Talauen, weisen häufig etwas tonreichere Auensedimente auf.

Bei extremen Niederschlagsereignissen kann es auch in manchen, sonst trockenen Tälern der Hegaualb zur Bildung von Fließgewässern und zu Überschwemmungen kommen. Historische Hochwasserkatastrophen in Tuttlingen waren z. T. nicht nur von der Donau, sondern auch von dem von Süden einmündenden Seltenbach verursacht (Müller, 1995).

An einigen Stellen tritt holozäner Kalktuff bodenbildend in Erscheinung, so z. B. am Ausgang des Wulfbachtälchens bei Mühlheim an der Donau. Lockere sandige Kalkausfällungen finden sich in Auenlage am Südrand der Hegaualb bei Engen-Welschingen und bei Mühlhausen-Ehingen sowie als Unterlagerung von Abschwemmmassen in vernässten Mulden des Juranagelfluh-Gebiets.

*Wulfbachquelle bei Mühlheim an der Donau*

*Blick über die Donauaue bei Geisingen zum Rand der Baaralb mit Steinbruch in der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation*

**Torf** als bodenbildendes Substrat ist nur kleinflächig an wenigen Stellen anzutreffen. Er findet sich z. B. im Aitrachtal, im Donautal bei Geisingen, am Rand der Hepbachaue bei Mühlhausen-Ehingen sowie örtlich in vermoorten Talanfangsmulden im Juranagelfluh-Gebiet oder in Hohlformen über Vulkaniten.

Die **Höhenschotter** der Aare-Donau sind meist nur als kieselige Streuschotter verbreitet und für die Bodenbildung von wenig Bedeutung. Lediglich auf dem Eichberg bei Blumberg gibt es ein kleines flächenhaftes Vorkommen, in dem sie von einem lehmig-tonigen Kiesverwitterungslehm umgeben sind. Ein weiteres punktuelles Vorkommen wurde südlich von Geisingen-Gutmadingen, auf der Länge im Gewann Gereute, gefunden. Böden aus Deckschichten mit z. T. hohem Gehalt an Kies wurden außerdem auf den Talschultern der Donau südlich von Beuron ausgewiesen. Die Flussablagerungen in den tieferliegenden ehemaligen Talschlingen sind von Hangschutt und holozänen Abschwemmmassen überdeckt. Nur auf den tieferen, ca. 5–50 m über der Donauaue gelegenen Terrassen bilden **pleistozäne Donauschotter** das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Oft werden auch sie von holozänen Abschwemmmassen überlagert. Gelegentlich sind sie von einem Schleier aus lösslehmreichen Fließerden oder Hochflutlehm überdeckt.

*Pleistozäne Flussterrasse im Donautal bei Sigmaringen-Gutenstein*

## Landnutzung

Nach der dargestellten Landnutzungskarte überwiegen in der Bodengroßlandschaft Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen die Waldgebiete gegenüber der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Besonders die flachgründigen Böden auf den Hochflächen der Baaralb und beiderseits des Donautals sind bewaldet. Auch die Tal- und Stufenhänge werden überwiegend forstlich genutzt. Natürliche waldfreie Standorte sind die Felsen und jungen Schutthalden im Donau-Durchbruchstal. Die günstigeren Böden auf der Hegaualb und auf dem Kleinen Randen werden ackerbaulich genutzt. Es sind dies v. a. Gebiete, in denen mittel- bis mäßig tiefgründige Oberjuraböden, Böden aus Juranagelfluh, Glazialablagerungen, lösslehmreichen Deckschichten oder Abschwemmmassen verbreitet sind. Auf den Ackerflächen überwiegt gegenwärtig der Getreidebau (v. a. Winterweizen, Sommer- und Wintergerste, Hafer). In den wärmeren Gegenden wie bei Dettighofen auf dem Kleinen Randen oder im Übergang zum Hegau spielt lokal auch Körnermais eine Rolle. Hinzu kommen Silomais, etwas Winterraps, Futterpflanzen und in zunehmendem Maße Energiepflanzen. Als „Sonstige Nutzung“ sind in der Landnutzungskarte überwiegend Flächen dargestellt, in denen Acker- und Grünlandflächen kleinräumig wechseln und von Hecken, kleineren Forstflächen, Obstwiesen oder Siedlungen durchsetzt sind. Abgesehen von den Wiesenflächen der Talauen findet sich Grünlandnutzung oft auch in hängigen Lagen der Juranagelfluh oder im Bereich von Oberjuramergeln, ebenso wie auf Staunässeböden über Tertiärsedimenten oder in Kaltluftsenken.

**Landnutzung in der Bodengroßlandschaft Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen** (generalisierte ATKIS-Daten des LGL Baden-Württemberg)

*Flachkuppige Albhochfläche im Oberjura-Massenkalk bei Leibertingen-Lengenfeld, Blick nach Norden*

Wie die gesamte Schwäbische Alb gehören Baaralb, Oberes Donautal, Hegaualb und Randen im Gegensatz zu anderen Mittelgebirgen zum sogenannten Altsiedelland, in dem schon in prähistorischer Zeit Ackerbau betrieben wurde. Die Waldflächen waren nicht immer so ausgedehnt wie heute. Besonders die Kahlschläge für die Köhlereien und Eisenverhüttung im 18. Jh. hatte großflächige Waldzerstörungen zur Folge. Im Jahre 1832 waren die lokalen Holzvorräte im Raum Tuttlingen soweit erschöpft, dass Holzkohle aus dem Schwarzwald eingeführt werden musste (Schellberg, 2006). Es ist davon auszugehen, dass Rodungen und landwirtschaftliche Nutzung immer auch Bodenerosion und Bodenveränderungen zur Folge hatten. In den Wäldern zu findende alte Ackerrandstufen, Lesesteinreihen und Flurnamen, die auf Rodung, Beweidung oder Ackerbau hinweisen, bezeugen den historischen Nutzungswandel. Negative Auswirkungen auf den Boden hatten auch die bis in die Neuzeit andauernde Waldweide und das Streurechen in den Wäldern ebenso wie der Bohnerzabbau.

## Klima

Am Trauf der Baaralb betragen die durchschnittlichen Jahresniederschläge 900–1050 mm und am Hohen Randen 1000–1100 mm. Auf der Hegaualb nehmen sie von 900–1000 mm im Norden auf 800–900 mm im Süden ab. Im Übergang zum Hegau, im Raum Engen/Tengen, sinken sie schließlich auf 700–800 mm. Auf tiefgründigen Böden reicht diese Niederschlagssumme für den Ackerbau aus. Das Niederschlagsmaximum liegt im Sommerhalbjahr, was sich günstig auf das Pflanzenwachstum auf flachgründigen und durchlässigen Böden auswirkt.

Auf der Baar- und Hegaualb herrscht überwiegend eine Jahresdurchschnittstemperatur von 7–8 °C. In hochgelegenen Talanfängen und auf Hochflächen im Westen kann sie örtlich auch tiefer liegen. Im Südwesten, im Übergang zum Hegau sowie im Donautal und im Übergang zum Altmoränen-Hügelland, liegt die Jahresdurchschnittstemperatur bei 8–8,5 °C.

Etwas andere klimatische Verhältnisse besitzt der niedrigere, weiter im Südwesten gelegene Kleine Randen. Im Regenschatten des Südschwarzwalds nehmen die Jahresniederschläge an der unteren Wutach und im Klettgau deutlich ab, steigen dann am Kleinen Randen aber wieder auf 1000–1100 mm an. Im Südwesten des Bergrückens erreichen sie örtlich über 1200 mm, während sie ganz im Osten, bei Jestetten, unter 1000 mm absinken. Der Kleine Randen weist Jahresdurchschnittstemperaturen von 8 bis über 9 °C auf und gehört damit zu den wärmebegünstigten Regionen des Landes.

Die jährliche Klimatische Wasserbilanz zeigt einen deutlichen Gradienten von +600 bis +700 mm am Trauf der Baaralb nach Osten und Südosten auf +400 bis +500 mm auf der Hegaualb. Im Übergang zum Hegau sinkt der Wert auf +200 bis +300 mm. Auf dem Kleinen Randen ändert sich die jährliche Klimatische Wasserbilanz von +700 bis +800 mm im Westen auf +400 bis +500 mm im Süden und Osten. Die Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr zeigt für die Baaralb und nordöstliche Hegaualb einen Wert von +200 bis +300 mm und für den größten Teil der Hegaualb sowie für den Kleinen Randen von +100 bis +200 mm. Im Übergangsbereich zum Hegau, im Raum Engen/Tengen, sinkt der Wert auf 0 bis +100 mm.

Die oben genannten Klimadaten sind den Datensätzen des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum 1991–2020 entnommen:

- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*
- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljährige mittlere Raster der Lufttemperatur (2m) für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*

Für die Angaben zur Klimatischen Wasserbilanz wurde die digitale Version des Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg herangezogen (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2012).

## Weiterführende Links zum Thema

- Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Freiburg (PDF)
- Boden, Böden, Bodenschutz (PDF)
- LUBW – Boden
- LEO-BW: Baaralb und Oberes Donautal
- LEO-BW: Hegaualb
- LEO-BW: Randen

## Literatur


- Ad-hoc-AG Boden (2005a). *Bodenkundliche Kartieranleitung.* 5. Aufl., 438 S., Hannover.
- Baier, H. (1922). *Eisenbergbau und Eisenindustrie zwischen Jestetten und Wehr.* – Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins, N. F. 37, S. 33–70.
- Bausch, W. & Schober, T. (1997). *Erläuterungen zum Blatt 8316/8416 Klettgau / Hohentengen am Hochrhein.* –

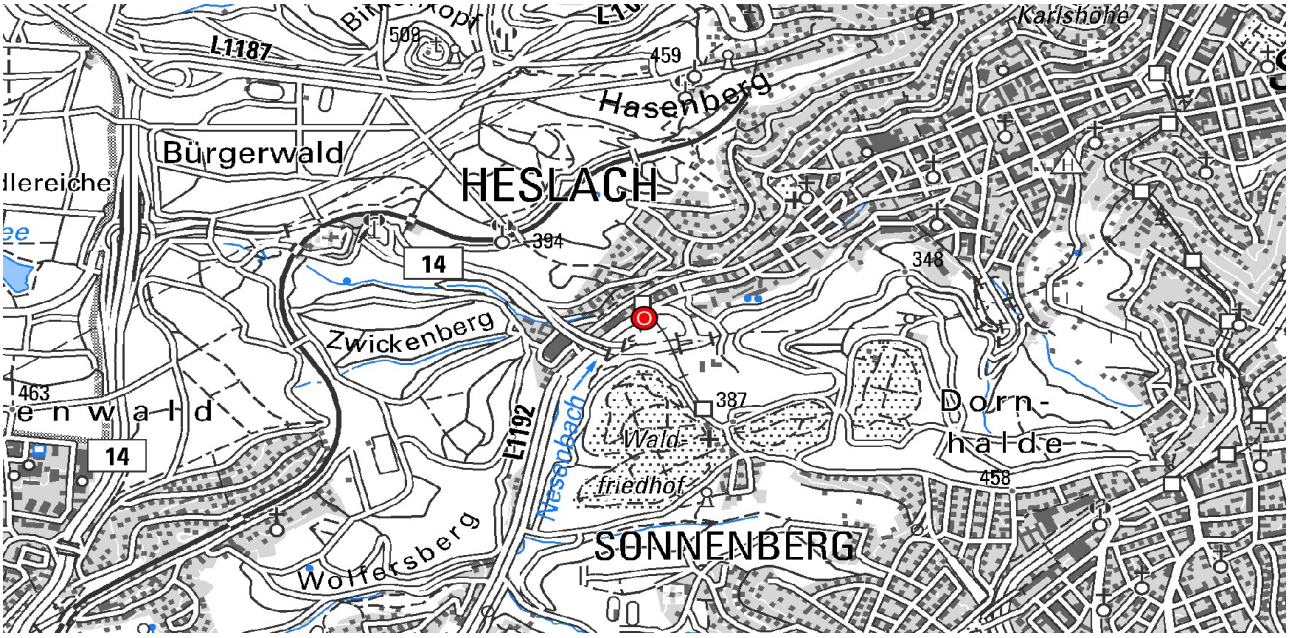
Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 287 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Birchmeier, C. (1986). *Bohnerzbergbau im Südranden.* – Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen, 38, 80 S., Thayngen (CH).
- Borger, H. (1990). *Bohnerze und Quarzsande als Indikatoren paläogeographischer Verwitterungsprozesse und der Altreliefgenese östlich von Albstadt (Schwäbische Alb).* – Kölner Geographische Arbeiten, 52, S. 1–209.
- Dongus, H. (1977). *Die Oberflächenformen der Schwäbischen Alb und ihres Vorlands.* – Marburger Geographische Schriften, 72, S. 1–486.
- Eichler, J. (1961). *Mineralogische und geologische Untersuchungen von Bohnerzen in Baden-Württemberg, besonders der Vorkommen von Liptingen, Kreis Stockach.* – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 97, S. 51–111.
- Franz, M., Selg, M. & Maus, H. (1997). *Der Beuroner Sandstein: eine pliozäne Donauablagerung als Indiz kretazischer Sedimentation in SW-Deutschland.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, 36, S. 125–152.
- Gwinner, M. P. & Hafner, G. (1995). *Erläuterungen zu Blatt 7919 Mühlheim an der Donau.* – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 139 S., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Henkner, J., Ahlrichs, J., Downey, S., Fuchs, M., James, B., Knopf, K., Scholten, T., Teuber, S. & Kühn, P. (2017). *Archaeopedology and chronostratigraphy of colluvial deposits as a proxy for regional land use history (Baar, southwest Germany).* – Catena, 155, S. 93–113.
- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1955). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 2. Lieferung.* 121 S., Remagen (Bundesanstalt für Landeskunde).
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2012). *Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg.* 4. erw. Ausg., Karlsruhe.
- Müller, K. (1995). *Das Hochwasser der Donau und Tuttlingen.* – Tuttlinger Heimatblätter N. F., 45–60, S. 45–60.
- Münzing, K. (1987). *Zum Quartär des Talzuges Spaichingen-Tuttlingen (westliche Schwäbische Alb).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 29, S. 65–90.
- Rilling, K. (2004). *Erläuterungen zu Blatt 8017 Geisingen.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 103 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Rilling, K. & Boll, M. (2002). *Erläuterungen zu Blatt 8316 Klettgau.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 213 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Schellberg, S. (2006). *Rekonstruktion der historischen Dorfflur an der Oberen Donau und den angrenzenden Hochflächen.* – Tuttlinger Heimatblätter N. F., 69, S. 6–35.
- Schreiner, A. (1965b). *Die Juranagelfluh im Hegau.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 7, S. 303–354, 2 Taf.
- Schreiner, A. (1979b). *Zur rißeiszeitlichen Vergletscherung des Südostschwarzwaldes und der westlichen Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 21, S. 137–159.
- Schreiner, A. (1992b). *Erläuterungen zu Blatt Hegau und westlicher Bodensee.* – 3. Aufl., Geologische Karte 1 : 50 000 von Baden-Württemberg, 290 S., Freiburg i. Br., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Schreiner, A. (2002). *Erläuterungen zu Blatt 8019 Neuhausen ob Eck.* – 2. erg. Aufl., Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 86 S., 4 Taf., 3 Beil., Stuttgart (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- Schädel, K. & Werner, J. (1965). *Untersuchungen zur Aufdeckung glazial verfüllter Täler im Donaugebiet von Sigmaringen–Riedlingen.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 7, S. 387–422.
- Seeger, M. (1963). *Fossile Verwitterungsbildungen auf der Schwäbischen Alb. Ein Beitrag zur Kenntnis der roten Bolus-Tone.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 6, S. 421–459.
- Stärk, E. (1956). *Die Erzgräberei in Emmingen ab Egg vor hundert Jahren.* – Badische Heimat, 36, S. 161–169.
- Terhorst, B. & Felix-Henningsen, P. (2010). *Paläoböden in periglazialen Lagen der Mittelgebirge.* – Blume, H.-P., Felix-Henningsen, P., Horn, R., Stahr, K. & Guggenberger, G. (Hrsg.). Handbuch der Bodenkunde, Kap. 4.5 Böden als landschafts- und nutzungsgeschichtliche Urkunden, Unterkap. 4.5.3 Paläoböden, 34. Erg. Lfg. 11/10, S. 1–9, Weinheim (Wiley-VCH).

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 02.01.24 - 09:38):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/baaralb-oberes-donautal-hegaualb-randen

# Geographischer Lehrpfad Schwälblesklinge in Stuttgart

Der Geographische Lehrpfad Schwäblesklinge wurde im Mai 2001 als erster geographischer Lehrpfad Baden-Württembergs eröffnet. Er verläuft durch einen interessanten Ausschnitt der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft im Stuttgarter Stadtgebiet und erklärt nicht nur die anstehenden Keuper-Gesteine sondern will dem Besucher auch geographische Zusammenhänge nahe bringen. Zu den landschaftsprägenden Faktoren gehören neben dem geologischen Untergrund die Oberflächenformen, das Klima, die Gewässer, der Boden, die Vegetation und nicht zuletzt der Mensch, der die Landschaft seit etwa 8000 Jahren zunehmend prägt und gestaltet.



*Übersichtstafel am Lehrpfad Schwälblesklinge; Foto: J. Eberle*

Ein Thema ist die Bedeutung der bewaldeten Keuperhänge mit ihren tief eingeschnittenen Klingen für das Stuttgarter Stadtklima. Weiterhin wird der Wechsel von Böden und Vegetation auf sandigem und auf tonigem Keupergestein erklärt. Eine Schautafel bietet Informationen über die Verdolung des Nesenbachs, dem eigentlichen Hauptgewässer der Stuttgarter Innenstadt. Hochwasser, Rutschungen, ein schöner Sandsteinaufschluss in der Löwenstein-Formation (Stubensandstein) sowie die ökologische Bedeutung von Streuobstwiesen sind weitere Themen. Über feuchte Hänge auf Mergelsteinen der Trossingen-Formation (Knollenmergel), mit einem künstlich angelegten Teich und mehreren Quellaustritten im oberen Bereich, erreicht man die Keuper/Jura-Grenze. In einer Böschung sind gelbliche Sandsteine des Unterjuras zu erkennen (Angulatensandstein-Formation), bevor man kurz danach die Hochfläche und damit den Rand der lössbedeckten Filderebene erreicht.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Geographischer Lehrpfad Schwälblesklinge; Foto: J. Eberle*

Der Lehrpfad ist mit öffentlichen Verkehrsmitteln optimal erreichbar. Auch wegen fehlender Parkmöglichkeiten ist eine Anreise mit dem eigenen Fahrzeug daher nicht zu empfehlen. Der rund 3 km lange Weg mit ca. 150 m Höhenunterschied kann in 1 bis 1,5 Stunden erwandert werden. Näheres zu Lage, Ausgangs- und Endpunkt des Lehrpfads sind dem zugehörigen Faltblatt zu entnehmen (s. u.).

## Externe Lexika

WIKIPEDIA
- Schwälblesklinge

## Weiterführende Links zum Thema

- Geographischer Lehrpfad Schwälblesklinge, Flyer (PDF)
- Geographischer Lehrpfad Schwälblesklinge, Uni Stuttgart
- Geographischer Lehrpfad Schwälblesklinge – Stuttgartwege

## Literatur

- Eberle, J. & Lehr, M. (2015). *GeoWandern Rund um Stuttgart – Gäulandschaften, Keuperbergland, Albvorland, Schwäbische Alb – 35 geografische Exkursionen im Zentrum Baden-Württembergs.* 231 S., Oberhaching (Bergverlag Rother).

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 10.02.21 - 13:37):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/lehrpfade/boden-natur-sonstige-lehrpfade/geographischer-lehrpfad-schwaelblesklinge-stuttgart

# Keltische und Argovische Fazies

## Geologie

Im Oberrheingraben besteht der Oberjura aus Kalksteinen, Kalkmergelsteinen und Tonmergelsteinen (keltische – früher rauracische – Fazies). Zu diesen oberjurassischen Plattform- und Riffkalken bildet die argovische Fazies mit ihrem Verbreitungsraum im Klettgau und Hochrheingebiet das offenmarine Faziesäquivalent.

Die keltische Fazies wird in zwei Formationen gegliedert:

- Nerineenkalk-Formation
- Korallenkalk-Formation

Die Korallenkalk- und Nerineenkalk-Formation entsprechen dem unteren Teil der Impressamergel-Formation.

Die Korallenkalk-Formation besteht aus wenige Meter mächtigen Mergelsteinen im unteren Teil, auf die dickbankige bis massige, biogene Kalksteine folgen. Sie tritt im südlichen Oberrhein und im Klettgau auf und erreicht eine Gesamtmächtigkeit von ca. 60–65 m.

Die Nerineenkalk-Formation besteht überwiegend aus Kalksteinbänken mit Zwischenlagen aus Mergelsteinen. Die Restmächtigkeit der Nerineenkalk-Formation liegt stellenweise bei über 16 m.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

**Geologische Gliederung des Oberjuras in keltischer Fazies und Kandern-Formation mit lithologischer Beschreibung und Mächtigkeiten**

| Kürzel | Bezeichnung | Lithologie | Mächtigkeit [m] |
|---|---|---|---|
| joN | Nerineen-Formation | Wechselfolge von Kalk- und Kalkmergelsteinen mit Mergelsteinbänken | ≈ 15 |
| joKO | Korallenkalk-Formation | Kalksteine (im mittleren Teil als so genannte Korallenkalke), im unteren Teil Kalkmergel | ≈ 65 |
| jmKA | Kandern-Formation | Tonmergel- bis Kalkmergelsteine | ≈ 80 |

Die Korallenkalk-Formation wird im südlichen Oberrheingraben und im Klettgau im Verzahnungsbereich zwischen keltischer und schwäbischer Fazies von der Kandern-Formation (Oberer Mitteljura) unterlagert. Zur ihr gehört der bis zu 80 m mächtige, aus Tonsteinen bis Tonmergelsteinen aufgebaute Renggeriton sowie die darüber folgenden Tonmergel- bis Mergelsteine mit Kalkksteinknollen (Terrain à Chailles im Schweizer Jura).

Die Mächtigkeit der Kandern-Formation nimmt von ca. 125 m am Oberrhein nach Westen (Randengebiet, Schwäbische Alb) rasch auf wenige Meter ab.

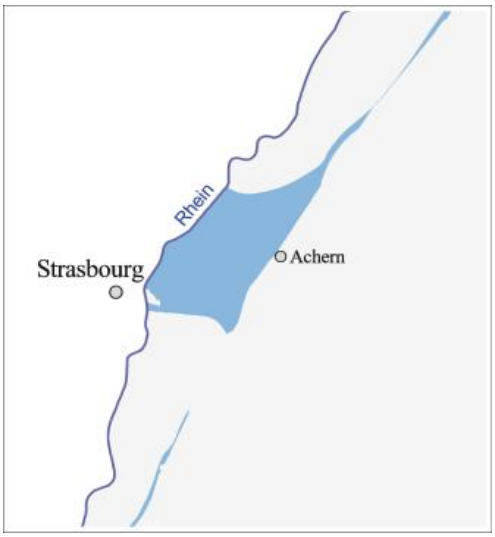
*Die Isteiner Schwellen bei Efringen-Kirchen bestehen aus Kalkstein der oberjurassischen Nerineenkalk-Formation sowie der Korallenkalk-Formation*

*Verbreitung des Oberjuras in keltischer Fazies im Oberrheingraben farbig, Ausstrich dunkel*

*Verbreitung des Oberjuras in keltischer Fazies farbig, Ausstrich dunkel. Vorkommen im südlichen Oberrheingraben*

Das Vorkommen des Oberjuras (Korallenkalk-Formation und Nerineenkalk-Formation) und des Oberen Mitteljuras (Kandern-Formation) im südlichen Oberrheingraben ist aufgrund seiner Verbreitung an der Erdoberfläche bzw. seiner geringen Teufenlage gut bekannt und umfasst alle drei Schichtglieder. Zwischen Kandern und Schliengen sind auf der Randscholle nur noch Korallenkalk- und Kandern-Formation, östlich von Auggen nur noch die Kandern-Formation erhalten. Bad Krozingen markiert das Ende der Oberjuraverbreitung im südlichen Oberrheingraben. Das Oberjuravorkommen ist im Bereich der Randscholle tektonisch stark gestört und bereichsweise verkarstet.

Im mittleren Oberrheingraben ist der Oberjura aufgrund der Überlagerung durch 700 bis ca. 1700 m jüngere Sedimente nur schlecht erkundet. Durch Bohrungen nachgewiesen ist im Randbereich nur die unterlagernde Kandern-Formation. Im zentralen Graben erreichen die Korallenkalk-Formation und die Kandern-Formation gemeinsam Mächtigkeiten bis maximal 150 m (Commission of the European Communities, 1979).




*Verbreitung des Oberjuras in keltischer Fazies farbig, Ausstrich dunkel. Vorkommen im mittleren Oberrheingraben*

Verglichen mit der Maximalentwicklung ist der Oberjura in keltischer Fazies in weiten Bereichen nur noch in Restmächtigkeit vorhanden. Nach Norden nimmt seine Mächtigkeit generell ab.

## Hydrogeologische Charakteristik

Der Oberjura in keltischer Fazies (Korallenkalk-Formation und Nerineenkalk-Formation) ist ein Kluftgrundwasserleiter, bereichsweise auch ein Karstgrundwasserleiter. Dort, wo nur die Kandern-Formation erhalten geblieben ist (nördlich Schliengen und im Randbereich des Vorkommens nördlich Strasbourg–Achern), ist der Obere Mitteljura aufgrund seiner Lithologie ein Grundwassergeringleiter. Über die hydrogeologischen Eigenschaften im zentralen Oberrheingraben ist aufgrund fehlender Bohrungen bisher nichts bekannt (Plum et al., 2008).

## Hydraulische Eigenschaften

Die Transmissivität der oberjurassischen Riffkalke dürfte in der gleichen Größenordnung wie die des Oberjuras in schwäbischer Fazies ($T = 1{,}6 \cdot 10^{-4}$ $m^2/s$) liegen. Die Transmissivität der Kandern-Formation liegt deutlich darunter.

## Hydrologie

Als mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag wurde für den Isteiner Klotz eine Flächenspende von $G_m = 5{,}7$ $l/(s \cdot km^2)$ ermittelt (Periode 1981–2010), das entspricht, bezogen auf die Ausstrichfläche von ca. 6,5 $km^2$, einer Neubildungsrate von etwa $G_f = 60$ l/s. Eventuell tragen auch noch kleinere Randzuflüsse zur Neubildung bei.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Über die geogene Beschaffenheit der Grundwässer im Oberen Mitteljura sowie im Oberjura in keltischer Fazies liegen für den Oberrheingraben keine Kenntnisse vor.

## Grundwassernutzung

Der Obere Mitteljura sowie der Oberjura in keltischer Fazies sind im Oberrheingraben aufgrund ihrer geringen Verbreitung wasserwirtschaftlich praktisch ohne Bedeutung.

## Literatur


- Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Service Géologique Régional Alsace (1979). *Geothermische Synthese des Oberrheingrabens (Bestandsaufnahme).* 51 S., Freiburg i. Br. (Commission of the European Communities). [Wiederaufl. als CD-ROM, LGRB 2005]
- Plum, H., Ondreka, J. & Armbruster, V. (2008). *Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 20, S. 1–106.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:13):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/oberjura/hydrogeologischer-ueberblick/keltische-argovische-fazies

# Gäulandschaften

Die zum Schichtstufenland gehörenden Gäulandschaften erstrecken sich von Süden nach Norden quer durch Baden-Württemberg. Unter dem alten Begriff „Gäu“ versteht man überwiegend agrarisch genutzte Landschaften, die von mehr oder weniger geschlossenen, höher gelegenen Waldgebieten umgeben sind. Bei den Gäulandschaften sind dies der Schwarzwald im Westen und der Odenwald im Nordwesten. Im Osten grenzen die Gäulandschaften an das Keuperbergland. Der geologische Untergrund wird vorwiegend von Gesteinen des Muschelkalks und Unterkeupers (Erfurt-Formation, Lettenkeuper) gebildet. Weite Bereiche sind von Löss und Lösslehm überdeckt. Im Vergleich zu den angrenzenden Waldländern besitzen die Gäulandschaften ein relativ mildes Klima und fruchtbare Böden. Wegen dieser Gunstlage wurden sie in weiten Teilen schon seit der älteren Jungsteinzeit als Siedlungsraum bevorzugt.

## Landschaft und Klima

Ganz im Süden des Landes, im **Alb-Wutachgebiet** und auf der **Baar**, bilden die teilweise von Gesteinen des Unterkeupers (Erfurt-Formation, Lettenkeuper) bedeckten Muschelkalkplatten lediglich einen schmalen Landschaftsstreifen. Nur im Bereich des Bonndorfer Grabens, wo sie z. T. in Höhenlagen zwischen 800 und 900 m NN liegen, sind sie etwas breiter und ragen weit nach Westen in den Schwarzwald hinein. Für die nördlich anschließenden **Oberen Gäue**, die im Süden vom oberen Neckar und im Norden von Nagold, Würm und Enz zerschnitten werden, sind auch die Begriffe Heckengäu und Korngäu geläufig (Meynen & Schmitthüsen, 1955). Namensgebend für das Heckengäu im Muschelkalkgebiet sind die Gehölzstreifen an den Feldrändern, wo die von den Äckern abgelesenen Steine angehäuft wurden. Gebiete mit fruchtbaren Böden aus Lösslehm, Löss und Unterkeuper im Nordwesten der Oberen Gäue werden dagegen als Korngäu bezeichnet.

*Typisches Landschaftsbild im Oberen Muschelkalk des Wutachgebiets südlich von Wutach-Münchingen*

Nordöstlich schließt sich das **Neckarbecken** an, das durch den zum Keuperbergland gehörenden Zeugenbergkomplex des Strom- und Heuchelbergs vom **Kraichgau** getrennt ist. Dieser erstreckt sich zwischen Schwarzwald und Odenwald nach Westen bis an den Rand des Oberrheingrabens. Die Beckenlage von Kraichgau und Neckarbecken begünstigte im Eiszeitalter eine weiträumige Ablagerung von Löss. Oft werden die Lössdecken dort von Gesteinen des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) unterlagert.

*Getreideanbau auf den Kocher-Jagst-Ebenen bei Dörzbach*

Breiten Raum nehmen die Gäulandschaften im Nordosten des Landes ein. Sie lassen sich dort in das an den Odenwald grenzende **Bauland** und das östlich anschließende **Tauberland** gliedern, das dem zertalten Einzugsgebiet der mittleren Tauber entspricht. Südlich, bis an den Rand der Keuper-Schichtstufe, schließen sich die **Kocher-Jagst-Ebenen** und die **Hohenloher-Haller-Ebene** an (Hagdorn & Simon, 1988). Sie sind durch ausgedehnte, meist vom Unterkeuper gebildete flachwellige Verebnungen gekennzeichnet, in die sich die Zwillingsflüsse Kocher und Jagst mit markanten Tälern eingeschnitten haben. Während im Kraichgau und Neckarbecken mächtige Lössdecken großen Raum einnehmen, sind in den nordöstlichen Gäulandschaften, ähnlich wie in den Oberen Gäuen, meist nur inselartige Decken aus geringmächtigem Lösslehm verbreitet. Löss setzt erst wieder ganz im Nordosten des Tauberlands, an der bayrischen Grenze, ein und leitet dort zum mainfränkischen Lössgebiet über.

Die Gäulandschaften gehören überwiegend zu den klimatischen Gunstgebieten des Landes. Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse hängen vorwiegend von der Höhenlage und der Lage zu den umgebenden Mittelgebirgen ab. Die Beckenlage machen das Neckarbecken und den Kraichgau, auch was die Temperaturen angeht, zu einer bevorzugten Region (8,5–10 °C Jahresmittel). Ebenso gehören die Weinbaugebiete an Tauber, Kocher und Jagst zu den wärmebegünstigten Gebieten des Landes. Im Bauland, auf der östlichen Hohenloher Ebene und in den Oberen Gäuen liegen die Jahresdurchschnittstemperaturen überwiegend unter 8 °C und auf der Baar gehen sie bis auf 6,5 °C zurück (Siegmund, 2006a). Die mittleren Jahresniederschläge betragen im größten Teil der Gäulandschaften zwischen 700 und 900 mm, im trockenen Tauberland sind es nur ca. 650 mm. Im Süden nehmen die Jahresniederschläge von Ost nach West rasch zu und erreichen am Schwarzwaldrand Werte von über 1000 mm.

## Geologisch-geomorphologischer Überblick

Der die Gäulandschaften aufbauende **Muschelkalk** lässt sich in drei Untergruppen gliedern, die sich durch die Fazies ihrer Gesteine und ihren Fossilinhalt voneinander unterscheiden (Geyer et al., 2011; Bachmann & Gwinner, 1977). Der **Untere Muschelkalk** besteht im Norden der Gäulandschaften überwiegend aus dünnschichtigen Kalksteinen, die im Bauland eine niedrige Schichtstufe erzeugen. Im Süden ist er eher durch Dolomite und Mergelsteine geprägt und bildet im Übergang der Oberen Gäue zum Schwarzwald ein schmales Hügelland. Der Ausstrich des **Mittleren Muschelkalks**, oft an Talhängen oder auf schmalen Hügelrücken verbreitet, nimmt nur wenig Fläche ein. Es stehen überwiegend Dolomit- und Mergelsteine an. Die Salz- und Gipsschichten sind in diesen Bereichen ausgelaugt. Hauptgesteine des überlagernden **Oberen Muschelkalks** sind dichte, teils fossilreiche, plattige oder gebankte, graue Kalksteine. Im Süden ist der oberste Abschnitt durch Dolomitsteine vertreten. Der Obere Muschelkalk bildet im Westen eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Schichtstufe, hinter der sich v. a. im Süden und Nordosten die ausgedehnte flachhügelige Landschaft des Heckengäu-Typs anschließt. Im Neckarbecken tritt er besonders an den Hängen und Talrändern des Neckar- und Enztals in Erscheinung.

*Steinbruch im Oberen Muschelkalk bei Zimmern ob Rottweil*

*Tonmergel- und Dolomitsteine des Unterkeupers (Erfurt-Formation, Lettenkeuper)*

Die Muschelkalk-Gäufläche wird inselartig von geringmächtigen Gesteinsschichten des **Unterkeupers (Erfurt-Formation, Lettenkeuper)** bedeckt. An den Rändern, im Übergang zur Keuper -Schichtstufe und in diese mit breiten Talbuchten eingreifend, tritt der oft von Löss und Lösslehm verhüllte Unterkeuper auch großflächig auf. Die vorherrschenden Ton-, Tonmergel- und Schluffsteinlagen (in verwittertem Zustand volkstümlich „Letten“ genannt) wechseln mit härteren Dolomitstein- und Sandsteinschichten und bilden ebene und flachwellige Landschaftsformen.

In weiten Bereichen handelt es sich bei den Gäulandschaften um **verkarstete**, wasserarme Gebiete mit einer geringen Dichte an Fließgewässern. Zum Karstformenschatz zählen Trockentalmulden, Karstwannen, Dolinen und Erdfälle.

*Doline (Erdfall) in Hohenlohe südwestlich von Mulfingen-Simprechtshausen*

## Böden

*Flachgründiger Boden (Rendzina) auf Kalkstein des Oberen Muschelkalks*

In den Gäulandschaften sind auf Karbonatgestein oft flachgründige, steinige, zu Trockenheit neigende Böden verbreitet. Auf Ton- und Mergelgestein im Unteren Muschelkalk oder Unterkeuper finden sich hingegen schwere, örtlich durch Staunässe geprägte Tonböden.

Ein Großteil des Gebietes ist jedoch von Löss, Lösslehm oder geringmächtigen lösslehmhaltigen Deckschichten überkleidet, was mit einer deutlichen Verbesserung der Bodenqualität einhergeht. Die Böden der Lössgebiete im Neckarbecken und Kraichgau gehören zu den besten Böden des Landes. Allerdings sind diese sehr erosionsanfällig. Besonders im stark reliefierten Kraichgau hat der starke Bodenabtrag zu einem typischen Bodenwechsel mit stark erodierten Lössböden auf Rücken und Hängen sowie mächtigen Abschwemmmassen am Hangfuß und in Mulden geführt.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Parabraunerde aus Löss über Muschelkalk-Fließerde*

## Landnutzung

Bei den Gäulandschaften handelt es sich um überwiegend ackerbaulich genutzte Agrarlandschaften, die von mehr oder weniger großen Waldinseln durchsetzt sind. Grünlandnutzung findet sich örtlich auf Tonböden, in Hanglagen sowie in den überschwemmungsgefährdeten Talauen. In Hanglagen im Neckarbecken, westlichen Kraichgau, Tauberland und vereinzelt im Jagst- und Kochertal prägt der Weinbau das Landschaftsbild. In der Mitte des Landes haben die Gäulandschaften hohen Anteil an den großen Verdichtungsräumen und deren Randzonen (Mittlerer Neckar, Heilbronn, Pforzheim). Entsprechend ausgeprägt ist dort die vom Menschen verursachte Veränderung der Landschaft durch den Siedlungs- und Verkehrswegebau, Rohstoffabbau usw.

*Getreideanbau auf Lössböden im Korngäu östlich von Eutingen im Gäu*

# Grundwasser

*Unterer Muschelkalk (Aufgelassener Steinbruch südsüdöstlich von Buchen-Bödigheim)*

Der Untere Muschelkalk ist ein geklüfteter, schichtig gegliederter, zum Teil verkarsteter Kluftgrundwasserleiter mit meist mäßiger, bei Verkarstung mittlerer Grundwasserführung. Die Hauptgrundwasserführung im Unteren Muschelkalk erfolgt in den Schaumkalkbänken der Jena-Formation im Nordosten des Landes. Der Mittlere Muschelkalk ist im unausgelaugten Zustand ein Grundwassergeringleiter. Lokal kann er bei Auslaugung als schichtig gegliederter Kluftgrundwasserleiter bzw. als Karstgrundwasserleiter ausgebildet sein. Der mittel bis hoch durchlässige und häufig sehr ergiebige Kluft-/Karstgrundwasserleiter des Oberen Muschelkalks bildet zusammen mit der Diemel-Formation des Mittleren Muschelkalks den Hauptgrundwasserleiter. Aufgrund der Verkarstungsanfälligkeit der Karbonatgesteine kann Niederschlagswasser schnell in den Untergrund übertreten. Liegt der Obere Muschelkalk ohne Überdeckung auf den Hochflächen, bilden sich wasserarme Karstlandschaften mit Dolinen, Trockentälern und kleinen Höhlen aus.

*Dolomitische Mergel und Dolomite des Mittleren Muschelkalks (Steinbruch Zimmern ob Rottweil-Horgen) – Im Mittleren Muschelkalk führen dolomitische Mergel und Dolomite bereichsweise Grundwasser. Ansonsten ist der Mittlere Muschelkalk im unausgelaugten Zustand ein Grundwassergeringleiter.*

Der Obere Muschelkalk gehört in Baden-Württemberg zu den bedeutendsten Grundwasserleitern. Er wird zur Trinkwasserversorgung intensiv genutzt, wobei seine Ergiebigkeit regional unterschiedlich ist. Sie kann lokal durch Zusickerung aus den Dolomiten der Erfurt-Formation (Unterkeuper) erhöht werden. Bereichsweise weisen die Quellen sehr große Schüttungen und starke Schüttungsschwankungen auf. Die Unterschiede sind tektonisch-morphologisch, zum Teil auch lithologisch bedingt. Die inselartigen Vorkommen der Erfurt-Formation führen nur geringe Grundwassermengen. Sie können als Deckschichten für den unterlagernden Oberen Muschelkalk wirken.

*Steinbruch im Oberen Muschelkalk zwischen Bretten und Knittlingen – Der geklüftete und stellenweise verkarstete Obere Muschelkalk bildet in den Gäulandschaften den bedeutendsten Grundwasserleiter.*

In den oberen Gäuen und auf der Baar können die Muschelkalkquellen aufgrund ihrer großen Einzugsgebiete mehrere Hundert l/s schütten. So ist die Bronnbachquelle bei Rottenburg am Neckar mit einer mittleren Schüttung von 350 l/s und einem Einzugsgebiet von ca. 90 $km^2$ die am stärksten schüttende Muschelkalkquelle Deutschlands. Eine ebenfalls hohe mittlere Schüttung von ca. 280 l/s hat die Talmühlequelle bei Horb am Neckar. Beide Quellen werden für die Trinkwasserversorgung genutzt. In Nordwürttemberg sind die Einzugsgebiete wegen der intensiven Zertalung, die z. T. bis in den Oberen Buntsandstein reicht, eher klein. Dementsprechend sind die Quellschüttungen geringer. Wasserwirtschaftlich weniger bedeutend, aber für die Versorgung im Heilbronner Raum wichtig, ist die Erfurt-Formation mit Ergiebigkeiten zwischen weniger als 1 l/s und 20 l/s.

*Ammer-Ursprung (Quelltöpfe der Ammer südwestlich von Herrenberg)*

*Oberer Muschelkalk (Steinbruch Blaufelden-Gammesfeld südwestlich von Rothenburg o. d. Tauber.) – Grundwasseraustritt nach einem Starkregenereignis aus einem Lösungshohlraum an der Steinbruchwand.*

Das Grundwasser im Muschelkalk ist hart (20 bis 30 °dH), der Feststoffanteil beträgt im Unteren und Oberen Muschelkalk zwischen 500 und 800 mg/l. Das Grundwasser im Unteren Muschelkalk kann bei Zusickerung aus dem Mittleren Muschelkalk stark mineralisiert sein (sulfatisch). Ist der Mittlere Muschelkalk ausgelaugt, wie im Strohgäu und im nördlichen Tauberland, kann das Grundwasser Trinkwasserqualität haben. Lokal werden tiefe Grundwässer als Mineral- und Thermalwässer genutzt.

Weiterführende Informationen zu den hydrogeologischen Verhältnissen in den Gäulandschaften finden sich in HGK (1985), Villinger (2011) sowie in Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016).

## Geogefahren

*Erdfall bei Schwäbisch Hall*

Im gesamten Bereich der Gäulandschaften sind zahlreiche Verkarstungsphänomene wie Dolinen oder Karstwannen zu beobachten. Grund hierfür ist die Verkarstung bzw. Auslaugung von Sulfatgesteinen und Steinsalzvorkommen des Mittleren Muschelkalks und der Grabfeld-Formation (Mittelkeuper) sowie von Karbonatgesteinen des Unteren und Oberen Muschelkalks.

Lokal treten gravitative Massenbewegungen in den Gäulandschaften auf. Rutschungen entstehen bei entsprechender Exposition im Grenzbereich des Mittleren zum Oberen Muschelkalk. Im Wutachgebiet ist aufgrund der starken Tiefenerosion eine hohe Aktivität an Rutschungen in den Gesteinen vom Muschelkalk bis Oberjura zu verzeichnen.

Frei ausstreichende Karbonatgesteine des Oberen Muschelkalks können in Steilhanglagen zu Sturzereignissen führen, wie z. B. in den Felsengärten in Hessigheim.

## Rohstoffe

Die Gäulandschaften werden hauptsächlich aus den Karbonatgesteinen des Muschelkalks aufgebaut, welche auch die größte Bedeutung für die Rohstoffgewinnung in dieser Landschaft haben. Kalksteine des Unteren und vor allem des Oberen Muschelkalks werden für den Verkehrswegebau, als Baustoffe und Betonzuschlag verwendet und in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen. Aus den gleichen Schichten werden im Kraichgau Zementprodukte hergestellt. Zu den wirtschaftlich bedeutenden Rohstoffen der Gäulandschaften zählt zudem das Steinsalz, welches in den Bergwerken Heilbronn und Haigerloch-Stetten gefördert wird. Neben der bergmännischen Gewinnung findet die Steinsalzförderung auch durch Solung der Salzlagerstätten statt.

*Steinbruch Mundelsheim, bedeutendster Kalksteinabbau der Gäulandschaften*

Tone, Tonsteine sowie Löss und Lösslehm verschiedener Erdzeitalter wurden für die Herstellung grobkeramischer Produkte, wie z. B. Ziegel abgebaut. Aufgrund von Konzentrationsprozessen in der grobkeramischen Industrie wurden zahlreichen Abbaustellen stillgelegt. Somit bauen die meisten heute noch betriebenen Gewinnungsstellen Tone und Tonsteine als Zuschlagstoffe für die Zementherstellung oder z. B. für Deponieabdichtungen ab.

Im Bereich der Gäulandschaften werden bis heute unterschiedliche Gesteine als Naturwerksteine gewonnen. Hierzu zählen die roten Sandsteine des Buntsandsteins am Main und im Schwarzwald, die Quaderkalke der gleichnamigen Formation des Oberen Muschelkalks bei Grünsfeld-Krensheim, Sandsteine des Lettenkeupers (Erfurt-Formation) bei Freudenbach und Langenstein sowie Sandsteine der Stuttgart-Formation (Schilfsandssteine) bei Sinsheim.

*Sole aus Bad Rappenau für den Bäderbetrieb*

## Weiterführende Links zum Thema

- LEO-BW: Neckar- und Tauber-Gäuplatten

## Literatur


- Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016). *Regionale Hydrogeologie von Deutschland – Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe A, 163, 456 S., Hannover.
- Bachmann, G. H. & Brunner, H. (1998). *Nordwürttemberg – Stuttgart, Heilbronn und weitere Umgebung.* – Sammlung geologischer Führer, 90, 403 S., Berlin (Borntraeger).
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- HGK (1985). *Grundwasserlandschaften.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 12 S., 8 Anlagen, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Hagdorn, H. & Simon, T. (1988). *Geologie und Landschaft des Hohenloher Landes.* – Forschungen aus Württembergisch Franken, 28, S. 1–192, 3 Beil. [2. erw. Aufl.]
- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1955). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 2. Lieferung.* 121 S., Remagen (Bundesanstalt für Landeskunde).
- Siegmund, A. (2006a). *Faszination Baar – Portraits aus Natur und Landschaft.* 2. Aufl., 239 S., Donaueschingen.
- Villinger, E. (2011). *Erläuterungen zur Geologischen Übersichts- und Schulkarte von Baden-Württemberg 1 : 1 000 000.* 13. Aufl., 374 S., 1 Karte, Freiburg i. Br.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 17.01.23 - 10:14):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/unser-land/gaeulandschaften

# Keuperbergland

Das Keuperbergland in Baden-Württemberg liegt inmitten der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft. Die der Keuper-Schichtstufe vorgelagerten Gipskeuper-Hügelländer bilden den Übergang zu den im Norden und Westen angrenzenden Gäulandschaften. Südlich und östlich schließt mit dem Wechsel zum Unterjura das Vorland der Schwäbischen Alb an. Den größten Flächenanteil besitzen im Keuperbergland die Gesteine des Mittelkeupers. Die wenig fruchtbaren Sand-, Ton- und Stauwasserböden sowie schwer zu bewirtschaftende Hanglagen beeinträchtigen die landwirtschaftliche Nutzung. Dies führte in weiten Bereichen zu einer überwiegend späten und bis heute dünnen Besiedlung mit dem Erhalt größerer Wälder. Neben ländlichen Gebieten gehört auch der Verdichtungsraum an der Keuper-Schichtstufe um Stuttgart sowie im Neckar- und Remstal teilweise zum Keuperbergland.

## Landschaft und Klima

Im Süden Baden-Württembergs zieht sich ein Streifen mit Gesteinen des Mittelkeupers von den Höhen entlang der unteren Wutach durch die Wutachschlucht bis in das Hügelland auf der Ostseite der Baar (Villinger, 2011). Von Trossingen bis Rottenburg am Neckar wird der Ausstrich des Mittelkeupers breiter und geht zwischen Tübingen und Stuttgart in die ausgedehnten Keuperbergländer des Schönbuchs, Glemswalds und der Stuttgarter Bucht über (Meynen & Schmithüsen, 1955). Östlich von Esslingen am Neckar setzen sich die Keuperlandschaften mit dem Schurwald fort. Der nördlich des Remstals ansteigende Welzheimer Wald reicht bis zu den Wasserscheiden von Rems und Murr bzw. Fichtenberger Rot und Lein.

*Das Remstal bei Urbach (Rems-Murr-Kreis)*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Das Keuperbergland im Bereich der Tübinger Stufenrandbucht*

Das nördlich anschließende, große Keupergebiet bilden die Schwäbisch-Fränkischen Waldberge. Sie erstrecken sich östlich des Neckars von Heilbronn bis nahe der Landesgrenze bei Crailsheim. Gegliedert werden sie in die Löwensteiner, Waldenburger, Limpurger und Ellwanger Berge, das Waldgebiet am Mittleren Kocher sowie den Mainhardter und Murrhardter Wald. Die Täler von Murr, Kocher, Bühler und Jagst bilden natürliche Grenzen dieser Landschaftsräume. Mit zunehmender Entfernung vom Neckar als Hauptvorfluter vermindert sich die Tiefe und Steilheit der Täler, so dass die Landschaften nach Nordosten hin einen zunehmend weiträumigen und ruhigen Eindruck hervorrufen. Im Grenzbereich zu Bayern wurde die Crailsheimer Hardt als Teil des Naturraums Frankenhöhe und das bereits zur Donau entwässernde Dinkelsbühler Hügelland (Mittelfränkisches Becken) mit in die Schwäbisch-Fränkischen Waldberge aufgenommen.

*Der Anstieg zum Keuperbergland mit dem Murrtal bei Burg Reichenberg*

Strom- und Heuchelberg verdanken ihre weit in den Westen des Landes vorgeschobene Lage einer tektonischen Mulde in der Erdkruste (Geyer et al., 2011). In ihr haben sich die harten Sandsteine erhalten und sind heute als Höhenzüge herausgeformt. Von Osten her greift das Zabergäu als Teil des Neckarbeckens weit zwischen die beiden Keuperbergländer ein.

*Der Stromberg bei Cleebronn (Lkr. Heilbronn)*

*Gipskeuper-Hügelland bei Oberfischach (Lkr. Schwäbisch Hall)*

Das Klima des Keuperberglands ist vorherrschend durch gemäßigte Wärmeverhältnisse geprägt. Die Hochflächen erreichen im Jahresdurchschnitt Temperaturen zwischen 7,5 und 8 °C. In den Flusstälern und am Rand der Gäulandschaften steigen die Werte verbreitet auf 8,5–9 °C. Die höchsten Jahresdurchschnittstemperaturen werden im Weinbaugebiet am westlichen Stufenrand der Schwäbisch-Fränkischen Waldberge sowie an den Hängen von Strom- und Heuchelberg mit Temperaturen um 9,5 °C gemessen.

Auf den Höhen der Löwensteiner Berge sowie dem Mainhardter, Murrhardter und Welzheimer Wald werden Niederschlagsmengen bis über 1100 mm im Jahr erreicht. Die Keuperberge bilden hier das erste Hindernis für vom Atlantik im Westen herangeführte, feuchte Luftmassen. Der weniger hoch aufragende Strom- und Heuchelberg sowie das südwestlich von Stuttgart gelegene Keuperbergland heben sich mit durchschnittlichen Niederschlägen zwischen 750 und 850 mm weniger deutlich von den Gäulandschaften ab.

# Geologisch-geomorphologischer Überblick

Das Keuperbergland wird geologisch vom mehrfachen Wechsel von Sand- und Tonsteinen geprägt. Dieser Wechsel führte zur Entwicklung des oft in zwei oder mehr Stufen gegliederten Anstiegs der Keuperberge. Zudem ist der Verlauf der Schichtstufe durch tiefe Buchten aufgetrennt, in denen die Gäulandschaften in das Keuperbergland hineinreichen. Auch der Übergang zum Albvorland bildet wegen der Zerschneidung der Unterjuraplatten durch zahlreiche, im Keuper verlaufende Bach- und Flusstäler keine einheitliche Stufenfront. Fast die gesamte Region gehört heute zum Einzugsgebiet des Neckars. Viele der Nebentäler in den Schwäbisch-Fränkischen Waldbergen weisen jedoch auf ihre ehemalige Entwässerungsrichtung nach Südosten zur Donau hin. Zur Umkehr der Fließrichtung kam es während der Eiszeiten durch die starke Eintiefung der zum Rhein entwässernden Flüsse.

*Die Keuper-Schichtstufen bei Löwenstein (Lkr. Heilbronn)*

*Gesteinsabfolge im Mittelkeuper am Derdinger Horn*

Der Mittelkeuper beginnt mit den Ton- und Sulfatgesteinen des Gipskeupers (Grabfeld-Formation). Sie bilden ein engräumig durch Muldentälchen gegliedertes Hügelland und den unteren Teil der Stufenhänge im Anstieg zum Keuperbergland. Darüber folgen, z. B. am Heuchelberg und in den Heilbronner Bergen, Rücken und Hochflächen im Schilfsandstein (Stuttgart-Formation). Bei geringer Mächtigkeit oder Ausbildung der Stuttgart-Formation als Tonstein entwickelten sich jedoch nur schmale Verebnungsleisten, und die Keuperstufenhänge reichen weiter in die teilweise leuchtend rot gefärbten Tonsteine der Unteren Bunten Mergel (Steigerwald-Formation) hinein. Die nächsthöhere Schichtfläche des Keuperberglands wird vom Kieselsandstein (Hassberge-Formation) aufgebaut. Sie tritt vor allem im Norden und Osten der Schwäbisch-Fränkischen Waldberge in Erscheinung, wo der Kieselsandstein große Mächtigkeiten erreicht und der Anteil an verwitterungsbeständigen Sandsteinen zunimmt. Etwa südlich von Rottweil keilt der Kieselsandstein nach Süden und Westen aus, ebenso die Tonsteine der Oberen Bunten Mergel (Mainhardt-Formation). Diese sind an den Hängen und auf meist schmalen Hangspornen entlang der Schichtstufe des Stubensandsteins (Löwenstein-Formation) verbreitet. Sie stellt die Hauptstufe des Keuperberglands dar und bildet z. T. weite hügelige Hochflächen. An den Hängen, vor allem im Oberen Stubensandstein, haben sich zahlreiche Kerbtäler („Klingen“) eingeschnitten, in denen immer wieder Felsen zu Tage treten. Den Abschluss der Keuperschichten bildet nicht selten der rotbraun gefärbte Knollenmergel (Trossingen-Formation). Er findet sich im Anstieg zur Unterjura-Schichtstufe des Albvorlands und am Fuß von Zeugenbergen, welche die Hochflächen im Stubensandstein inselartig überragen. Stark quellfähige Tonminerale vermindern bei Wasserzutritt die Standfestigkeit des Gesteins. Unruhige, durch Rutschungen geformte Hänge sind deshalb typisch für den Ausstrichbereich des Knollenmergels. Nur selten, im Schönbuch, kommen die Sand- und Tonsteine des Oberkeupers (Exter-Formation) auf größerer Fläche vor. Auch im Keuperbergland sind an verschiedenen Stellen kleinere Vorkommen von Unterjura als Erosionsreste auf Bergkuppen und in tektonischen Gräben erhalten. Im Schurwald und Welzheimer Wald erhält der Unterjura eine weitere Verbreitung mit langgestreckten, oft verzweigten Plateaus. Die Schichtenfolge umfasst mit der überwiegend aus dunkelgrauen Tonmergelsteinen bestehenden Psilonotenton-Formation (früher: Schwarzjura alpha 1) und den feinkörnigen, grüngrauen, in gelbbraunen Farbtönen verwitternden Sandsteinen der Angulatensandstein-Formation (früher: Schwarzjura alpha 2) meist nur die beiden untersten Schichtpakete des Juras. Mit zunehmender Ausdehnung der Unterjuraplatten sind die Festgesteine häufig mit Lösslehm bedeckt.

*Stubensandstein bei Wüstenrot-Finsterrot (Lkr. Heilbronn)*

## Böden

Die Wechsel von Sand-, Ton- und Mergelsteinen führen zu den typischen Bodenabfolgen des Keuperberglands. Für die aus Sandstein aufgebauten Schichtflächen sind saure, nährstoffarme Böden charakteristisch (Braunerden, stellenweise Podsole). Auf Verebnungen und in Mulden mit verzögertem Wasserabzug haben sich Stauwasserböden (Pseudogleye) entwickelt. Die Stufen- und Talhänge unterhalb des Stubensandsteins werden unter Wald verbreitet von zweischichtigen Böden aus Sand oder Lehm über Ton eingenommen (Pelosol-Braunerden). Durch Bodenerosion bei der Ackernutzung sind davon nach Abtrag des Oberbodens schwer bearbeitbare Tonböden zurückgeblieben (Pelosole). Sie bestimmen zusammen mit flachgründigen, kalkhaltigen Böden (Pararendzinen) auch die Bodendecke im Gipskeuper-Hügelland. Vor allem im Übergang zum Neckarbecken und Kraichgau sowie auf den Unterjura-Höhen des Welzheimer Walds und Schurwalds sind die Festgesteine von Löss, Lösslehm und lössreichen Fließerden überlagert. Hier bildeten sich tiefgründige, fruchtbare Lehmböden (Parabraunerden). Auf den mit Reben bepflanzten Hängen und Hügeln entstanden durch Tiefumbruch, Anlage von Terrassen und Geländeumgestaltung bei der Flurbereinigung stark vom Menschen beeinflusste Kulturböden (Rigosole, Auftragsböden). In den Talauen der Flüsse und Bäche wurden bei Überschwemmungen tiefgründig humose Auenlehme und -sande abgelagert (Brauner Auenboden, Auengley).

*Pelosol-Braunerde aus Fließerden über Tonstein des Gipskeupers (Grabfeld-Formation)*

## Landnutzung

Neben Schwarzwald und Odenwald bildet das Keuperbergland einen Schwerpunkt der Waldverbreitung in Baden-Württemberg. Ursprünglich waren Buchen-Eichen-Wälder weit verbreitet. In den feuchten Höhenlagen und dem von subkontinentalem Klima geprägten Ostteil von den Ellwanger Bergen bis zur Frankenhöhe entsprechen Mischwälder aus Buchen und Tannen, örtlich auch mit Fichten und Kiefern, den natürlichen Gegebenheiten (Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, 2005). Die im 18. Jh. durch Übernutzung z. T. stark ausgelichteten Wälder wurden vorrangig mit Fichten aufgeforstet, sodass heute der Nadelholzanteil nicht selten überwiegt. Die Landwirtschaft auf den Hochflächen ist von Futterbaubetrieben geprägt. Der Grünlandanteil steigt auf den niederschlagsreichen Hochflächen, bei wechselhaften Bodenverhältnissen und in Hanglagen. Das Gipskeuper-Hügelland ist weniger stark bewaldet. Auf mit Lösslehm überdeckten Hügeln und Sandsteinplateaus des Strom- und Heuchelbergs sowie im Westen der Löwensteiner Berge kann ein ertragreicher Ackerbau betrieben werden. Auffallend ist auch der hohe Anteil an Äckern auf den größeren Bergrücken und Plateaus im Unterjura. Auf den Hängen entlang der Keuper-Schichtstufe und den anschließenden Gipskeuperhügeln prägen in den klimatisch begünstigten Gebieten Reben und Streuobstwiesen sowie Intensivobstanbau das Landschaftsbild.

*Auf der Hochfläche des Stubensandsteins (Löwenstein-Formation) bei Mainhardt (Lkr. Schwäbisch Hall)*

## Grundwasser

*Grabfeld-Formation (aufgelassene Gipsgrube östlich von Dietingen-Irslingen)*

Die Grabfeld-Formation (Gipskeuper) bildet am Fuß des Keuperberglands im ausgelaugten Gipskarst einen Kluft- und Karstgrundwasserleiter mit regional bedeutender Grundwasserführung. Häufig treten Karstquellen an der Untergrenze der Grabfeld-Formation aus. In den Tonmergelsteinen mit Gipslinsen über den Grundgipsschichten sind geringmächtige grundwasserführende Dolomitsteinbänke eingelagert (Bochingen-Horizont, Bleiglanzbänke, Engelhofen-Platte).

Die Wechselfolge von Tonmergel- und Sandsteinschichten des Oberen Mittelkeupers führt zur Ausbildung mehrerer Grundwasserstockwerke. Wesentliche grundwasserführende Einheiten sind die als Kluftgrundwasserleiter ausgebildete Stuttgart-Formation (Schilfsandstein), die Hassberge-Formation (Kieselsandstein) und die Löwenstein-Formation (Stubensandstein). Die Exter-Formation (Oberkeuper) ist im östlichen Verbreitungsgebiet als Kluftgrundwasserleiter ausgebildet.

Die Grundwasservorkommen im Keuper sind wasserwirtschafltich von lokaler bis regionaler Bedeutung. Im Allgemeinen haben die Quellen im Keuperbergland geringe Schüttungen (bis 3 l/s, meist unter 1 l/s) und kleine Einzugsgebiete. Die Fassungen liegen vor allem in den Sandsteinen der Hassberge-Formation (Kieselsandstein) und der unteren Löwenstein-Formation (Stubensandstein). Nennenswerte Ergiebigkeiten gibt es im Ostalbkreis mit Quellschüttungen bis 3 l/s und Förderungen aus Tiefbrunnen bis 45 l/s. Nach Westen nehmen die Schüttungen allmählich ab. Sie verringern sich im Schwäbischen Wald auf etwa 2 l/s und im Schönbuch auf unter 1 l/s. Eine Ausnahme bildet die Mahdentalquelle südlich von Stuttgart mit rund 10 l/s. Im Stromberggebiet führen die Sandsteine kaum erschließungswürdige Grundwasservorkommen.

*Mombachquelle in Stuttgart-Bad Cannstatt*

Das Grundwasser im Keuperbergland ist überwiegend hart (10 bis 25 °dH). Der Feststoffgehalt ist sehr unterschiedlich und hängt vom durchströmten Gestein bzw. dessen Sulfatgehalt und Auslaugungsgrad ab. Im Unteren Mittelkeuper (Grabfeld-Formation) können 1400 bis 2600 mg/l gelöste Stoffe enthalten sein. Ist die Grabfeld-Formation ausgelaugt, ist der Feststoffgehalt deutlich niedriger und beträgt nur 500 bis 800 mg/l. Im Oberen Mittelkeuper treten in der Stuttgart-Formation Feststoffkonzentrationen zwischen 300 und 600 mg/l auf. In der Löwenstein-Formation liegen die Feststoffkonzentrationen zwischen 100 und 500 mg/l, wobei sie örtlich auch stark erhöht sein können.

Weiterführende Informationen zu den hydrogeologischen Verhältnissen im Keuperbergland finden sich in HGK (1985), Villinger (2011) sowie in Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016).

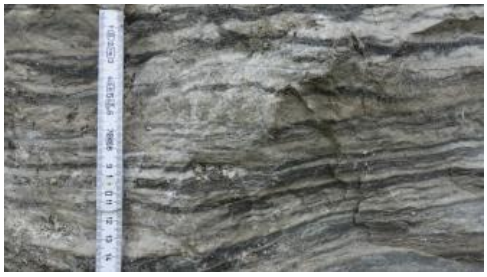
## Geogefahren

Die Wechselfolge von Sand- und Tonsteinen des Mittelkeupers begünstigt die Entstehung großflächiger Rutschungen, die im Keuperbergland über das gesamte Gebiet weit verbreitet sind. Als besonders rutschempfindlich stellen sich die Trossingen-Formation, die Steigerwald- bis Mainhardt-Formation sowie der Grenzbereich der Grabfeld- zur Stuttgart-Formation dar.

Im Ausstrichbereich der Grabfeld-Formation können aufgrund der darin auftretenden leicht löslichen Sulfatgesteine Verkarstungserscheinungen auftreten. Dies gilt untergeordnet ebenfalls für die Steigerwald-Formation und die Mainhardt-Formation, die jedoch deutlich geringmächtigere Sulfatgesteinslagen enthalten.

# Rohstoffe

Das Steinsalz des Mittleren Muschelkalks und die Gips- und Anhydritsteine der Grabfeld-Formation sind die wirtschaftlich bedeutendsten Rohstoffe des Keuperberglandes. Steinsalz wird in Heilbronn und Haigerloch zu Tage gefördert. Zwar befinden sich die Salzbergwerke Heilbronn und Haigerloch-Stetten in den Gäulandschaften, die größten Salzvorräte Baden-Württembergs lagern jedoch unter dem Keuperbergland. Gips- und Anhydritsteine werden im Keuperbergland sowohl über als auch unter Tage gewonnen und liegen im Bereich der Baar sowie im Raum Schwäbisch Hall–Crailsheim.



*Gipsstein mit dünnen, dunklen Tonsteineinschaltungen*

Weitere wichtige Rohstoffe sind die Sande aus Mürbsandsteinen der Löwenstein-Formation (Stubensandstein) sowie im Vorland der östlichen Schwäbischen Alb quartäre Sande der Goldshöfe Sande, die als Bausande verwendet oder zu Produkten für die Bauindustrie, wie z. B.Kalksandsteine verarbeitet werden. Zu Werksteinzwecken werden Sandsteine heute nur noch in wenigen Steinbrüchen gewonnen.

*Pfrondorfer Sandstein aus dem Rhät*

Aus historischer Sicht waren Sandsteine jedoch der Hauptrohstoff des Keuperberglandes. Die varietätenreichen, fein- und gleichkörnigen Schilfsandsteine (Stuttgart-Formation) wurden als Bausteine, für filigrane Ornamente sowie für figürliche Arbeiten verwendet. Im Gegensatz dazu wurden die Kieselsandsteine der Hassberge-Formation hauptsächlich als Bausteine und für den Straßenbau genutzt. Die zum Teil mürben Sandsteine der Löwenstein-Formation (Stubensandstein) fanden auch früher schon vielfältige Verwendung, zum Beispiel als Maurer- oder Gipsersande, zur Herstellung von Glas (Glassande) oder zur Reinigung von Holzböden, woher auch der Name Stubensand stammt. Kieselig bzw. karbonatisch gebundene Sandsteine wurden zu Vorlagesteinen im Verkehrswegebau, zu Mühlsteinen oder zu Bausteinen verarbeitet.

Die zeitlich jüngsten Sandsteine des Keupers sind die Rhätsandsteine der Exter-Formation, welche hauptsächlich im Raum Tübingen und Nürtingen als Bausteine abgebaut wurden. Zudem wurden lokal die Tone des Keupers zur Herstellung von Ziegeleiprodukten sowie mehr oder weniger sulfathaltige Mergelsteine zur Verbesserung der Böden auf Ackerflächen gewonnen.

## Externe Lexika

## Weiterführende Links zum Thema

- LEO-BW: Schönbuch und Glemswald
- LEO-BW: Stuttgarter Bucht
- LEO-BW: Schurwald und Welzheimer Wald
- LEO-BW: Schwäbisch-Fränkische Waldberge
- LEO-BW: Strom- und Heuchelberg

## Literatur

- Ad-Hoc-AG Hydrogeologie (2016). *Regionale Hydrogeologie von Deutschland – Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe A, 163,

456 S., Hannover.
- Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (2005). *Waldökologische Naturräume Deutschlands. – Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke – mit Karte 1 : 1 000 000.* – Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung, 43, S. 1–324.
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- HGK (1985). *Grundwasserlandschaften.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 12 S., 8 Anlagen, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Meynen, E. & Schmithüsen, J. (1955). *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 2. Lieferung.* 121 S., Remagen (Bundesanstalt für Landeskunde).
- Villinger, E. (2011). *Erläuterungen zur Geologischen Übersichts- und Schulkarte von Baden-Württemberg 1 : 1 000 000.* 13. Aufl., 374 S., 1 Karte, Freiburg i. Br.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 10.02.21 - 15:27):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/unser-land/keuperbergland

# Molassebecken

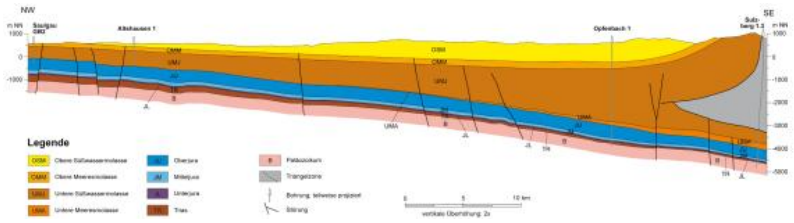
Das voralpine Molassebecken südöstlich der Donau ist neben dem Oberrheingraben eine weitere Region in Baden-Württemberg, in der die geologischen Verhältnisse für eine tiefe geothermische Nutzung günstig sind. Dort liegen direkt über Graniten und Gneisen des Grundgebirges die mesozoischen Gesteine aus Trias und Jura. Darüber folgen bis zu mehrere Tausend Meter mächtige Sedimente des Tertiärs und quartäre Ablagerungen unterschiedlicher Mächtigkeit. Das Grundgebirge und die mesozoischen Schichten tauchen nach Süden zum Alpennordrand in immer größere Tiefen ab. In dieselbe Richtung nimmt die Mächtigkeit der tertiären Molassesedimente zu.

## Geothermische Nutzhorizonte

Geothermische Nutzhorizonte im baden-württembergischen Molassebecken sind

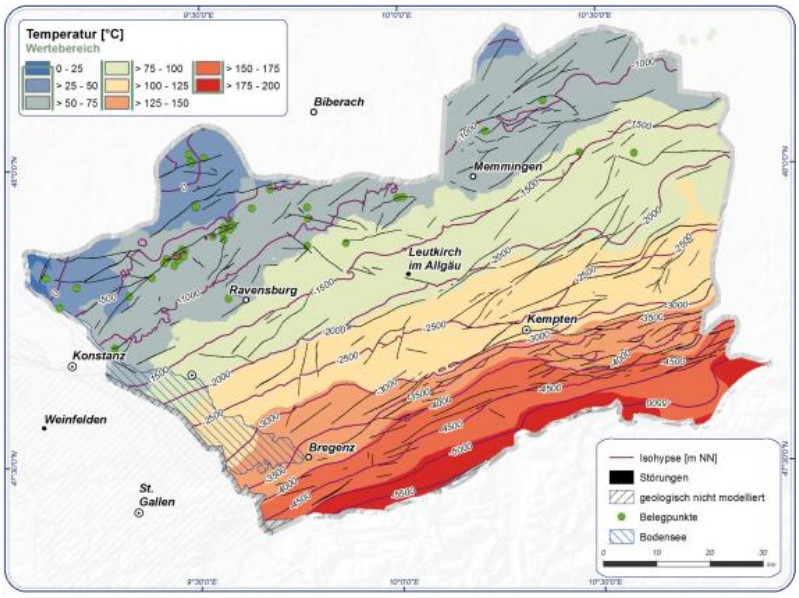
- der Obere Muschelkalk
- der Oberjura
- die zwei geklüfteten Sandsteinaquifere (Heidenlöcherschichten, Baltringen-Formation) innerhalb der Oberen Meeresmolasse (tOM)

Die beiden tief liegenden geothermischen Reservoire des Oberen Muschelkalks und des Oberjuras sind durch zwischengeschaltete, z. T. sehr gering durchlässige Schichten im Keuper, Mittel- und/oder Unterjura hydraulisch voneinander entkoppelt. Die tertiären Molassesedimente liegen direkt auf den bereichsweise stark verkarsteten Ablagerungen aus dem Oberjura auf (Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, 2008).

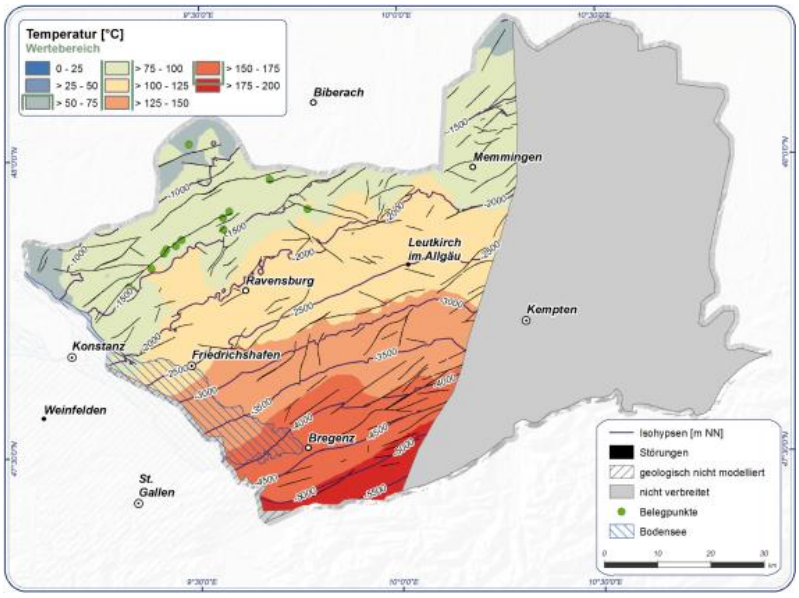



*Geologischer Schnitt durch das Molassebecken von NW nach SE, 3D-Modell (GeoMol LCA-Projektteam, 2015a)*

Ausgehend von den Ergebnissen mehrerer Erkundungsbohrungen aus den 1980er und 1990er Jahren (z. B. Bertleff et al., 1988) wurde der Kenntnisstand zu den geothermischen Nutzhorizonten des Oberen Muschelkalks, des Oberjuras und der Oberen Meeresmolasse in einem Gemeinschaftsprojekt des Regierungspräsidiums Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, sowie des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben zusammengefasst (Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, 2008). Darauf bauten weitergehende Untersuchungen der thermalen Aquifere in den Projekten GeotIS (www.geotis.de) und GeoMol (www.geomol.eu; GeoMol LCA-Projektteam, 2015a) auf. Dabei wurden u. a. detailliertere Flächeninformationen zur Mächtigkeitsverteilung, Tiefenlage sowie Temperaturverteilung der geothermischen Reservoire erarbeitet (GeoMol LCA-Projektteam, 2015a).

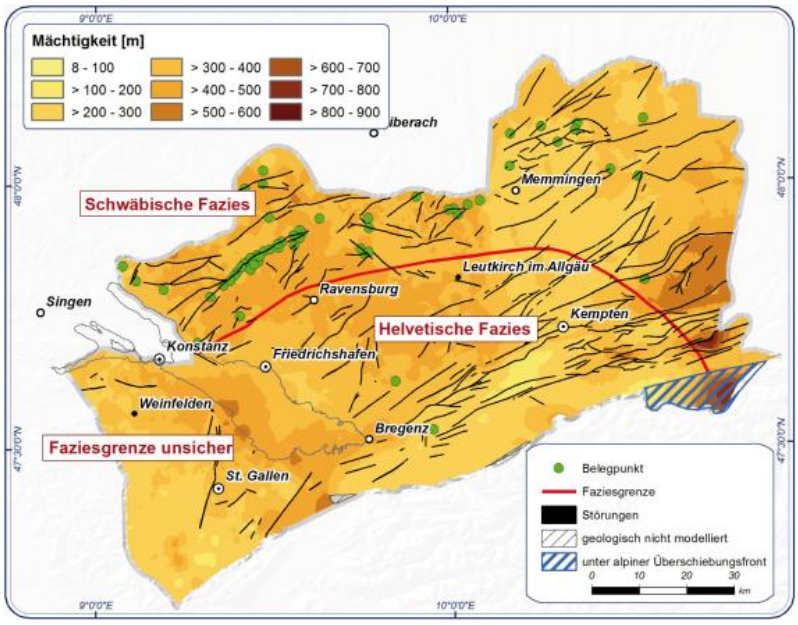



*Temperaturverteilung an der Oberfläche des Oberjuras (GeoMol LCA-Projektteam, 2015a)*



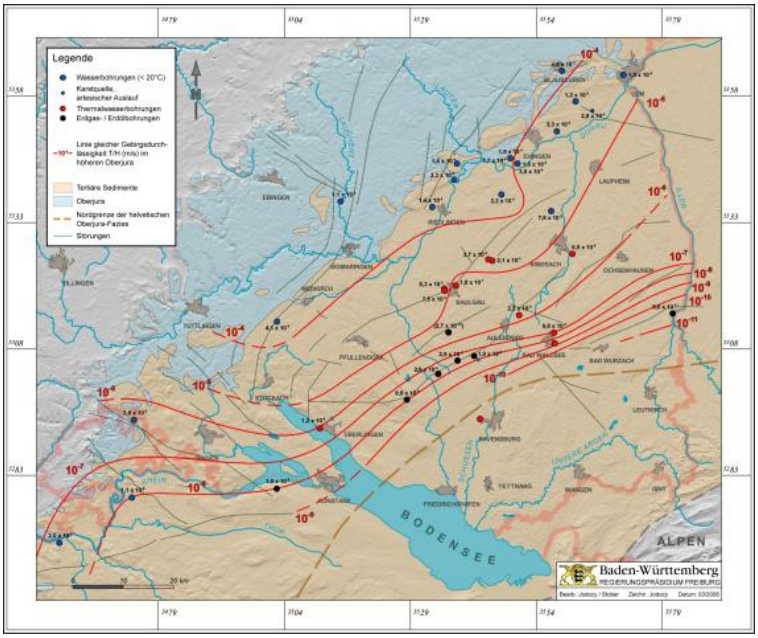

*Temperaturverteilung an der Oberfläche des Oberen Muschelkalks im GeoMol-Projektgebiet (GeoMol LCA-Projektteam, 2015a). Der Obere Muschelkalk keilt auf Höhe der Iller nach Osten aus (grauer Bereich)*

Durch das Schichteinfallen nach SE nehmen die Temperaturen in den geothermischen Reservoiren grundsätzlich in südöstliche Richtung zu, wobei die Temperaturen im tiefer liegenden Oberen Muschelkalk höher sind als im Oberjura oder in der Oberen Meeresmolasse. Am Top Oberjura werden Temperaturen über 100 °C erst südöstlich der Linie Friedrichshafen–Leutkirch erreicht, während dies im Oberen Muschelkalk bereits deutlich nördlich dieser Linie der Fall ist. Am Top der Oberen Meeresmolasse (tOM) sind die Temperaturen signifikant niedriger als in den beiden anderen geothermischen Reservoiren; sie liegen grundsätzlich unter 45 °C.




*Mächtigkeit des Oberjura im GeoMol-Projektgebiet (GeoMol LCA-Projektteam, 2015a)*

Die Mächtigkeit des Oberjura-Aquifers beträgt bis zu 250 m und nimmt tendenziell nach SE ab. Geringere Mächtigkeiten werden auch in der Region westlich Pfullendorf und nördlich Biberach erreicht. Die Mächtigkeit des Oberen Muschelkalks nimmt kontinuierlich von 85–95 m im Westen auf unter 25 m im Osten auf Höhe der Iller ab (GeoMol LCA-Projektteam, 2015a). Die beiden Sandstein-Formationen in der Oberen Meeresmolasse (tOM) erreichen Mächtigkeiten von zusammen 40–150 m (GeoMol LCA-Projektteam, 2015a). Der höhere Oberjura tritt im Molassebecken in zwei stark unterschiedlichen Faziesausbildungen auf, die sich in ihrem geothermischen Potenzial deutlich voneinander unterscheiden. Der nördliche Teilbereich ist in der Schwäbischen Fazies ausgebildet und verfügt als Kluft- und Karstgrundwasserleiter aufgrund der hohen Grundwasserergiebigkeit über das größere hydrothermale Potenzial. Die hohen Ergiebigkeiten sind hier insbesondere an die so genannte Massenkalkfazies, d. h. massige, teilweise dolomitisierte Schwamm-Mikroben-Bioherme mit lokal starker Verkarstung, gebunden (Bertleff et al., 1988; Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, 2008; Stober et al., 2013). Allerdings sind in diesem Bereich die Grundwassertemperaturen wegen der geringeren Tiefenlage des Karstaquifers nicht so hoch wie im Südosten. Dort weisen die gebankte Schwäbische Fazies und die Helvetische Fazies nur geringe Grundwasserergiebigkeiten auf. Dementsprechend nehmen im Oberjura die Durchlässigkeiten von Nordwesten nach Südosten systematisch stark ab.




*Durchlässigkeitsverteilung [m/s] im Oberjura des Molassebeckens (Stober et al., 2013)*

Im Gegensatz zum Oberjura beruht die Wasserwegsamkeit im Oberen Muschelkalk auf einem weitständigen und unregelmäßigen ausgebildeten Kluftnetz. Die Durchlässigkeiten zeigen daher auch keine regelmäßige Verteilung. Lediglich eine gewisse Tendenz zu etwas höheren Werten in der Westhälfte ist zu erkennen, d. h. dort, wo auch die Mächtigkeit des Oberen Muschelkalks größer ist (Stober & Villinger, 1997).

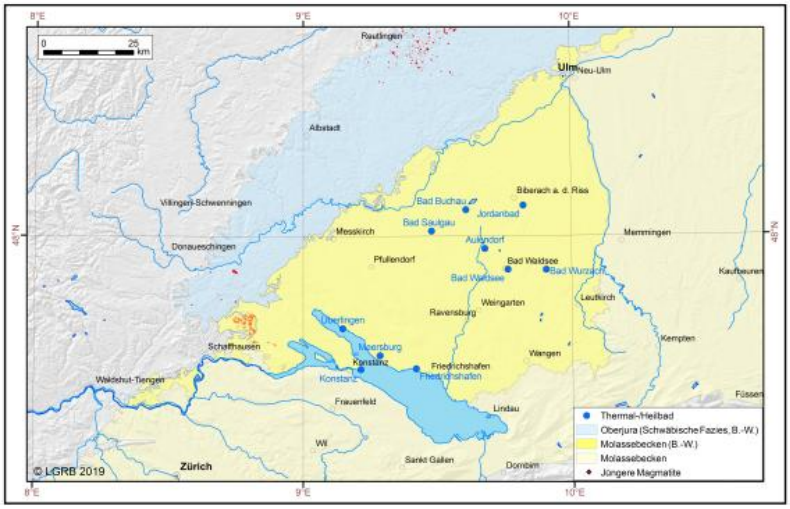
Die Wasserwegsamkeit in den beiden Sandsteinformationen der Oberen Meeresmolasse beruht primär auf ihrem Kluftnetz, sekundär auf der Porosität der Sandsteinmatrix. Grundsätzlich zeichnet sich eine leichte Abnahme der Durchlässigkeit in beiden Sandsteinformationen vom nordwestlichen Beckenrand zum Beckeninneren ab (Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, 2008; GeoMol LCA-Projektteam, 2015a).

## Obere Meeresmolasse, Transmissivität [m²/s] und Mächtigkeit [m] (Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, 2008)

Über weite Bereiche besitzen die Thermalwässer im Oberjura Trinkwasserqualität, d. h. die Wässer sind gering mineralisiert. Nach SE ist eine leichte Zunahme der Salinität feststellbar, allerdings sind dies die Bereiche mit sehr geringen Durchlässigkeiten. Sie sind daher für eine hydrothermale Nutzung unbedeutend. Im Gegensatz dazu sind die Thermalwässer im Oberen Muschelkalk deutlich höher mineralisiert. Die Wässer weisen Chloridgehalte von einigen 10er g/kg auf. Deutlich ist eine Zunahme der Chloridkonzentration nach SE erkennbar. In der Oberen Meeresmolasse (tOM) sind die Wässer deutlich niedriger mineralisiert. Sie sind bezüglich ihres Gesamtlösungsinhaltes mit den Wässern aus dem Oberjura vergleichbar.

## Bestehende Nutzungen

Der Oberjura des nördlichen Molassebeckens stellt auf Grund seiner hohen Ergiebigkeit das bedeutendste geothermische Reservoir südlich der Schwäbischen Alb dar. Derzeit wird er balneologisch sowie zur lokalen Gebäudeheizung genutzt (z. B. Bad Saulgau, Bad Waldsee, Jordanbad bei Biberach an der Riß).




*Thermal- und Heilbäder im Molassebecken von Baden-Württemberg*

Der Oberjura-Aquifer könnte darüber hinaus regional unter Einsatz von Wärmepumpen für Heizzwecke genutzt werden, ebenso wie für die saisonale Einspeicherung von Überschusswärme mit Entladung zu Bedarfszeiten (Aquiferspeicher). Nach Südosten stellen hierfür allerdings die geringen Durchlässigkeiten einen limitierenden Faktor dar.

Im Oberen Muschelkalk befindet sich derzeit eine geothermische Heizanlage bei Pfullendorf im Bau. Die beiden hierzu abgeteuften Tiefbohrungen haben gute Ergiebigkeiten vorgefunden. Für balneologische Zwecke wird der Obere Muschelkalk derzeit nicht genutzt, wahrscheinlich aufgrund der hohen Gesamtlösungsinhalte der thermalen Wässer und der schwierigen Prognosefähigkeit von Ergiebigkeiten mit Vertikalbohrungen.

Die Obere Meeresmolasse (tOM) wird derzeit vor allem für balneologische Zwecke sowie zur Unterstützung der lokalen Gebäudeheizung (ggf. mit Einsatz der Wärmepumpentechnologie) genutzt. Für die Beheizung mehrerer Gebäudekomplexe unter Einsatz von Wärmepumpen ist oft die relativ niedrige Ergiebigkeit der beiden Sandsteinformationen ein limitierender Faktor. Allerdings könnte die Obere Meeresmolasse als Aquiferspeicher genutzt werden.

Im Molassebecken gibt es keine petrothermalen geothermischen Nutzungssysteme, somit keine „Enhanced Geothermal Systems“ (EGS).

## Weiterführende Links zum Thema

- EU-Projekt GeoMol
- Bäderlandschaft Oberschwaben
- Heilbäderverband Baden-Württemberg
- Meersburg Therme
- Bodensee-Therme Konstanz
- Bodensee-Therme Überlingen

## Literatur

- Bertleff, B., Joachim, H., Koziorowski, G., Leiber, J., Ohmert, W., Prestel, R., Stober, I., Strayle, G., Villinger, E. & Werner, J. (1988). *Ergebnisse der Hydrogeothermalbohrungen in Baden-Württemberg.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 30, S. 27–116, 1 Taf., 2 Beil.
- GeoMol LCA-Projektteam (2015a). *GeoMol – Geopotenziale für die nachhaltige Nutzung des tieferen*

*Untergrundes in den alpinen Vorlandbecken. Abschlussbericht des Pilotgebiets Bodensee – Allgäu.* – LGRB-Informationen, 30, S. 1–142.

- Regionalverband Bodensee-Oberschwaben (2008). *Die Nutzung der Erdwärme in der Region Bodensee-Oberschwaben, Oberflächennahe Geothermie und Tiefe Geothermie/Hydrogeothermie* Ravensburg (Regionalverband Bodensee-Oberschwaben). [CD-ROM mit Erläuterungen]
- Stober, I. & Villinger, E. (1997). *Hydraulisches Potential und Durchlässigkeit des höheren Oberjuras und des Oberen Muschelkalks unter dem baden-württembergischen Molassebecken.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, 37, S. 77–96.
- Stober, I., Jodocy, M. & Hintersberger, B. (2013). *Gegenüberstellung von Durchlässigkeiten aus verschiedenen Verfahren im tief liegenden Oberjura des südwestdeutschen Molassebeckens.* – Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 164(4), S. 663–679.

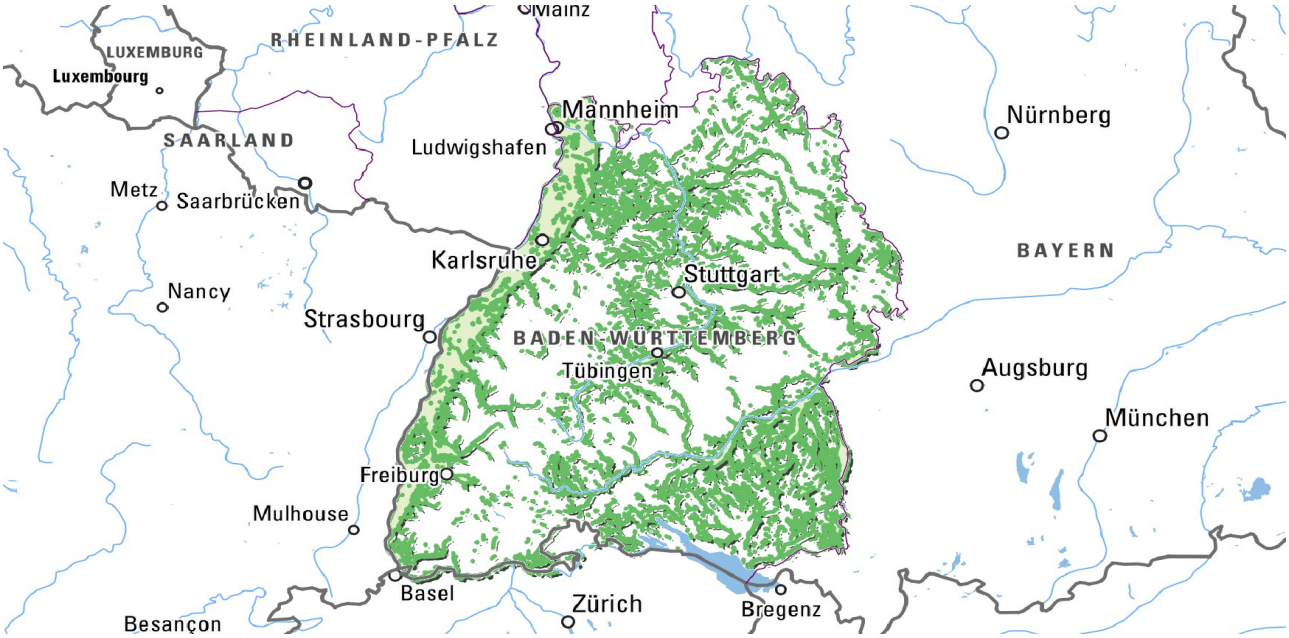
Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 09.01.24 - 17:02):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-baden-wuerttemberg/molassebecken

# Quartäre Süßwasserablagerung

Lithostratigraphische Gruppe




## Übergeordnete Einheit

Quartär

Zur Gruppe Quartäre Süßwasserablagerung zählen pleistozäne bis holozäne Ablagerungen aus Flüssen, Mooren, Teichen und Seen außerhalb der glazial geprägten Gebiete.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

*Rheinseitenarm mit Sandbänken in der Talaue bei Au am Rhein*

Süßwasserablagerungen kommen landesweit vor, im Schichtstufenland und den Mittelgebirgen handelt es sich überwiegend um kleinflächige Vorkommen. In der Regel sind die zugehörigen Ablagerungen dort, abgesehen von hochgelegenen Mooren und Resten alter Flussablagerungen auf Niederungen, Täler und Flussterrassen beschränkt. Im Alpenvorland bilden pleistozäne Flussablagerungen z. T. ausgedehnte Hochflächen- und Terrassenlandschaften. Der Oberrheingraben ist dagegen in seiner gesamten Länge und bis in große Tiefe mit Quartären Süßwasserablagerungen erfüllt.

Morphologisch fallen Süßwasserablagerungen nur wenig ins Auge, die Sedimente haben vorhandene Hohlformen an- oder aufgefüllt und zeigen vorwiegend ebene Oberflächen. Lediglich in den großen Flusstälern sind alte Rinnenverläufe und Erosionskanten geomorphologisch deutlicher ausgeprägt. Fluviale Sedimente, die rezent als Restvorkommen in Terrassen am Talhang erhalten sind, bilden ein zusätzliches Relief. Dieses ist jedoch eine Folge der Erosion, nicht Resultat der Ablagerung. Auch verlassene Flussschlingen in den Mittelgebirgen sind als Erosionsform in der Landschaft deutlich erkennbar, wenngleich die darin erhaltenen fluviatilen Ablagerungen meist unauffällig unter der Talsohle liegen.

Ein deutliches (Klein-)Relief bilden Sinterkalk und Kalktuff, da der aus dem Quellwasser biogen ausgefällte Kalk bestehende Oberflächen vergrößert und auch konvexe Formen bildet. So entstehen Sinterkegel und kleine Sinterbecken in steilem Gelände wie auch Sinterkalkstufen bei flacherem Gefälle.

Auch aktiv wachsende Hochmoore zeigen eine flach nach oben gewölbte Oberfläche. Die abgestorbenen Pflanzenteile werden aufgrund von Sauerstoffmangel nicht vollständig zersetzt. Unter der weiterwachsenden Pflanzendecke (hauptsächlich aus Moosen) bildet sich so eine Torfschicht, die langsam immer dicker wird.

## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Die Gruppe Quartäre Süßwasserablagerungen umfasst ein sehr breites Spektrum an Einheiten, die ihrerseits wiederum viele Untereinheiten haben. Für isolierte Vorkommen stehen die beiden Formationen

- Junges Seesediment (im Mittelgebirge)
- Junge Moorbildung

zur Verfügung. Abgeleitet aus der Bodenkarte wurde der größte Teil der Moorbildungen nach Hochmooren und Niedermooren unterschieden und in der Geologischen Karte als entsprechende Einheiten ausgewiesen. Eine nähere Beschreibung der Moore findet sich bei den davon betroffenen Bodengroßlandschaften im Themenbereich Bodenkunde. Hinzu kommen die Einheiten im Rang von Untergruppen:

*Auenmergel mit Sandlagen bei Au am Rhein*

- Junge Talfüllung (allgemein für die jüngsten Süßwasserablagerungen in den Tälern der Mittelgebirge, in der Oberrheinebene und im Alpenvorland)
- Pleistozäne Flussablagerung (für klastische Sedimente in unterschiedlichen Terrassen-Niveaus oberhalb der holozänen Talauen und an Hängen in den Mittelgebirgsregionen und im Alpenvorland)
- Deckenschotter (für fluviale Klastika in Oberschwaben und im Hochrheingebiet)
- Talverschüttungssedimente (für mächtige Flussablagerungen in heute aufgegebenen Talabschnitten
- Oberrheintal-Quartär (für die sehr mächtigen fluvialen Lockersedimente des Oberrheingrabens und seiner Schwarzwaldzuflüsse)

Die Durchschnittswerte für die meisten Vorkommen liegen bei mehreren Metern bis ca. 20 mMächtigkeit

## Mächtigkeit

*Auenlehm über Kies am Neckarufer bei Eberbach*

Aufgrund der sehr heterogenen Genese und der ebenso unterschiedlichen Ablagerungsorte der Einheiten gibt es bei den Vorkommen große Mächtigkeitsschwankungen. Die Einheit Junge Talfüllung misst oft nur Zentimeter bis Meter. Demgegenüber stehen die Ablagerungen des Oberrheintal-Quartärs, für die einige hundert Meter Mächtigkeit die Regel sind, wobei lokal über 500 m Mächtigkeit erreicht werden.

Die Durchschnittswerte für die meisten Vorkommen liegen bei mehreren Metern, mitunter treten Mächtigkeiten bis ca. 20 m auf.

## Alterseinstufung

Quartäre Süßwasserablagerungen wurden während des gesamten Pleistozäns und Holozäns bis heute abgelagert. Klastische Sedimentation ist klimaunabhängig und ereignete sich durchgängig, wenn auch unterschiedlich stark je nach Sedimentanlieferung. Biogene Sedimentation und Kalkfällung dagegen fanden bevorzugt in den Warmzeiten und im Holozän statt.

## Externe Lexika

LITHOLEX
- Neuenburg-Formation
- Breisgau-Formation

- Iffezheim-Formation
- Ortenau-Formation
- Mannheim-Formation
- Ludwigshafen-Formation
- Viernheim-Formation

Cookie-Einstellungen

---

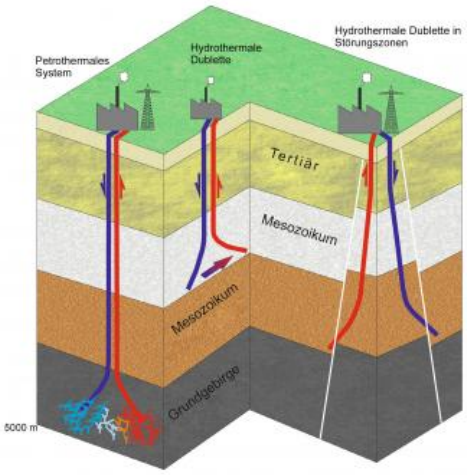
**Quell-URL (zuletzt geändert am 24.10.23 - 14:00):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/quartaer/quartaere-suesswasserablagerung

# Tiefe Geothermie

Bei der tiefen Geothermie wird geothermische Energie über Tiefbohrungen erschlossen und direkt genutzt. Die tiefe Geothermie beginnt bei einer Tiefe von mehr als 400 m und einer Temperatur über 20 °C (VDI 4640). Üblich ist allerdings, von tiefer Geothermie erst bei Tiefen über 1000 m und bei Temperaturen über 60 °C zu sprechen. Die Temperaturverteilung im Untergrund wird beeinflusst durch

- konduktiven Wärmetransport im Gestein
- konvektiven Wärmetransport durch fließendes Grundwasser.

In Deutschland werden die Nutzungssysteme der tiefen Geothermie in hydrothermale und petrothermale Systeme untergliedert (Stober et al., 2016).




*Nutzungssysteme der tiefen Geothermie (GeORG Projektteam, 2013a)*

Bei den hydrothermalen Systemen wird überwiegend warmes bzw. heißes Grundwasser aus tief liegenden Aquiferen genutzt. In Baden-Württemberg werden in Abhängigkeit von der Tiefenlage Grundwassertemperaturen bis ca. 160 °C erreicht. Die Nutzung erfolgt meist direkt, ggf. über Wärmetauscher zur Speisung von Nah- und Fernwärmenetzen, zur landwirtschaftlichen bzw. industriellen Wärmenutzung oder für Thermalbäder bzw. für balneologische Zwecke. Prinzipiell ist ab ca. 100 °C eine Verstromung mittels zusätzlicher Technologien möglich. Sie ist jedoch erst ab etwa 120 °C mit nennenswertem elektrischem Wirkungsgrad wirtschaftlich (Stober & Bucher, 2014).

Für eine nachhaltige Nutzung tiefer Grundwässer sind mindestens zwei Bohrungen (geothermische Dublette) erforderlich, eine Förderbohrung und eine Injektionsbohrung. Tiefe Grundwasserleiter eignen sich auch zur Einspeicherung von Wärme für eine spätere Nutzung zur nachhaltigen, dezentralen Energieversorgung (Aquiferspeicher).

Bei den petrothermalen Systemen erfolgt überwiegend eine Nutzung der im Gestein gespeicherten Energie, wobei die Durchlässigkeit und damit die natürliche Grundwasserführung des Gesteins niedrig ist. Zu den petrothermalen Nutzungssystemen gehören die so genannten „Enhanced geothermal Systems“ (EGS, alte Bezeichnung: Hot-Dry-Rock-System, HDR) und tiefe Erdwärmesonden. EGS sind primär zur Stromerzeugung vorgesehen, tiefe Erdwärmesonden ausschließlich für Heizzwecke. Auch bei EGS sind für eine nachhaltige geothermische Nutzung mindestens zwei Bohrungen erforderlich.

Die Geothermie unterscheidet sich von den übrigen erneuerbaren Energiequellen darin, dass sie praktisch überall vorhanden und grundlastfähig ist, sowie sie sich kontinuierlich regeneriert. Dies führt dazu, dass ihr Potenzial bei sachgerechter Bewirtschaftung nahezu unbegrenzt ist.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Pumpeneinbau in eine Tiefbohrung, hier: Bruchsal (Foto: Stober & Bucher, 2014)*

## Literatur


- GeORG-Projektteam (2013a). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teil 1: Ziele und Ergebnisse des Projekts (Zusammenfassung).* – LGRB-Informationen 28, S. 1–103.
- Stober, I. & Bucher, K. (2014). *Geothermie.* 2. Auflage, 302 S., 145 Abb., Heidelberg (Springer Verlag).
- Stober, I., Fritzer, T., Obst, K., Agemar, T. & Schulz, R. (2016). *Tiefe Geothermie – Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland.* 4. überarb. Aufl., 87 S., Hannover (Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG)).


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 30.09.20 - 09:06):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie

# Quartäres Windsediment

Lithostratigraphische Gruppe

## Übergeordnete Einheit

Quartär

Zur Gruppe Quartäres Windsediment werden alle Feinklastika gerechnet, die nach einem äolischen Transport zur Ablagerung kamen. Dies umfasst Löss-, und Flugsandablagerungen sowie darin eingeschaltete Verwitterungsprodukte (Bodenbildungen) und lokale Umlagerungssedimente.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

# Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

*Flugsande bei Sandweier*

Während der Kaltzeiten des Quartärs gab es weite Flächen freiliegenden Gesteins, das besonders der Frostverwitterung ungeschützt ausgesetzt war. Außerdem wurde durch Eisbedeckung viel Gesteinsmaterial erodiert und bis zu kleinsten Korngrößen „zermahlen“. Kräftige Winde, die über die Eisflächen wehten, konnten das feine Gesteinszerreibsel ausblasen und als Löss und Flugsand in den nur wenig bewachsenen Periglazialgebieten wieder ablagern. So bildeten sich hauptsächlich in den Kaltzeiten gleichkörnige, meist homogene Ablagerungen. Besonders großräumig sind die Lössflächen im Oberrheingraben und im Schichtstufenland. Der Kraichgau ist fast flächendeckend bedeckt, und auch die Vorbergzone des Schwarzwalds sowie der Kaiserstuhl sind für ihre teilweise sehr mächtigen Löss-Sedimente bekannt.

Meistens bilden Windablagerungen eine geringmächtige Überdeckung des Untergrundes, die vorhandene Rauigkeiten des Reliefs ausgleichend verschleiert. Im Luv (die dem Wind zugewandte Seite) wird ausgeblasen, im Lee (Windschatten) wird angelagert. Das lose Material kann leicht ins Rutschen kommen, so dass neben reinen Windablagerungen auch lokale Umlagerungs- und Vermischungsprozesse bei der Sedimentation eine Rolle spielen. Abfolgen, die vorwiegend aus äolisch transportiertem Material bestehen, werden unter dem Oberbegriff Quartäres Windsediment zusammengefasst.

Frisch abgelagerte Windsedimente zeigen alle Formen von Rippelbildung an Ihrer Oberfläche. In fossilen Lössen sind diese manchmal als rippelförmige Sedimentstrukturen erhalten. Großrippeln und Dünen sind eher aus Küstenregionen oder Wüstengegenden bekannt. Wüstenhafte Verhältnisse herrschten im Quartär jedoch auch in Baden-Württemberg, wo im mittleren Rheingraben, im Lußhardt, mehrere Dünenzüge eine Fläche von rund 40 $km^2$ bedecken. Dieses Dünenfeld ist zwar größtenteils von Kiefernwald bewachsen, im digitalen Geländemodell sind die einzelnen Dünen aber deutlich zu erkennen.

Lösse und entkalkte Lösslehme haben hervorragende bodenphysikalische Eigenschaften. Sie bilden fruchtbare und leicht zu bearbeitende Böden, und werden besonders gern als Ackerland genutzt. Insbesondere Lösse in Hanglagen sind seit jeher bei den Weinbauern beliebt. Durch ihren Karbonatanteil ergibt sich eine Standfestigkeit, die es den Bauern ermöglicht hat stabile Terrassen anzulegen. So sind heutzutage die Lössflächen des Kaiserstuhls nur noch bereichsweise als natürliches Sediment erhalten. In den 1970er Jahren wurden dort breite Lössterrassen zur leichteren maschinengestützten Bearbeitung der Rebflächen angelegt. Damit wurde das Windsediment durch die menschliche Überprägung zu einer Anthopogenen Bildung.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

*Löss auf Schilfsandstein bei Eppingen-Mühlbach*

Windsedimente bestehen aus gut sortierten, glatten Einzelkörnern, die vom Wind verblasen wurden. Je nach vorherrschender Transportkraft werden unterschiedliche Korngrößen verlagert. Die einzelnen Körner stoßen aneinander und werden dabei randlich abgeschliffen. Vorwiegend handelt es sich um feinsten Gesteinsstaub. Die petrographische Zusammensetzung hängt vom Liefergebiet ab. Hauptbestandteil sind feinkörniger Quarz und Calcit (zusammen 50–90 %) mit Korngrößen von 0,01 bis 0,05 mm, hinzu kommen Feldspat, Dolomit und kalkige Gesteinsbruchstücke sowie geringe Gehalte an Glimmer, Tonmineralen und Schwermineralen, wie etwa Granat, Glaukophan und Picotit. Letztgenannte belegen, dass der Löss Baden-Württembergs größtenteils aus zerriebenen Gesteinen alpiner Herkunft besteht.

Der Karbonatgehalt wird durch kohlensäurehaltiges Sickerwasser gelöst und wirkt als Zement im Porenraum stabilisierend. Bei mächtigeren Abfolgen mit einem hohen Karbonatangebot können manchmal kleine Kalkknöllchen oder Lösskindl ausgefällt werden. Häufig führen Eisenhydroxide zu rötlichbraunen Sedimentfarben. Durch Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse erhöht sich der Tonanteil, bis hin zur Bildung von Lösslehm.

Bei den Windsedimenten werden nach den vorherrschenden Korngrößen die Formationen Löss-Sediment für sehr feinkörniges Material und Flugsandsediment für sandige Ablagerungen unterschieden. Die Löss-Sedimente werden weiter nach ihrem Ablagerungsalter in die Subformationen Jüngere Lössablagerung und Ältere Lössablagerung gegliedert.

## Mächtigkeit

Die Kiesablagerungen der Oberrheinebene liegen unter einer dünnen Lössschicht, die erst im Spätwürm, nach der Hauptschüttung der glazifluvialen Kiese der letzten Eiszeit abgelagert wurden. Die meisten Flugsanddecken und Lössüberdeckungen im Schichtstufenland haben weniger als 20 m Mächtigkeit, im Kraichgau und der östlichen Vorbergzone des Oberrheingrabens sind gut 20 m Mächtigkeit weitverbreitet. Vor allem im Kaiserstuhl erreichen die Lössabfolgen verbreitet 40 m und mehr. Im Windschatten einiger Höhenzüge können die Ablagerungen so mächtig werden, dass die ursprüngliche Hangmorphologie völlig verschüttet ist. Mächtige Abfolgen aus Löss und Schwemmlöss von rund 60 m Mächtigkeit bei Riegel am Kaiserstuhl und rund 130 m Mächtigkeit bei Freiburg-Munzingen sind aus Bohrungen bekannt.

## Referenzprofile

- Steinbruchwand am Michaelsberg bei Riegel am Kaiserstuhl, TK 7812, Position R 3407100 H 5334750 (Guenther, 1953)
- Lössprofil südöstlich von Nußloch, TK 6618, Position Top R 3480510 H 5464120 (Bibus et al., 2007)

## Alterseinstufung

In allen Glazialen des Pleistozäns kamen äolische Sedimente zur Ablagerung. In den Warmzeiten entstanden daraus Lösslehme. Vielerorts gibt es mächtige Lössabfolgen mit mehreren Humuszonen und Bodenhorizonten. Die Lössabfolge von Nußloch wurde vornehmlich würmzeitlich gebildet (Bibus et al., 2007). Aus dem Oberrheingebiet, z. B. Riegel und dem mittleren Neckarraum, z. B. Heilbronn-Frankenbach, sind mächtige Lössprofile bekannt, die bis in die Rißeiszeit reichen (Zöller et al., 1987; Bibus, 2002; Rähle, 2004). Aus Oberschwaben sind rißzeitliche Lösslehme und noch ältere Bodenbildungen bekannt.

Junge, hauptsächlich würmzeitliche Abfolgen sind weitverbreitet, ältere Lösssedimente sind zumeist nur reliktisch erhalten, und lassen somit oft nur eine indirekte stratigraphische Einordnung zu. Die Datierung der Sedimente erfolgt klassischerweise über warmzeitliche Floren (Pollen- und Sporenassoziationen) aus den Bodenhorizonten, sowie über Parallelisierung verschiedener Profile miteinander. Die Resultate dieser korrelativen Alterseinstufungen werden kontrovers diskutiert.

Seit den 1960er Jahren werden zunehmend physikalische Datierungsmethoden an feinkörnigen Quarzen und Feldspäten zur Datierung von feinklastischen Sedimenten angewendet. Äolische Ablagerungen eignen sich besonders gut für Lumineszenzdatierungsmethoden (v. a. OSL, auch TL), die für Altersspannen von wenigen 10er Jahren bis über 400 000 Jahre anwendbar sind.

## Sonstiges

Häufig sind in den Lössablagerungen kleine Schneckenschalen enthalten. Es lassen sich zahlreiche verschiedene Arten unterscheiden, die in kalten und/oder warmen Klimaphasen lebten. Viel seltener, aber meist sehr gut erhalten, sind Säugetierreste wie Knochen und vor allem Zähne von Nagetieren und sogar von großen Huftieren wie Hirsch, Ur, Wildpferd und Wisent, aber auch vom Wollnashorn und Mammut.

Der Kaiserstuhl mit seinen mächtigen Lösssedimenten wird seit vielen Jahrhunderten zum Weinanbau genutzt. Durch das Befahren der manchmal steilen Wege haben sich bis 15 m tief eingeschnittene Lösshohlwege gebildet, wie die Lösshohlgassen bei Endingen oder die Eichgasse bei Bickensohl (u. a.). Für ihre Weine gruben die Winzer tiefe Keller in die Lösshänge, die darin bei konstanter Luftfeuchtigkeit und Temperatur ideal gelagert werden können. In den 1970er Jahren wurden zur leichteren maschinellen Bearbeitung der Rebflächen breite Terrassen in den Lössablagerungen des Kaiserstuhls angelegt.

## Weiterführende Links zum Thema

- Kaiserstuhl, Löss-Hohlwege

## Literatur


- Bibus, E. (2002). *Zum Quartär im mittleren Neckarraum.* – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe D, 8, S. 1–236.
- Bibus, E., Frechen, M., Kösel, M. & Rähle, W. (2007). *Das jungpleistozäne Lößprofil von Nußloch (SW-Wand) im Aufschluss der Heidelberger Zement AG.* – E&G Eiszeitalter und Gegenwart – Quaternary Science Journal, 56, S. 227–255.
- Günther, E. W. (1953). *Feinstratigraphische Untersuchung eines Lössprofils von Riegel am Kaiserstuhl.* – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 9, S. 369–385.
- Rähle, W. (2004). *Mollusken aus zwei bedeutenden mittel- und jungpleistozänen Lößprofilen des mittleren Neckarraumes (Baden-Württemberg) und ihre ökologisch-stratigraphische Aussage.* – Kösel, M. (Hrsg.). Beiträge zur Geomorphologie, Bodengeographie und Quartärforschung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. E. Bibus, S. 219–240, Tübingen (Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe D, 10).
- Zöller, L., Stremme, H. & Wagner, G. A. (1987). *Thermolumineszenz-Datierung an Löss-Paläoboden-Sequenzen von Nieder-, Mittel- und Oberrhein.* Heidelberg (Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg, V

29).

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 24.10.23 - 12:48):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/quartaer/quartaeres-windsediment

# Lithium

Das chemische Element **Lithium (Li)** kommt aufgrund seiner hohen Reaktivität in der Natur nicht elementar, sondern ausschließlich in Lithium-(haltigen) Mineralen oder ionisch in gelöster Form vor.

## Wofür wird Lithium benötigt?

Das Alkalimetall wird aufgrund seiner chemischen Eigenschaften in verschiedensten Technologien eingesetzt. Mit seiner hohen elektrischen Leitfähigkeit ist Lithium besonders für den Einsatz in Li-Batterien oder in Li-Ionen/Li-Polymerakkumulatoren in der Unterhaltungselektronik und in E-Fahrzeugen geeignet. Ein weiterer sehr wichtiger Einsatzbereich ist in der Glas-, Emaille- und Keramikindustrie, in der es schon lange als Flussmittel eingesetzt wird. Beimischungen von Lithium verleihen den Werkstoffen eine hohe mechanische Festigkeit und Temperaturwechselbeständigkeit. Hinzu kommt die Verwendung bei der Abluftbehandlung/-aufbereitung, der Aluminiumproduktion, sowie in Schmierstoffen, Polymeren, Knopfzellen und Medikamenten (Meißner & Arndt, 2017; Schmidt, 2017; Schmidt et al., 2021; Schulz et al., 2017).

Die **wachsende Nachfrage an Lithium** als Rohstoff begründet sich durch die weltweite Neuausrichtung des Mobilitätssektors hin zur **E-Mobilität**. Dies hat zur Folge, dass die Explorations- und Bergbauaktivitäten auf Lithium seit Jahren stetig steigen (Bibienne et al., 2020). Während im Jahr 2018 ca. 6 000 t Lithiumkarbonat-Äquivalent (LCE) nach Deutschland importiert wurden, könnte der Bedarf für den deutschen Batteriemarkt im Jahr 2030 bereits zwischen 49 000–168 000 t LCE liegen (BGR, 2020; DERA, 2021). Obwohl Li-Produkte **derzeit kaum recycelt** werden, ist zu erwarten, dass es auch hier zur Entwicklung neuer Technologien und zum Ausbau von Kapazitäten in der Sekundärkreislaufwirtschaft kommen wird (Schmidt, 2017).

## Wo kommt Lithium als primärer Rohstoff vor?

Lithium kommt weltweit in Festgesteinen (vorwiegend in Pegmatiten, geringfügig in Greisen), Lithium-haltigen Sedimenten (Tone, vulkanische Aschen) und Lithium-haltiger Sole vor (Benson et al., 2017; Champion, 2019; Schmidt et al., 2021; Schulz et al., 2017).

Dabei wird die Sole in drei verschiedene Typen eingeteilt, da sie deutliche Unterschiede in der Entstehung, dem Lithiumgehalt und folglich der wirtschaftlichen Gewinnbarkeit aufweisen:

1. Sole in intramontanen Becken junger Gebirgsketten, vor allem den Kordilleren (Chile, Argentinien, USA) und dem Himalaya (China). Im oberflächennahen Untergrund dieser abflusslosen Becken, sog. Salare, steht eine an Lithium angereicherte Sole an.
2. Lithium-haltige Sole aus Öl- und Gasreservoiren (Bowell et al., 2020).
3. Lithium-haltiges geothermales Tiefenwasser, teils in Gebieten mit geothermischem Nutzungspotential.

*Natürliche Salzablagerungen im Salar de Atacama (Chile), ein intramontanes Becken auf der Hochebene der Anden. Im oberflächennahen Untergrund des Salars steht eine Lithium-reiche Sole an, die gefördert und zu Lithiumkarbonat weiterverarbeitet wird.*

Förderstätten befinden sich aktuell überwiegend in Pegmatit-Lagerstätten, in denen Lithium mittels konventionellem Bergbau gewonnen wird. Die Salare (Sole-Typ 1) stellen zurzeit, nach den Festgesteins-Lagerstätten, die zweitwichtigsten Förderstätten von Lithium dar. Dabei werden Lithium-reiche Salzsee-/Salar-Solen entnommen, durch Verdunstung in großflächigen Evaporationsteichen angereichert und als Lithiumkarbonat gefällt. Im Jahr 2018 wurden weltweit 61 000 t Li aus Festgesteinen sowie 25 300 t Li aus Sole-Typ 1 Lagerstätten, zzgl. 7 100 t Li aus nicht genauer differenzierten Lagerstätten in China, gewonnen (Drobe, 2020). Sole aus Öl- und Gas- (Sole-Typ 2) sowie Geothermiefeldern (Sole-Typ 3) zur beibrechenden Lithiumgewinnung sind weltweit von steigendem Interesse.

*Rosafarbener Li-Glimmer (Lepidolit) in einem Pegmatit aus Norwegen. Lepidolit ist, neben Spodumen und Petalit, ein wichtiges Erzmineral des Lithiums aus Festgestein.*

In **Deutschland** wird Lithium bisher nicht gewonnen. Jedoch wird die Gewinnbarkeit sowohl aus Festgestein als auch aus Solen derzeit untersucht, z. B. im Erzgebirge, im Norddeutschen Becken und im Oberrheingraben. In **Baden-Württemberg** sind Lithium-haltige geothermale Tiefenwässer (Sole-Typ 3) im Oberrheingraben bekannt. In den letzten Jahrzenten wurden bei der Exploration auf Erdöl und Tiefengeothermie im Oberrheingraben lokal erhöhte als auch unauffällige Lithiumgehalte beobachtet (7 Geothermiebohrungen aus Sanjuan et al., 2016, s. u.). Die wachsende Nachfrage nach Lithium mit der Möglichkeit einer potentiell beibrechenden Gewinnung aus geothermischen Tiefenwässern rückte den Oberrheingraben in den Fokus.

## Woher kommt das Lithium im Oberrheingraben?

Der Oberrheingraben als tektonischer Grabenbruch ist durch tiefgreifende Störungszonen bis in den kristallinen Sockel charakterisiert, welche die Ausbildung von Zirkulationssystemen geothermischer Tiefenwässer begünstigen. Aktuelle Forschungen deuten darauf hin, dass das Lithium in den Tiefenwässern durch Lösungsprozesse von Lithium-haltigen Mineralen aus dem Gestein herausgelöst und in den Solen aufkonzentriert wurde. Für diese Fluid-Gesteins-Wechselwirkung werden sowohl beckentiefe Sedimente des Buntsandsteins als auch das Grundgebirge in Betracht gezogen (Sanjuan et al., 2016; Drüppel et al., 2020). Sowohl die Interpretation der geochemischen Signaturen der Solen, als auch die Beschreibung der Bildungs- und Anreicherungsprozesse des Lithiums stehen im Fokus von Forschungsarbeiten.

**Wie werden Lithiumgehalte angegeben?**

Rohstoffinhalt, Förderraten, usw. von Lithiumvorkommen oder -lagerstätten werden als elementares Lithium oder spezifische chemische Verbindungen, hauptsächlich Lithiumkarbonat-Äquivalent (LCE, $Li_2CO_3$) oder Lithiumoxid ($Li_2O$), dargestellt. Hierbei werden, abhängig von der Darstellung, unterschiedliche Einheiten (%, mg/L, mg/kg, t) verwendet. Es ist zu beachten, dass hieraus unterschiedliche Zahlenwerte für dieselbe Fragestellung resultieren können.

Der Lithiumgehalt in einer Sole wird z. B. häufig als mg/L Li angegeben. Das verkaufsfertige Produkt aus Sole nach der bergmännischen Aufbereitung ist überwiegend $Li_2CO_3$ und wird i. d. R. in Tonnen (t) LCE angegeben.

## Projekte zur Lithium-Gewinnung im Oberrheingraben

Im Oberrheingraben gibt es Stand 2021 vier Projekte in Deutschland und Frankreich, die eine wirtschaftliche Gewinnbarkeit des Lithiums untersuchen. Diese Projekte fokussieren sich überwiegend auf bereits in Betrieb befindliche Geothermieanlagen. Die Lithiumgehalte von Sole aus Tiefengeothermie- und Erdölbohrungen im Oberrheingraben zeigen eine räumliche Variation von ca. 4,5 mg/L in Riehen (Schweiz), 199 mg/L in Soultz-sous-Forêts (Frankreich) bis 270 mg/L in Bruchsal (Deutschland), wobei an einzelnen Bohrungen teilweise deutliche Schwankungen der Lithiumgehalte auftreten (Sanjuan et al., 2016; TU Freiberg (2013); LGRB-Analysen). Die Reservoirparameter (Lagerstättengröße, Li-Gehalte, Ergiebigkeit etc.) und die Extraktionsverfahren befinden sich bei allen Projekten noch in der Untersuchungsphase. Beispielrechnung: Bei einem Lithiumgehalt von 200 mg/L müssten 5 Millionen Liter bzw. 5000 $m^3$ Tiefenwasser gefördert und aufbereitet werden, um bei vollständiger Extraktion 1 Tonne Lithium bzw. 5,3 Tonnen Lithiumkarbonat-Äquivalent (LCE, $Li_2CO_3$) zu gewinnen.

Als **Vergleich zum Oberrheingraben** wird in einer der wichtigsten Lagerstätten der Welt, im Salar de Atacama (Chile) Lithium aus einer Sole (Sole-Typ 1) mit Gehalten von bis zu 1600 mg/L gefördert (Cabello, 2021). Meerwasser hingegen besitzt einen Lithiumgehalt von ca. 0,17 mg/L (Mason et al., 2021).

Die Extraktionsverfahren für Lithiumkonzentrate im industriellen Maßstab sind zurzeit Gegenstand wissenschaftlicher und technologischer Fragestellungen. Insbesondere die physikochemischen Eigenschaften der mineralisierten Tiefenwässer fordern ein hohes Maß an technischer Innovation. Weltweit neu entwickelte Gewinnungstechniken wie Ionenaustausch-, Adsorptions- oder Nanofiltrationsverfahren wurden z. T. schon erfolgreich im Labormaßstab getestet (Paranthaman et al., 2017). Eine Skalierung der Gewinnungsmethoden auf Kraftwerksmaßstab sowie Langzeitversuche stehen noch aus.

*Laborversuche zur Gewinnung von Lithium mittels Adsorptionsverfahren. (Quelle: Energie Baden-Württemberg AG)*

Die Untersuchungen im Oberrheingraben sind noch in einem frühen Stadium. Ob zukünftig eine**wirtschaftliche Nutzung** der Lithiumvorkommen möglich sein wird ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z. B. der Größe und der thermisch-hydraulischen Langzeitentwicklung des Reservoirs, der Art (Effizienz und Volumenumsatz) und den Kosten des Extraktionsverfahrens oder der Preisentwicklungen von Lithium.

## Literatur


- Benson, T. R., Coble, M. A. & Rytuba, J. J. (2017). *Lithium enrichment in intracontinental rhyolite magmas leads to Li deposits in caldera basins.* – Nat Commun, 8, S. 270, verfügbar unter https://doi.org/10.1038/s41467-017-00234-y.
- Bibienne, T., Magnan, J.-F., Rupp, A. & Laroche, N. (2020). *From Mine to Mind and Mobiles: Society's Increasing Dependence on Lithium.* – Elements, 16(4), S. 265–270, verfügbar unter https://doi.org/10.2138/gselements.16.4.265.
- Bowell, R. J., Lagos, L., Hoyos, C. R. & Declerq, J. (2020). *Classification and Characteristics of Natural Lithium Resources.* – Elements, 16(4), S. 259–264, verfügbar unter https://doi.org/10.2138/gselements.16.4.259.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2020). *Rohstoffwirtschaftlicher Steckbrief für Lithium*, verfügbar unter https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_li.html.
- Cabello, J. (2021). *Lithium brine production, reserves, resources and exploration in Chile: An updated review.* – Ore Geology Reviews, 128, S. –, verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103883.
- Champion, D. (2019). *Australian Resource Reviews: Lithium 2018. Geoscience Australia, Canberra*. Verfügbar unter http://dx.doi.org/10.11636/9781925848281.
- Deutsche Rohstoffagentur (2021). *Chart des Monats zu Lithium – März 2021*, verfügbar unter https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Produkte/Chart_des_Monats/cdm_node.html.
- Drobe, M. (2020). *Lithium – Informationen zur Nachhaltigkeit.* 13 S., Hannover (BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), verfügbar unter https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Informationen_Nachhaltigkeit/lithium.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
- Drüppel, K., Stober, I., Grimmer, J. C. & Mertz-Kraus, R. (2020). *Experimental alteration of granitic rocks: Implications for the evolution of geothermal brines in the Upper Rhine Graben, Germany*. – Geothermics, 88, S. –, verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.101903.
- Mason, B. H., Tayler, R. J. & Lagowski, J. J. (2021). *Chemical element*. Verfügbar unter https://www.britannica.com/science/chemical-element. [26. May 2021].
- Meißner, D. & Arndt, T. (2017). *Lithium.* – Gressner, A. & Arndt, T. (Hrsg.). Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik, S. –, Berlin, Heidelberg (Springer). [Springer Reference Medizin], verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-662-49054-9_1965-1
- Paranthaman, M. P., Li, L., Luo, J., Hoke, T., Ucar, H., Moyer, B. A. & Harrison, S. (2017). *Recovery of Lithium from Geothermal Brine with Lithium–Aluminum Layered Double Hydroxide Chloride Sorbents.* – Environmental

Science & Technology, 51(22), S. 13481–13486.
- Sanjuan, B., Millot, R., Innocent, C., Dezayes, C., Scheiber, J. & Brach, M. (2016). *Major geochemical characteristics of geothermal brines from the Upper Rhine Graben granitic basement with constraints on temperature and circulation.* – Chemical Geology, 428, S. 27–47, verfügbar unter https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.02.021.
- Schmidt, M. (2017). *Rohstoffrisikobewertung – Lithium.* – DERA Rohstoffinformationen, 33, 140 S., Berlin (Deutsche Rohstoffagentur).
- Schmidt, M., Amupolo, F., Iiyambo, E., Kavetuna, Y., Muyongo, A., Ntema, L. & Utoni, E.(2021). *Lithium Potential in Namibia – Evaluation of Economic Suitability.* 60 S. (BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).
- Schulz, K. J., DeYoung, J. H., Seal, R. R. & Bradley, D. C. (2017). *Critical mineral resources of the United States – Economic and environmental geology and prospects for future supply.* – Professional Paper, 1802, 797 S. (U. S. Geological Survey), verfügbar unter http://doi.org/10.3133/pp1802.
- TU Bergakademie Freiberg (2013). *Abschlussbericht Verbundprojekt - Hybride Lithiumgewinnung.* – BMBF Förderkennzeichen: 03WKP18A, (Technische Universität Bergakademie Freiberg), verfügbar unter https://edocs.tib.eu/files/e01fb14/791348156.pdf.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 26.08.21 - 13:41):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/lithium

# Karbonatit

## Übersicht, Geologie, Entstehung

Karbonatite sind seltene vulkanische Gesteine, die auf Schmelzen aus dem Erdmantel zurückgehen. Diese drangen aus tiefreichenden intrakontinentalen Bruchzonen auf; der Oberrheingraben stellt eine solche bedeutende Bruchzone dar. Als Karbonatite werden Magmatite mit einem Karbonatmineralanteil von mehr als 50 % bezeichnet. Weltweit treten sie als Schlote, Gänge und Lavaströme auf; meist sind sie mit foidführenden Alkalimagmatiten vergesellschaftet. Von wirtschaftlichem Interesse sind sie wegen ihres Gehalts an Kupfererzen und seltenen Metallen wie Niob, Tantal, Seltenen Erden, Thorium und Uran. Bedeutende Karbonatitlagerstätten treten in Südafrika (Phalabora) und Brasilien (Minas Gerais) auf. Gang- bis stockförmige Karbonatite wurden in Deutschland auch in der Lausitz erbohrt. Seit einigen Jahren werden sie dort wegen des Gehalts an Seltenen Erden exploriert.

*Karbonatit vom Kaiserstuhl (Vogtsburg-Schelingen)*

Der Karbonatit vom Badberg und vom Orberg im vulkanischen Zentrum des Kaiserstuhls ist mit rund 1 $km^2$ Fläche das weitaus größte oberflächennahe Vorkommen seiner Art in Europa. Früher ging man davon aus, dass es sich um eine kontaktmetamorph veränderte Kalksteinscholle aus dem sedimentären Deckgebirge handelt (Wimmenauer, 2003; Groschopf & Villinger, 2009). Das Gestein besteht überwiegend aus Calcit in bis zu cm-großen, weißen bis hellgelblich braunen Körnern. Der Karbonatit am Orberg bei Schelingen ist durch seine Koppitführung bekannt geworden; Koppit ist ein cerhaltiger Pyrochlor der Zusammensetzung $(Ca,Ce)_2(Nb,Fe)_2O_6(OH,F,O)$. Als häufigstes Erzmineral tritt Magnetit auf. Der in den Jahren 1935–1937 und 1949–1952 durchgeführte Versuchsbergbau wies $Nb_2O_5$-Gehalte von 0,2–0,7 % nach, was lokalen Koppit-Anreicherungen von 0,35–1,6 % entspricht (LGRB, 2010b). Gelegentlich tritt auch Uranpyrochlor auf. Untergeordnet kommt in Schlieren grünlich brauner Hydrobiotit (Vermiculit) in cm-großen Blättchen vor.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Beim Karbonatit des Orbergs handelt es sich um einen Gang, der in eine Diatrembrekzie eingedrungen ist. Diese Brekzie besteht aus cm-großen Bruchstücken von Essexit, Essexitporphyrit, Phonolith, Nephelinsyenit, Kalksilikatgesteinen und Karbonatit. Die Matrix besteht aus Karbonaten, Phlogopit und Gesteinsmehl. Die im obersten Steinbruch am Orberg - aufgeschlossene kuppelartige, lagige Karbonatitstruktur geht nach Südwesten in einen SW–NO-streichenden, mit 65–70° fallenden, ca. 10 m mächtigen Gang über, der durch mehrere kleine Brüche und ein Versuchsbergwerk erschlossen wurde (LGRB, 2010b). Der Karbonatit, der hier auch als „Marmor“ für Werksteine gewonnen wurde, besteht aus ca. 90 %Calcit. Weiter treten Magnesioferrit (ein Ferritspinell wie Magnetit, $MgFe_2O_4$), Apatit, Phlogopit, Forsterit, Magnetkies, Pyrit und Koppit auf.

Am sog. Badloch zwischen Altvogtsburg und Oberbergen und im Steinbruch an der Straße Schelingen–Bahlingen wurde der grobkristalline Karbonatit in mehreren kleinen Brüchen für die Erzeugung von Branntkalk und zur Gewinnung von „Marmor“ für Steinmetzarbeiten abgebaut (Wimmenauer, 2009b). Nur wenige Beispiele sind noch erhalten: Am jüdischen Friedhof in Kippenheim-Schmieheim (Ortenaukreis) sind noch sechs Grabsteine aus Kaiserstühler Karbonatit zu finden; sie stammen aus der Zeit 1897–1935.

*Grabsteine aus Karbonatit*

## Potenzial

Ein nennenswertes Potenzial zur Gewinnung von Werksteinmaterial aus dem Karbonatitvorkommen des zentralen Kaiserstuhls existiert nicht. Mit Hilfe schonender Abbaumethoden könnten vermutlich am ehesten im Gebiet des Schelinger Orbergs geringe Mengen an vulkanischem „Marmor“ gewonnen werden.

## Kurzfassung

Der Kaiserstühler Karbonatit, entstanden aus karbonatischen Mantelschmelzen, gehört zu den ungewöhnlichsten und seltensten Gesteinen Mitteleuropas. Zeitweise wurde er zur Erzeugung von Branntkalk gewonnen und in zwei kurzen Phasen auch als Trägergestein seltener Nioberze abgebaut. Bis in die 1930er Jahre wurden aus größeren Blöcken auch Werkstücke hergestellt. Auf dem jüdischen Friedhof in Schmieheim sind noch einige Grabmäler aus diesem „Kaiserstühler Marmor“ erhalten.

## Literatur


- Groschopf, R. & Villinger, E. (2009). *Geologie und Erdgeschichte des Kaiserstuhls.* – RP Freiburg (Hrsg.). Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein, S. 41–95, Ostfildern (Thorbecke). [30 Abb., 2 Tab.]
- LGRB (2010b). *Blatt L 7910/L 7912 Breisach am Rhein/Freiburg i. Br.-Nord, mit Erläuterungen.* –Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 258 S., 35 Abb., 10 Tab., 2 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Wittenbrink, J. & Werner, W., m. Beitr. v. Selg, M.]
- Wimmenauer, W. (2003). *Erläuterungen zum Blatt Kaiserstuhl.* – 5. völlig neu bearbeitete Aufl., Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, IX + 280 S., 8 Taf., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [26 Abb., 14 Tab.]
- Wimmenauer, W. (2009b). *Magmatische Gesteine und ihre Minerale.* – Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.). Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein, S. 94–130, Ostfildern (Thorbecke). [64 Abb., 2 Tab.]


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 11.04.23 - 13:44):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/kaiserstuehler-vulkanite-tuffstein-phonolith-karbonatit/karbonatit

# Tertiär

Lithostratigraphische Hauptgruppe

## Übergeordnete Einheit

Känozoikum

Das Tertiär umfasst alle Einheiten (Sedimente und Vulkanite) des Paläogens und des Neogens (STD, 2016; Janssen et al., 2018).

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

*Blick vom nördlichen Anstieg des Bussens auf das Tertiärhügelland bei Unlingen-Dietelhofen*

Die tertiären Einheiten sind im Land (LGRB, 2016c) räumlich sehr weit verbreitet, jedoch meistens von Sedimenten des Quartärs bedeckt. In größerer Mächtigkeit kommen sie in drei Hauptregionen vor.

Südlich ab etwa der Donau bis zur Landesgrenze bilden feinklastische Sand-, Silt- und Mergelsteine die sogenannte Molasse. Nur in der Adelegg (zwischen Isny und Kempten im Allgäu) sind grobe Konglomerate erhalten. Die teils festländischen, teils marinen Ablagerungen sind im Norden nur geringmächtig, erreichen an der südlichen Landesgrenze jedoch über 3000 m Mächtigkeit (Geyer et al., 2011).

Im Oberrheingraben liegen unter Quartärbedeckung sehr mächtige tertiäre Sedimente unterschiedlichster Lithologie, die am östlichen Grabenrand örtlich auch an der Oberfläche anstehen. Besonders markant ragt im Südgraben der Kaiserstuhl mit seinen vulkanischen Gesteinen aus den pleistozänen Kiesen hervor. Am östlichen Grabenrand durchschlagen vereinzelt vulkanische Schlote und Gänge die Randschollen vom Südschwarzwald über den Kraichgau bis in den südlichen Odenwald.

Im Schichtstufenland und den Mittelgebirgen dagegen beschränken sich die Tertiärvorkommen auf geringmächtige Flussablagerungen, hauptsächlich Höhenschotter, tertiäre Residuallehme und wenige Maarsee-Ablagerungen. Tertiäre Magmatite, Pyroklastika und postvulkanische Begleitsedimente prägen die Vulkangebiete Baden-Württembergs, besonders den Kaiserstuhl, den Hegau und das Urach-Kirchheimer Vulkangebiet, aber auch die weniger markanten Vorkommen im Kraichgau und südlichen Odenwald.

Das Steinheimer Becken ist wie das benachbarte Nördlinger Ries eine Impaktstruktur und entstand vor rund 14,8 Mio. Jahren beim Einschlag eines Meteoriten. Direkt beim Einschlag gebildete Brekzien und ausgeworfene Schollen des Ries-Impakts liegen weit verstreut auf der Albhochfläche. In beiden Kratern entwickelten sich anschließend Süßwasserseen, deren Sedimente für ihren Fossilreichtum berühmt sind.

# Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Lithologisch sind die tertiären Einheiten sehr vielfältig.

*Abbauwand des Grobsandzugs mit Schrägschichtung*

An Sedimentgesteinen überwiegen im Molassebecken festländische klastische Gesteine (Sandsteine, am Beckenrand auch Konglomerate) mit Glimmer, pedogen überprägte Schluffsteine und bunte Mergel. Limnische Mergel und Karbonate sowie Calcretes kommen untergeordnet vor. Dagegen sind marin gebildete Glaukonitsandsteine und sandige Mergel oder Tonmergel des jüngeren Molassemeeres weit verbreitet und sehr mächtig. Die Küstenfazies in Form von groben Schillkalksteinen oder grobkiesigen Rinnenfüllungen ist nur lokal erhalten. Gegliedert wird die Molasse in sechs Untergruppen: die Untere Meeresmolasse, die Untere Brackwassermolasse (beide im Landesgebiet nur im tieferen Untergrund verbreitet), die Untere Süßwassermolasse, die Obere Meeresmolasse, die Obere Brackwassermolasse und die Obere Süßwassermolasse.

Die Sedimente des Oberrheingrabens sind ebenfalls vielfältig und in ihrer Faziesausbildung und Mächtigkeitsverteilung stark von der komplexen tektonischen Entwicklung über den größten Teil des Tertiärs hinweg geprägt. Den Hauptanteil der Grabenfüllung machen Feinklastika mit unterschiedlichem Karbonatgehalt (Ton- und Schluffsteine, Mergelsteine, Sandsteine) aus, wobei festländische bis brackische Bildungen große Mächtigkeit und Ausdehnung im gesamten Graben erlangen. Grobklastika bleiben auf die Randschollen beschränkt. Zeitweise breiteten sich von Norden her marine Verhältnisse im Graben aus, jedoch nur einmal, im Rupelium, wurde der gesamte Graben überflutet. Die marinen Ablagerungen sind vorwiegend mergelig, teils in Wechsellagerung mit Kalksandsteinen (i. d. R. Rud- oder Grainstones) und vor allem im nördlichen Oberrheingraben weitverbreitet. Feinschichtige bis laminierte, dunkle Tonmergel zeigen, dass in der Grabenmitte zumindest zeitweise am Meeresgrund Sauerstoffuntersättigung vorherrschte. Sulfatgesteine wie Gips und Anhydrit treten weitverbreitet in meist geringmächtigen Schichten und Knollen in festländischen Buntsedimenten auf. Steinsalzlager finden sich nur im Südgraben und überwiegend unter dem französischen Anteil des Oberrheingrabens. Im Untergrund des Landesgebiets sind sie auf ein kleines Gebiet im Raum Buggingen beschränkt und enthalten wenige Meter mächtige Schichten aus Kalisalz. Gegliedert wird die Sedimentfüllung des Oberrheingrabens in zwei Untergruppen: ein Älteres Oberrheingraben-Tertiär und ein Jüngeres Oberrheingraben-Tertiär, wobei der Beginn der grauen marinen Abfolge des Rupeliums die Grenze bildet.

An verschiedenen Stellen im Schichtstufenland und auf den Randschollen des Oberrheingrabens finden sich zudem Restvorkommen von Flussschottern. Da sie auf Landschaftsrelikten oberhalb der quartären Schottervorkommen liegen, werden sie Höhenschotter genannt. Ebenfalls aus dem Tertiär stammen Residuallehme (Feuersteinlehme, Bohnerztone, Boluston), die besonders auf den Hochflächen und in Karsthohlräumen der Kalksteine des Oberjuras und des Muschelkalks örtlich erhalten sind.

Magmatite sind in Form von vulkanischen Laven, Tuffen, Schlotbrekzien, subvulkanischen Gängen und Stockintrusionen vertreten. Dabei sind tephritisch-essexitische, phonolithische und nephelinitische Gesteine sowie mit Tuffmaterial vermengte Brekzien aus Nebengesteinstrümmern am häufigsten. Eine Besonderheit ist der Karbonatit des Kaiserstuhls. Gegliedert werden die tertiären Magmatite zunächst in vier Untergruppen, die jeweils ein Vulkangebiet umfassen: Albvulkan-Untergruppe (Vulkanschlote des Urach-Kirchheimer Gebiets), Hegauvulkan-Untergruppe (Stöcke, Schlotfüllungen und Tuffe im Hegau), Jüngere Odenwald-Kraichgau-Magmatite (Schlot- und Gangfüllungen im südlichen Odenwald und nördlichen Kraichgau) sowie Rheingraben- und Jüngere Südschwarzwald-Magmatite (Kaiserstuhl sowie Schlotfüllungen und Gänge in den Grabenrandschollen und im Südschwarzwald). Über manchen Vulkanschloten sind noch tertiäre Sedimente erhalten, die in Maarseen abgelagert wurden (Mergel, randliche Brekzien, Konglomerate und Tuffite). Vereinzelt wurden im Bereich der Schlote an heißen Quellen Thermalsinter gebildet.

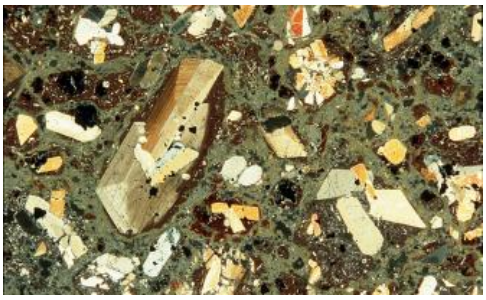
Eine Besonderheit bilden die beiden Meteoritenkrater auf der Ostalb (Steinheimer Becken und Nördlinger Ries). Hier sind neben Impaktgesteinen (Impaktbrekzien und Trümmermassen, Suevit, allochthone Schollen) auch tertiäre Sedimente aus den Kraterseen erhalten. Dabei handelt es sich überwiegend um Mergel, Kalksteine und lokale Klastika.

## Mächtigkeit

*Buntmergel der Pechelbronn-Fm. von Lahr-Dinglingen*

Je nach Lokalität sind die Mächtigkeiten der Tertiärsedimente sehr unterschiedlich: im Molassebecken sind es wenige Meter im Norden bis über 5000 Meter im Süden, im Oberrheingraben bis mehrere tausend Meter mit oft starken Unterschieden auf benachbarten tektonischen Schollen. Die ansonsten im Land verteilten lokalen Vorkommen tertiärer Einheiten bleiben in der Regel auf wenige Meter, in seltenen Fällen auf einige 10er Meter beschränkt (Maarsee-Ablagerungen, Höhenschotter). In den Meteoritenkratern überschreiten Impaktgesteine inklusive der Kraterseeablagerungen 100 m Mächtigkeit, wohingegen die Volumina der ausgeschleuderten Schollen sehr heterogen sind.

## Alterseinstufung



*Dünnschliffbild eines Phonoliths*

Das Tertiär dauerte von 66 bis 2,6 Mio. Jahren vor heute. Allerdings ist im Landesgebiet nicht der gesamte Zeitraum durch Gesteine vertreten.

Die Sedimentation im Molassebecken setzte in Baden-Württemberg erst im frühen Oligozän (Rupelium, ca. 35 Mio. Jahre) ein und hielt bis in das Jüngere Miozän an (Prieto & Rummel, 2016). Die jüngsten heute erhaltenen Schichten sind rund 12 Mio. Jahre alt. Sie sind durch eine Schichtlücke von quartären Klastika getrennt, die auf eine regionale Hebung zurückzuführen sein dürfte.

Im Oberrheingraben umfasst die tertiäre Grabenfüllung den Zeitraum Eozän bis Miozän. Die Sedimentation auf den sich absenkenden Schollen beginnt mit Verwitterungs- und Bodenbildungsrelikten der Schliengen-Formation. Die ältesten fossilführenden Ablagerungen sind lokal erhaltene Süßwasserkarbonate aus dem mittleren Eozän, die rund 44 Mio. Jahre alt sind. Die Sedimentation hält bis in das Miozän an. Ablagerungen des späten Miozän fehlen, möglicherweise aufgrund regionaler Hebung und Erosion. Über der Schichtlücke folgen pliozäne bis frühpleistozäne Klastika der Iffezheim-Formation. Da sie ohne lithologische Änderung in das Quartär überleiten, werden sie lithostratigraphisch zur Untergruppe Oberrheintal-Quartär gestellt.

Die Höhenschotter zeigen je nach Vorkommen sehr unterschiedliche Alter. Die ältesten Sedimente stammen aus dem Oligozän, die jüngsten aus dem Pliozän. Auch die Residuallehme stellen offenbar Rückstandsbildungen verschiedenen Alters dar und enthalten vereinzelt Fossilien, die auf Bildungen vom Eozän bis in das Pliozän hinweisen.

Die Mehrzahl der Vulkanite im Landesgebiet stammt aus dem Miozän und ist zwischen 18 und 7 Mio. Jahren alt. Dies gilt auch für die Sedimente der einstigen Maarseen und die Thermalsinter. Nur im Südschwarzwald und in Randschollen des Oberrheingrabens finden sich auch einige Vulkanite aus dem Eozän und Oligozän (zwischen 45 und 30 Mio. Jahren), die mit der Bildung des Oberrheingrabens in Zusammenhang stehen. Die ältesten Vulkanite sind etwa ein Dutzend datierte Vorkommen im Südschwarzwald und Kraichgau, deren Alter zwischen 90 und 60 Mio. Jahren liegen und die damit teilweise aus der Kreidezeit, teilweise aus dem Paleozän stammen. Sie sind der tektonischen Entwicklung vor Entstehung des Oberrheingrabens zuzurechnen. Da sie lithologisch den jüngeren Vulkaniten entsprechen, werden sie lithostratigraphisch mit diesen zusammengefasst.

Die beiden Impaktkrater konnten sowohl durch radioisotopische Datierungen an Gesteinsschmelzen, als auch durch Fossilien in den Sedimenten der Kraterseen und Auswürflinge in Ablagerungen der Molasse in das Miozän datiert werden. Die Einschläge fanden demnach vor etwa 14,8 Mio. Jahren statt.

## Literatur

- Deutsche Stratigraphische Kommission (2016). *Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016* (Geoforschungszentrum Potsdam).
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Janssen, R. & Subkommission Tertiär-Stratigraphie (2018). *Das Tertiär in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2016. [The Tertiary in the Stratigraphic Table of Germany 2016 (STG 2016).].* – Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 169(2), S. 267–294.
- LGRB (2016c). *Symbolschlüssel Geologie Baden-Württemberg – Verzeichnis Geologischer Einheiten (aktualisierte Ausgabe 2016)*, 1 Tab. Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Prieto, J. & Rummel, C. R. (2016). *Some considerations on small mammal evolution in Southern Germany, with emphasis on late Burdigalian–earliest Tortonian (Miocene) cricetid rodents.* – Comptes Rendus Palevol, 15, S. 837–854.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 08.08.23 - 09:20):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/tertiaer

# Mesozoikum, ungegliedert

## Geologie

Zu der hydrogeologischen Einheit „Mesozoikum, ungegliedert“ werden verschiedene Einheiten der Trias und des Juras in tektonisch stark gestörten Bereichen zusammengefasst, die nicht weiter unterschieden werden können. Die ungegliederte Einheit wurde eingeführt, da bei der Erstellung der hydrogeologischen Karte ohne Deckschichten eine differenziertere Auflösung aufgrund der bereichsweise flächigen Überlagerung durch z. T. mächtige Lösssedimente nicht möglich ist. Petrographisch handelt es sich um Kalksteine, Mergelsteine, Tonsteine und Sandsteine, Sulfatgesteine sowie möglicherweise Steinsalz. Zu den hydrogeologisch bedeutenden Einheiten gehören die Ablagerungen des Mittleren Buntsandsteins, des Oberen Muschelkalks und des Hauptrogensteins. Es handelt sich dabei um Kluft- bzw. Kluft- und Karstgrundwasserleiter, in denen aufgrund der intensiven tektonischen Beanspruchung bedeutende Wasserwegsamkeiten ausgebildet sein können.

Gesteine dieser Einheit finden sich in der Vorbergzone und in den Randschollen im südlichen Teil des Oberrheingrabens zwischen Bad Krozingen und Lörrach sowie im Nimberg und Marchhügel. Sie sind vielfach durch ein engständiges Störungsmuster in kleinere Schollen untergliedert, in denen die Schichten verkippt sein können.

Das „Mesozoikum, ungegliedert“ steht auf einer Fläche von ca. 125 $km^2$ über Tage an, wobei es bereichsweise von quartären Deckschichten überlagert wird.

## Hydrogeologie

Je nach Petrographie der Gesteine handelt es sich um Grundwasserleiter oder Grundwassergeringleiter mit tektonisch kleinräumig begrenzten Einzugsgebieten. Wasserwirtschaftlich ist diese Einheit aufgrund der geringen Verbreitung ohne Bedeutung.

Eine detailliertere Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften findet sich bei den hydrogeologischen Einheiten, aus denen das Mesozoikum, ungegliedert besteht.

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:08):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/oberrheingraben-tertiaer-mesozoikum-ungegliedert-vorbergzone-dinkelberg/hydrogeologischer-ueberblick/mesozoikum-ungegliedert

# Nutzungen in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg gibt es vorwiegend im Oberrheingraben zwischen Freiburg und Offenburg und in anderen großen Flusstälern mit Porengrundwasserleitern wie dem Donautal bei Ulm zahlreiche Brunnensysteme. Auch im Festgestein kann sich der Einsatz von Grundwasserwärmepumpen vereinzelt lohnen, sofern hohe Ergiebigkeiten und geringe Flurabstände der Grundwasseroberfläche vorliegen. Allerdings ist dort das Risiko einer geeigneten Erschließung und Wiedereinleitung von Grundwasser deutlich höher. Brunnensysteme, die ausschließlich zur Wärmegewinnung genutzt werden sollen, sind besonders effizient in Gebieten mit erhöhten Temperaturen des Grundwassers, wie z. B. im Oberrheingraben, im Großraum Stuttgart oder grundsätzlich in Stadtgebieten.

## Bohrungen für Grundwasserwärmepumpen in Baden-Württemberg

Dem RPF/LGRB sind in Baden-Württemberg knapp 1400 Brunnen bekannt, die als Brunnensysteme in Betrieb sind (Stand Februar 2019). Bei zwölf Brunnensystemen handelt es sich um Anlagen mit fünf und mehr Brunnen und bei zwei Anlagen um Brunnensysteme mit 17 und 18 Einzelbrunnen. Diese größeren Anlagen dienen meist der Wärmeversorgung und der Kühlung in Neubaugebieten.

Brunnensysteme zur Wärmegewinnung werden seit den 1980er Jahren in Baden-Württemberg in zunehmendem Maße für Heiz- und Kühlzwecke im privaten und gewerblichen Bereich eingesetzt. Mit moderner Wärmepumpentechnologie und vergleichsweise preiswertem Anlagenbetrieb liefern sie inzwischen einen wichtigen Beitrag zur Schonung fossiler Energiequellen und zur Verminderung des $CO_2$-Ausstoßes. Heute werden Brunnensysteme sowohl zur Wärmegewinnung als auch für Kühlzwecke genutzt. Oftmals können mit Brunnensystemen höhere Jahresarbeitszahlen als mit Erdwärmesonden erreicht werden. Die Gesamtkosten für geothermisch genutzte Brunnensysteme liegen im Mittel unter denjenigen von Erdwärmesondenanlagen. Erdwärmekollektoren sind allerdings noch ökonomischer. Brunnensysteme sind somit i. d. R. ökologisch und ökonomisch günstiger als Erdwärmesonden, können allerdings aus den oben genannten hydrogeologischen Gründen in wesentlich weniger Gebieten gebaut werden.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 30.09.20 - 08:54):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/oberflaechennahe-geothermie/brunnensysteme/nutzungen-baden-wuerttemberg

# Kaiserstühler Vulkanite: Tuffstein, Phonolith und Karbonatit

*Blick vom Schlossbergturm bei Freiburg über den Oberrheingraben mit dem Kaiserstuhl bis zu den Vogesen*

Erdgeschichtlich junge vulkanische Gesteine wurden in Deutschland wegen ihrer Haltbarkeit, der oft beachtlichen Rohblockgrößen und der guten Bearbeitbarkeit seit römischer Zeit zur Errichtung von Bauwerken ebenso wie zur Fertigung von Gegenständen des alltäglichen Gebrauchs wie Mahlsteine, Schalen und Ofenplatten verwendet. Berühmte Bauwerke, für die Pyroklastite oder Laven in großem Umfang zum Einsatz kamen, sind z. B. die Klosterkirche Maria Laach (Tephrit -Pyroklastit, heller Laacher See-Tuffstein) und der Kölner Dom (Drachenfels-Trachyt, Londorfer Basaltlava, Laacher See-Tuffstein usw.). Das bekannteste Bauwerksensemble, welches vollständig aus pyroklastischen Gesteinen errichtet wurde, ist im Schlosspark Wilhelmshöhe bei Kassel mit dem Herkules und der Löwenburg zu finden. Die Entstehung vulkanischer Tuffe bzw. Pyroklastite beschreibt Pälchen (2011, S. 16) treffend so: „Tuffe sind ganz besondere Gesteine, denn sie sind das Ergebnis sowohl von magmatischen als auch sedimentären Prozessen. Sie entstehen, wenn flüssiges Magma unter hohem Druck aus einem Vulkan in die Atmosphäre geschleudert wird. Dabei wird der Verband des flüssigen Magmas zerstört und es entstehen Myriaden von meist staubfeinen bis faustgroßen Partikeln. Wenn sie auf die Erde fallen, dann nennen wir dieses Sediment Tuff.“ In der modernen geologischen Literatur wird der vulkanische Tuff als Tephra bezeichnet. Nicht zu verwechseln ist der vulkanische Tuff mit den Kalktuffen.

In Baden-Württemberg wurden bzw. werden junge Vulkanite vor allem am Kaiserstuhl und im Hegau abgebaut. Am Hohenstoffeln und am Höwenegg im Hegau wurden Olivin-Nephelinite gewonnen und z. B. für die dortigen Burganlagen verwendet. Natrolithführender Phonolith vom Hohentwiel fand bei der Innendekoration der Schlösser in Ludwigsburg und Stuttgart Verwendung (Geyer et al., 2003). Eine ehemalige Abbaustelle von Deckentuffen befindet sich an der Rosenegg bei Gottmadingen. Von größerer Bedeutung waren die miozänzeitlichen Pyroklastite, Laven oder subvulkanischen Intrusiva des im südlichen Oberrheingraben gelegenen Kaiserstuhls. Für die Bereitstellung werksteinfähiger vulkanischer Gesteine, vor allem für Renovierungsarbeiten oder die Errichtung landschaftstypischer Mauerwerke, ist heute vor allem dieses größte Vulkanmassiv Baden-Württembergs von Bedeutung, weshalb sich nachfolgende Beschreibung auf die bau- oder werksteintauglichen Vulkanite des Kaiserstuhls beschränkt.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Geologische Übersichtskarte für das Gebiet zwischen Offenburg und Mulhouse*

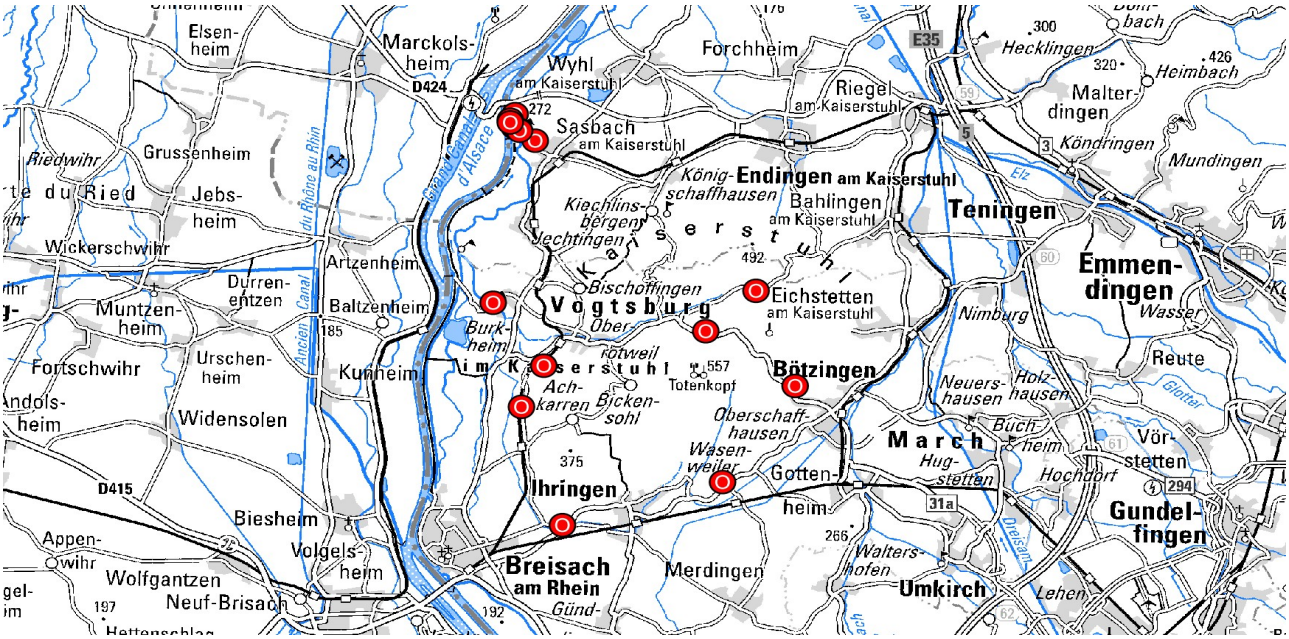
## Literatur


- Geyer, O. F., Schober, T. & Geyer, M. (2003). *Die Hochrhein-Regionen zwischen Bodensee und Basel.* – Sammlung geologischer Führer, 94, XI + 526 S., Stuttgart (Borntraeger).
- Pälchen, W. (2011). *Tuff ist das Gestein des Jahres 2011.* – GMIT Geowissenschaftliche Mitteilungen, 43, S. 16–17.
- Wimmenauer, W. (2003). *Erläuterungen zum Blatt Kaiserstuhl.* – 5. völlig neu bearbeitete Aufl., Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, IX + 280 S., 8 Taf., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [26 Abb., 14 Tab.]


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 23.01.23 - 08:17):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/kaiserstuehler-vulkanite-tuffstein-phonolith-karbonatit

# Vulkanite am Kaiserstuhl

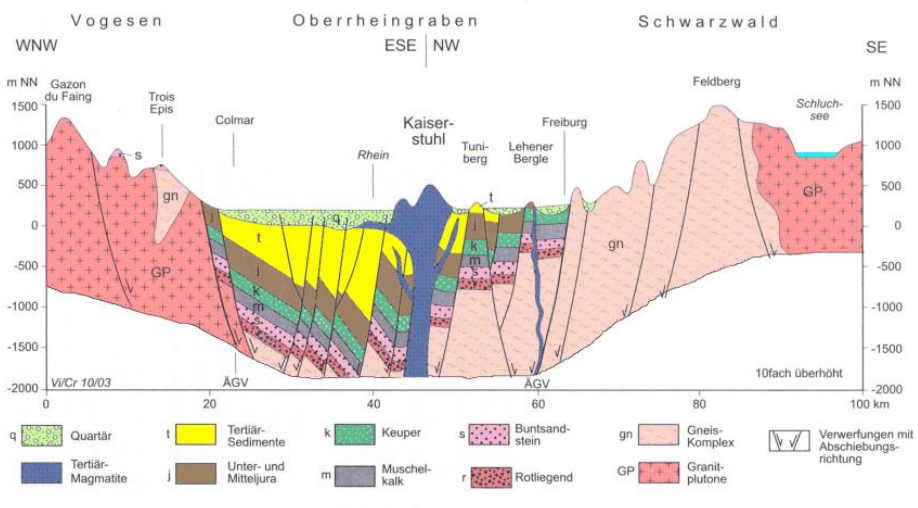



Der zu den Nationalen Geotopen Deuschlands zählende Kaiserstuhl liegt inmitten der Oberrheinebene, etwa 10 km nordwestlich von Freiburg am Ausgang der Freiburger Bucht. Das kleine Bergland erhebt sich rautenförmig auf ca. 16 km Länge und bis 12,5 km Breite über die Schotterfelder und Auen des Tieflands, die es um 250–350 m überragt. Die höchste Erhebung bildet der Totenkopf mit 557 m NN. Geologisch gliedert sich der Kaiserstuhl in vier Haupteinheiten:

- den Sockel aus tertiären Sedimentgesteinen
- den bewaldeten, hufeisenförmig nach Westen geöffneten Hauptkamm
- das Zentrum rund um den Badberg mit subvulkanischen Gesteinen
- und die den Hauptkamm umlagernden Hänge, Hügel und Riedel mit Ergussgesteinen und Tuffen, die häufig von Löss bedeckt sind.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Der vulkanische Kaiserstuhl entstand im Tertiär (Miozän) vor etwa 18–15 Mio. Jahren an einer Schwächezone im Oberrheingraben. Hier kreuzt die Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone die Verwerfungen des Oberrheingrabens. In diesem Bereich stieg Magma vor allem entlang der Tuniberg-Westrandverwerfung im Zentrum des heutigen Gebirges auf. Mit der Zeit bildete sich ein Stratovulkan mit mehreren Austrittsöffnungen, aus denen sich Lavaergüsse und Eruptionen abwechselten. Im Inneren des Vulkans drangen in mehreren Schüben magmatische Gesteine auf, die unter Hunderten von Metern Gesteinsbedeckung stecken blieben. Die Vielfalt der Vulkanite leitet sich aus einem kieselsäurearmen, ultrabasischen Magma ab, das aus dem Oberen Erdmantel aus Tiefen um 100 km aufdrang. Während des Aufstiegs und der Abkühlung in der obersten Erdkruste entstanden daraus weitere Magmentypen und in der Folge die heutigen Gesteine (fraktionierte Kristallisations-Differentiation). Bei den Magmatiten sind in einer grauen bis schwarzen Grundmasse unterschiedliche Einsprenglinge erkennbar, die zu einer porphyrischen Struktur führen können. Bei langsam erkalteten Gesteinen konnten größere Kristalle heranwachsen als bei rascher Abkühlung. In den Klüften und Gasblasen kristallisierten während des Erkaltens in heißem Wasser gelöste Minerale aus. Durch Einflüsse aus den Tertiärsedimenten im Kontakt mit dem aufdringenden Magma änderte sich der Mineralbestand. So kam es z. B. im Phonolith des Fohbergs zur Bildung der Zeolithe. Die Tuffe sind bei einer Entstehung aus Staub- oder Glutwolken feinkörnig ausgebildet. Beim Auswurf gröberer Gesteinsbrocken entstanden die Brockentuffe und vulkanischen Bomben. Teilweise wurde das vulkanische Material auch durch Schlammströme umgelagert (Lahare). Nach Ende der vulkanischen Aktivität trug die Erosion den Vulkan bis auf die heute sichtbare Ruine ab. Den Gesteinssockel des Kaiserstuhls bilden bis über 1000 m mächtige Sedimentgesteine aus der tertiären Füllung des Oberrheingrabens. Darunter lagern mesozoische und paläozoische Gesteinsschichten, die beim Einbruch des Grabens absanken. An der Nordostspitze des Kaiserstuhls sind deshalb bei Riegel örtlich Kalksteine aus dem Mitteljura aufgeschlossen.




*Querschnitt durch den Oberrheingraben auf Höhe des Kaiserstuhls*

*Aufgelassener Steinbruch im Badloch mit Thermalquelle, Vogtsburg im Kaiserstuhl*

Im Zentrum des Kaiserstuhls mit dem Hauptkamm nehmen Essexite und Theralite in einer gemeinsamen geologischen Einheit die größten Flächen ein. Auf der Ostseite des Hauptkamms mit der Eichelspitze und dem östlich davon gelegenen Bötzinger Fohberg sind Phonolithe und porphyrische Ganggesteine verbreitet. Der Phonolith ist u. a. wegen seines Gehalts an Zeolithen ein vielseitig verwendbarer Rohstoff. Der Mondhaldeit wurde zuerst am Kaiserstuhl beschrieben. Außer an der Mondhalde bei Oberrotweil kommt er kleinflächig bei Schelingen und am Ihringer Winklerberg vor. Er ist ein graues bis hellgraues, feinkörniges Ganggestein mit einer Grundmasse aus Alkalifeldspat und Plagioklas mit kleinen Einsprenglingen (Augit) und häufig eingeregelten Blasen. Am Badberg und Haselschacher Buck liegen die größten Vorkommen vom seltenen Karbonatit. Er besteht zu 90 % aus mittel- bis grobkristallinem Calcit. Seine Nebenminerale sind vor allem Pyrochlor, Perowskit, Magnetit und Phlogopit. Seine Entstehung wird auf den Aufstieg hochgradig differenzierter Restschmelzen gegen Ende des Kaiserstuhl-Vulkanismus zurückgeführt. Die genannten Gesteine sind alle subvulkanische Bildungen, die aus bereits im Untergrund erstarrtem Magma und nicht bei einem Ausbruch an der Oberfläche entstanden sind. Auf sehr kleinen Flächen finden sich auch subvulkanische Brekzien. Nördlich der Eichelspitze wurden die alttertiären Mergelsteine und kalkigen Sandsteine in der Kontaktzone zu den aufgedrungenen Vulkaniten schwach metamorph überprägt und dabei gehärtet.

*Aufgelassener Steinbruch am Büchsenberg bei Vogtsburg im Kaiserstuhl*

Die vor allem westlich und nördlich an den Hauptkamm anschließenden Vulkangesteine bestehen aus einer Abfolge von bis zu 10 m mächtigen Strömen aus Tephrit-Laven und Tuffen (Pyroklastiten). Der im Nordwesten gelegene Limberg sowie der Breisacher Münsterberg sind aus Laven von Limburgit und Basanit aufgebaut sowie aus Olivinnephelinit-Laven im Wechsel mit Tuffgesteinen, die vulkanische Bomben enthalten. Der Limburgit weist frisch eine schwarze bis rotbraune, dichte oder glasige Grundmasse auf, die von Blasen unterschiedlicher Größe durchsetzt sein kann. Neben schwarzen Einsprenglingen aus Augit führt er solche aus grünlichem Olivin, der gelb bis rotbraun verwittert. Als Füllung von Gasblasen finden sich Calcit, Aragonit, Philipsit, Faujasit oder Hyalith. Am Limberg sind zusätzlich tertiäre Mergel und Sandsteine aufgeschlossen. Die Hügel, Riedel und ostexponierten Hänge des Kaiserstuhls werden bis in eine Höhe von 400 m NN von Löss bedeckt, dessen Mächtigkeit bis zu 30 m betragen kann. Die meisten bekannten Aufschlüsse mit Eruptivgesteinen liegen deshalb auf der Westseite.

Neben seinem hochinteressanten geologischen Aufbau weist der Kaiserstuhl mit seinem trocken-warmen Klima und der meist engräumigen Vernetzung der Lebensräume durch Naturschutzgebiete eine sehr hohe biologische Vielfalt auf. Viele wärmeliebende Tier- und Pflanzenarten, die sonst im submediterranen Raum verbreitet sind, finden hier ein zuhause in Deutschland. Eine bodenkundliche Besonderheit stellen die Vorkommen von Tschernosemen am Badberg und Haselschacher Buck dar. Das Naturzentrum Kaiserstuhl des Schwarzwaldvereins bietet viele Informationen und Veranstaltungen zur Natur, Geologie und Kulturgeschichte des Kaiserstuhls. Auf Lehrpfaden mit geowissenschaftlichen Themen kann man den Kaiserstuhl selbständig erkunden.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Informationstafel am Geopfad Eichstetten*

Weiterführende Informationen finden sich bei Wimmenauer (2003, 2009b), Groschopf & Villinger (2009), Geyer (2019d, 2019f), Huth (2019c), Huth & Treiber (2019a) und Wittenbrink (2019).

## Externe Lexika

WIKIPEDIA
- Kaiserstuhl

## Weiterführende Links zum Thema

- Naturzentrum Kaiserstuhl

## Literatur


- Geyer, M. (2019d). *Ihringen: Kakteen, Wein und Stein – Der Winklerberg bei Ihringen.* – Rosendahl, W., Huth, T., Geyer, M., Megerle, A. & Junker, B. (Hrsg.). Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim, S. 76–77, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 38).
- Geyer, M. (2019f). *Oberbergen: Ein exotisches Gestein im Herzen des Kaiserstuhls – der Karbonatit am Badberg.* – Rosendahl, W., Huth, T., Geyer, M., Megerle, A. & Junker, B. (Hrsg.). Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim, S. 89–90, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 38).
- Groschopf, R. & Villinger, E. (2009). *Geologie und Erdgeschichte des Kaiserstuhls.* – RP Freiburg (Hrsg.). Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein, S. 41–95, Ostfildern (Thorbecke). [30 Abb., 2 Tab.]
- Huth, T. (2019c). *Sasbach: Auf Hephaistos Spuren – rote Gesteine an Limberg und Lützelberg.* – Rosendahl, W., Huth, T., Geyer, M., Megerle, A. & Junker, B. (Hrsg.). Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim, S. 93–95, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 38).
- Huth, T. & Treiber, R. (2019a). *Ihringen: Der Einstieg in den Vulkan – das Naturzentrum Kaiserstuhl in Ihringen.* – Rosendahl, W., Huth, T., Geyer, M., Megerle, A. & Junker, B. (Hrsg.). Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim, S. 74–75, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 38).
- Treiber, T. (2014). *Vulkangesteine & Mineralien im Kaiserstuhl – Ein Taschenbegleiter; Roches volcaniques et minéraux du Kaiserstuhl.* 64 S., Ihringen (Naturzentrum Kaiserstuhl).
- Wimmenauer, W. (2003). *Erläuterungen zum Blatt Kaiserstuhl.* – 5. völlig neu bearbeitete Aufl., Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, IX + 280 S., 8 Taf., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [26 Abb., 14 Tab.]
- Wimmenauer, W. (2009b). *Magmatische Gesteine und ihre Minerale.* – Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.). Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein, S. 94–130, Ostfildern (Thorbecke). [64 Abb., 2 Tab.]
- Wittenbrink, J. (2019). *Bötzingen: Ein besonderer Stein – der Phonolith vom Fohberg bei Bötzingen.* – Rosendahl, W., Huth, T., Geyer, M., Megerle, A. & Junker, B. (Hrsg.). Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim, S. 87–88, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 38).


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 14.12.23 - 14:47):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/aufschluesse/oberrhein-hochrheingebiet/vulkanite-am-kaiserstuhl

# Mitteljura

Lithostratigraphische Gruppe

## Übergeordnete Einheit

Der Mitteljura ist die mittlere Abteilung des Juras. Im überwiegenden Teil von Baden-Württemberg wird diese durch die Braunjura-Gruppe vertreten. Lediglich der Mitteljura im südlichen Oberrheingebiet ist teilweise in rauracischer Fazies entwickelt und gehört streng genommen einer anderen Gruppe an, die bisher allerdings weder definiert noch benannt wurde.

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

Die überwiegend tonigen Gesteine des Mitteljuras bilden in Baden-Württemberg den meist bewaldeten Anstieg zur Oberjura-Schichtstufe der Schwäbischen Alb und streichen in einem 3 bis 6 km breiten Streifen (kleinräumig bis zu 13 km) im Albvorland aus. Nach Süden setzt sich der Mitteljura der Alb südlich der Donau im Wutachgebiet und Klettgau fort. Kleinere Ausstrichgebiete liegen in den Randschollen des südlichen Oberrheingrabens.

*Wasserfallschichten der Opalinuston-Formation (Zillhausen-Subformation) im Heiligenbach bei Hechingen-Schlatt*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

*Ausschnitt der Achdorf-Formation und Wedelsandstein-Formation im Schleifebächle unterhalb Blumberg*

Die marinen Ablagerungen im Mitteljura von Baden-Württemberg bestehen überwiegend aus dunkelgrauen, schluffigen Tonsteinen mit Einschaltung von kalkigen Sandsteinen und wenigen dünnen, teils geröllführenden Kalkbänken in der unteren Hälfte der Abfolge. Die Tonsteine im mittleren und oberen Teil sind durch meist nur 1–2 m mächtige Brauneisenoolith-Horizonte gegliedert. In mehreren Abschnitten der Schichtenfolge geben sich einstige Schwellenbereiche im Meer – im Südwesten und im Osten bis Südosten der Übersichtskarte – durch eisen- oder kalkoolithische sowie sandige Fazies der Gesteine und teils geringere Mächtigkeiten zu erkennen. So wird der mittlere Teil der Abfolge im südlichen Oberrheingebiet durch einen bis 100 m mächtigen Kalkoolith eingenommen. In der Ostalb liegen der mittlere und obere Abschnitt als 5–10 m mächtiger Eisenoolith vor. Der Mitteljura ist abschnittsweise ausgesprochen fossilreich; neben den für die Stratigraphie wichtigen Ammoniten sind Muscheln, Brachiopoden und Belemniten besonders häufig.

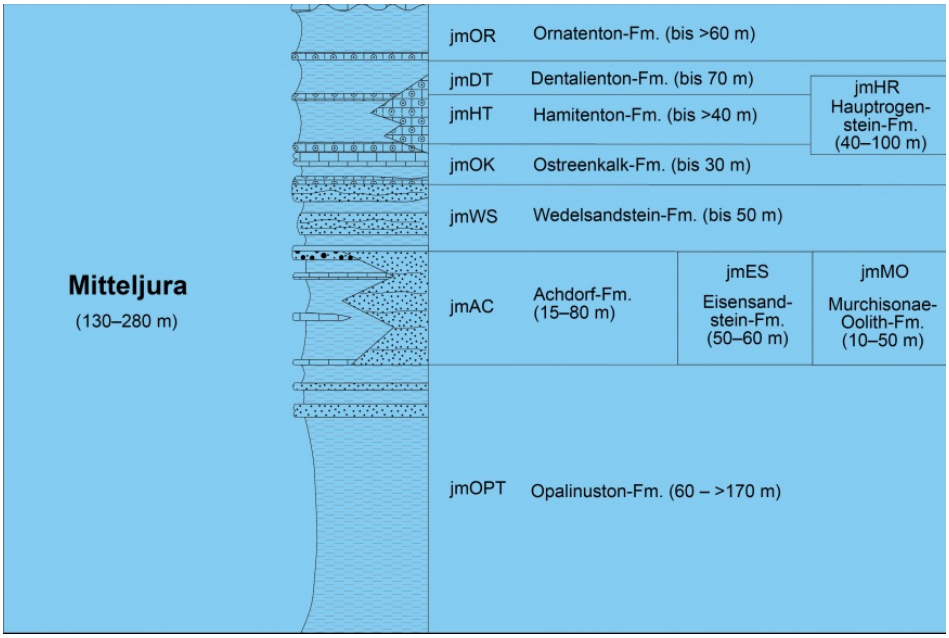
Der Untere Mitteljura besteht in der Schwäbischen Alb aus der Opalinuston-Formation und der Achdorf-Formation. Die Basis ist definiert durch die dunkle Tonstein-Fazies über der Kalk-Mergel-Wechselfolge des Unterjuras. Die Eisensandstein-Formation in der östlichen Schwäbischen und der gesamten Fränkischen Alb ist durch eisenschüssige Sandsteine und lokale Eisenoolith-Flöze gekennzeichnet. Im südlichen Oberrheingebiet, am Hochrhein und im Klettgau tritt die Murchisonaeoolith-Formation an die Stelle der Achdorf-Formation.

Der Mittlere Mitteljura umfasst im Landesgebiet vier Formationen: unten die Wedelsandstein-Formation, darüber die durch unterschiedlichen Anteil und Position von Eisenoolithen abgrenzbare Gosheim-Formation (Oberrheingebiet, Westalb), Ostreenkalk-Formation (Mittlere Alb) und Sengenthal-Formation (Ostalb). Letztere setzt sich in der Frankenalb fort. Die Untergrenze wird an der Basis eines geringmächtigen Horizonts gezogen, der als Eisenoolith, Kalkoolith oder als Geröllbank entwickelt ist. Im südlichen Oberrheingebiet setzt im obersten Abschnitt des mittleren Mitteljuras die Hauptrogenstein-Formation ein, die sich in den oberen Mitteljura hinein fortsetzt.

Der Obere Mitteljura ist aus acht Formationen zusammengesetzt: Neben der bereits erwähnten Hauptrogenstein-Formation am südlichen Oberrhein sind dies in der Schwäbischen Alb die Hamitenton-Formation, die Dentalienton-Formation und die Ornatenton-Formation, in die 3 Eisenoolith-Horizonte eingeschaltet sind. Im Wutachgebiet folgen über der Dentalienton-Formation die Variansmergel-Formation und die eisenoolithische Wutach-Formation. Im südlichen Oberrheingebiet wird die Ornatenton-Formation noch überlagert von der bis etwa 125 m mächtigen Kandern-Formation, die aus dunkelgrauen Tonmergelsteinen, im oberen Abschnitt mit zahlreichen Kalksteinknollen, besteht. In der Ostalb vertritt diesen Zeitabschnitt die durchgehend eisenoolithische Sengenthal-Formation. Die Untergrenze des Oberen Mitteljuras ist definiert durch das Aussetzen der Eisenooidführung am Top des Subfurcaten-Ooliths. Die Obergrenze wird an der Basis der ersten hellen Karbonatbank des Oberjura gezogen.

## Mächtigkeit

Die Gesamtmächtigkeit des Mitteljuras ist im Oberrheingebiet mit etwa 300–450 m am höchsten, sonst beträgt sie etwa 150–300 m, sinkt aber ganz im Südosten zur einstigen Meeresküste hin auf unter 120 m ab (Rupf & Nitsch, 2008; NAGRA, 2008).




*Schichtenfolge des Mitteljuras (schematisch) mit Mächtigkeiten*

## Alterseinstufung

*Stephanoceras sp., Humphriesianum-Zone; Kahlenberg bei Ringsheim; Foto: M. Kutz*

Der Mitteljura umfasst die internationalen Stufen vom Aalenium bis zum Callovium (174–163,5 Mio. Jahre vor heute). Dabei liegt in Baden-Württemberg die Basis der Opalinuston-Formation teilweise im Toarcium, während die Ornatenton-Formation und die Kandern-Formation noch in das Oxfordium hinaufreichen.

## Ältere Bezeichnungen

Der Mitteljura wurde häufig auch als Dogger bezeichnet; doggers war eine umgangssprachliche Bezeichnung für Konkretionen in Yorkshire. Beim British Geological Survey wird der Begriff heute lithostratigraphisch für eine Formation gebraucht, die etwa unserer Opalinuston-Formation entspricht. Nach Mönnig et al. (2018) soll diese Bezeichnung in Süddeutschland nicht mehr verwendet werden.

## Sonstiges

Die bis über 2 m mächtigen Eisenoolithe der Eisensandstein-Formation, deren Erzgehalte bis über 35 % erreichen, waren bei Aalen-Wasseralfingen und Geislingen an der Steige im Vorland der Ostalb lange Zeit im Abbau. Auch die bis 12 m mächtigen eisenoolithischen Erzflöze der Murchisonaeoolith-Formation im Gebiet Klettgau–Hochrhein–südliches Oberrheingebiet wurden früher bei Ringsheim und am Schönberg bei Freiburg abgebaut.

Die eisenoolithische Wutach-Formation, die Erzgehalte von ca. 20–30 % aufweist, ist früher bei Gutmadingen und Blumberg abgebaut worden.

*Erzlager der Murchisonaeoolith-Formation (Ausschnitt) am Kahlenberg bei Ringsheim*

## Externe Lexika

LITHOLEX

- Braunjura-Gruppe
- Kandern-Formation
- Ornatenton-Formation
- Wutach-Formation
- Variansmergel-Formation
- Dentalienton-Formation
- Hamitenton-Formation
- Hauptrogenstein-Formation
- Sengenthal-Formation
- Ostreenkalk-Formation
- Gosheim-Formation
- Wedelsandstein-Formation
- Murchisonaeoolith-Formation
- Eisensandstein-Formation
- Achdorf-Formation
- Opalinuston-Formation

## Literatur


- Mönnig, E., Franz, M. & Schweigert, G. (2018). *Der Jura in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland (STD 2016).* – Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 169(2), S. 225–246.
- NAGRA (2008). *Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und das HAA-Lager. Geologische Grundlagen.* – Techn. Ber., 08–04, 439 S., Wettingen (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle).
- Rupf, I. & Nitsch, E. (2008). *Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzung und erste geologische Ergebnisse.* – LGRB-Informationen, 21, S. 1–81, 10 Beil.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 01.06.21 - 13:12):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/jura/mitteljura

# Jüngere Magmatite

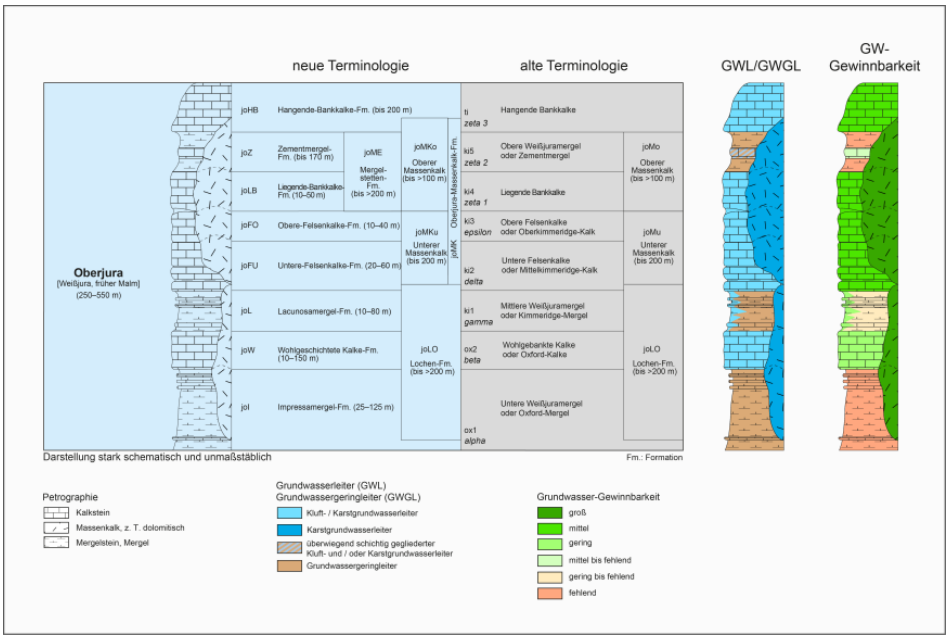
In der hydrogeologischen Einheit Jüngere Magmatite werden magmatische Gesteine zusammengefasst, die überwiegend im Tertiär (Miozän) entstanden. Nur wenige Vorkommen haben kreidezeitliches Alter. Sie sind auf viele Einzelvorkommen im Hegau, auf der Mittleren Schwäbischen Alb und ihrem Vorland, im Kaiserstuhl und Südschwarzwald sowie im südlichen Odenwald und Kraichgau verteilt. Der Kaiserstuhl ist das größte Einzelvorkommen in Baden-Württemberg.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:05):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/juengere-magmatite

# Hydrogeologischer Überblick



*Gliederung des Oberjuras in schwäbischer Fazies in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter sowie Grundwassergewinnbarkeit*

Die schwäbische Fazies des Oberjuras ist durch einen wiederholten lateralen Wechsel zwischen geschichteter Bankkalk- und Mergel-Fazies und mächtigen ungeschichteten Massenkalken aus Schwamm-Mikroben-Biohermen gekennzeichnet. Diese sind insbesondere im höheren Oberjura dolomitisiert oder sekundär zu „Zuckerkörnigem Kalkstein“ rekristallisiert. Die Bankkalke und insbesondere die Massenkalke sind unterschiedlich stark von korrosiv erweiterten Hohlräumen durchzogen. Diese Verkarstungserscheinung führt dazu, dass Niederschlagswasser schnell und zu großen Teilen in den Untergrund versickert und zur Grundwasserneubildung beiträgt. Weitere charakteristische Karstformen sind durch Lösung entstandene Hohlformen wie z. B. Dolinen, Karstsenken, Höhlen oder Trockentäler.

Das Hauptverbreitungsgebiet des Oberjuras ist die Hochfläche der Schwäbischen Alb und die Schichtstufe an deren Nordrand (Albtrauf). Nach Südosten tauchen die Oberjuraschichten unter die tertiären Molasseschichten in größere Tiefen ab. Dort finden sich bedeutende Thermalwasservorkommen.

Im südöstlichen Molassebecken geht die schwäbische Fazies in die helvetische Fazies über. Sie besteht aus einer mächtigen Folge gering durchlässiger, dunkler, teils bituminöser Karbonatgesteine mit sehr geringer bis fehlender Grundwasserführung.

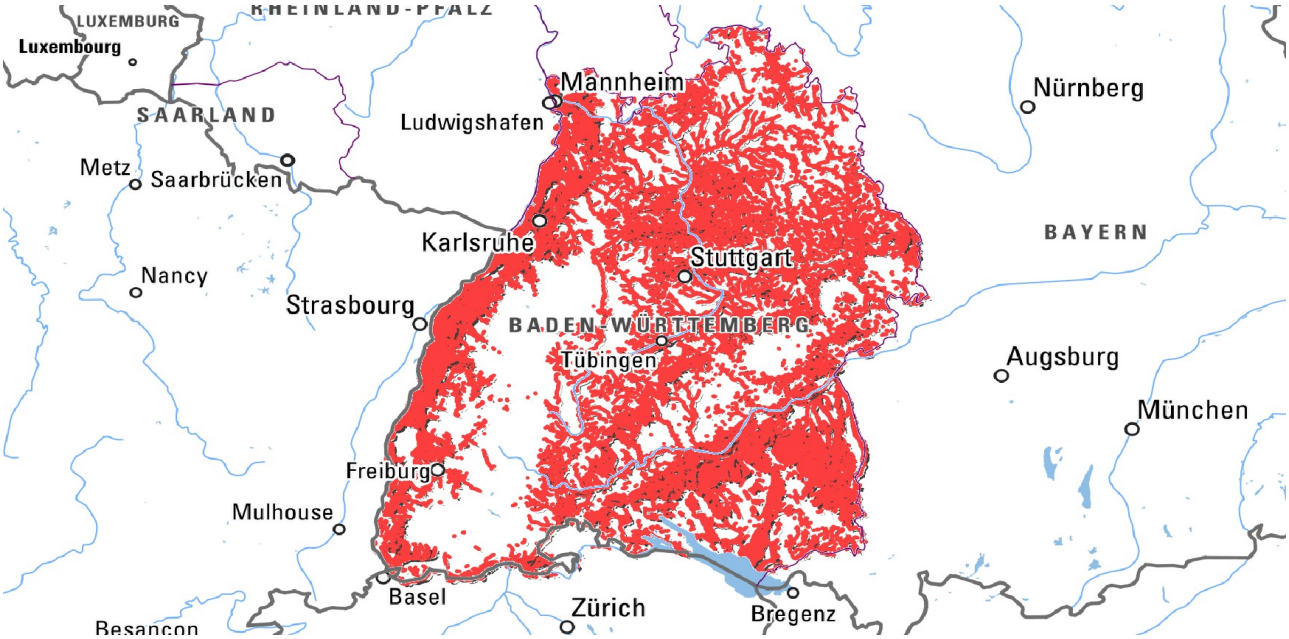
Die Oberjuravorkommen am Hochrhein, im Klettgau und im Oberrheingraben (argovische und keltische Fazies) sind auf meist kleinräumige Vorkommen mit geringer Grundwasserführung beschränkt.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 02.11.23 - 12:08):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/oberjura/hydrogeologischer-ueberblick

# Bindig kompressible Lockergesteine




## Setzungsgefahr aufgrund bindig kompressibler Lockergesteine

Bindig kompressible Lockergesteine reagieren auf Einwirkungen durch Bauwerkslasten mit Setzungen. Die meist tonig-schluffigen Sedimente quartären Alters sind landesweit vorhanden. Gehäuft sind diese in Tallage vorzufinden, insbesondere im Oberrheingraben (Oberrhein- und Hochrheingebiet) sowie in Oberschwaben (Alpenvorland). In der Ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte (IGHK50) des LGRB im Maßstab 1 : 50 000 wird für ca. 14 % der Landesfläche Baden-Württembergs die Objektart „Setzungen – Setzungsgefahr aufgrund bindiger kompressibler Lockergesteine“ ausgewiesen.
32 geologische Einheiten wurden als bindig kompressible Lockergesteine eingestuft, die zu Setzungen neigen können. Dazu gehören u. a. Auenlehme, Hochflutlehme und Fließerdefolgen, aber auch regional auftretende Einheiten wie z. B. das Hasenweiler-Beckensediment.

*Pararendzina aus würmzeitlichen Seeablagerungen im Frickinger Becken (U13)*

Die Entstehung der bindig kompressiblen Lockergesteine ist oftmals gebunden an eine herabgesetzte Fließgeschwindigkeit des Wassers, die eine Ablagerung der in Suspension befindlichen Ton- und Schluffpartikel ermöglicht. So finden sich z. B. tonig-schluffige Auenlehme und Hochflutlehme im Überflutungsbereich entlang von Flussläufen. Die mächtigen glazialen Ablagerungen der Hasenweiler-Beckensedimente im Bodenseeraum wurden in vom Eis ausgeräumten Zungenbecken durch das Schmelzwasser als grauer, toniger Schluff abgelagert (Wagenplast, 2005).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Die Entstehung von Fließerde ist hingegen nicht an aquatische Transport- und Ablagerungsprozesse gebunden. In Baden-Württemberg bildete sich Fließerde vor allem während einer Kaltzeit. Dies geschieht bereits ab einer Hangneigung von 1–2°, wenn Permafrostboden oberflächlich auftaut und sich der Boden durch wasserübersättigtes, zähbreiiges Fließen (Makrosolifluktion, Gelifluktion) sowie durch Frosthub und damit verbundenem Materialtransport beim Wiederauftauen in Gefällerichtung bewegt (Mikrosolifluktion, Frostkriechen). Fließerden setzen sich meist aus Schluff und Sand mit wechselnden Nebenanteilen aus Kies, Steinen und anderen Umlagerungsbildungen zusammen.

*Setzungsrisse an einem Gebäude in Mössingen-Gomaringen*

In allen stark setzungsfähigen, bindig kompressiblen Lockergesteinen können sich die Zusammensetzung, der Wassergehalt und die ingenieurgeologischen Eigenschaften auf kurzer Distanz ändern (Wagenplast, 2005). Die bindig kompressiblen Lockergesteine sind aufgrund der fehlenden Auflast überlagernder Gesteine nicht konsolidiert und weisen folglich bei entsprechenden Wassergehalten überwiegend breiige bis weiche Konsistenzen auf. Daher neigen sie bei Aufbringen von Lasten zu Setzungen, die Sondermaßnahmen bei der Gründung von Bauwerken erforderlich machen können.

## Literatur

- Wagenplast, P. (2005). *Ingenieurgeologische Gefahren in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 16, S. 1–79.

Cookie-Einstellungen

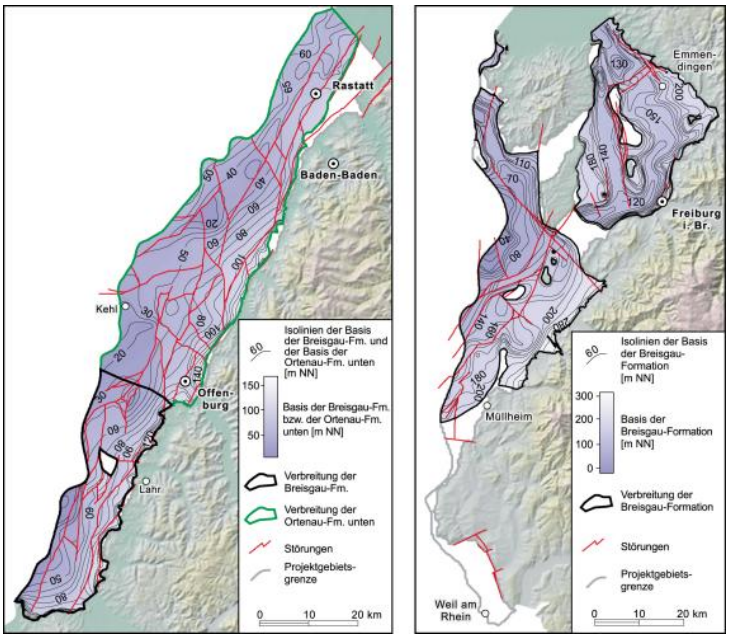
**Quell-URL (zuletzt geändert am 27.02.23 - 08:41):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/ingenieurgeologie/setzungen/bindig-kompressible-lockergesteine

# Breisgau-Formation

## Geologie

Die Breisgau-Formation besteht aus unterschiedlich dicht gelagerten, sandig-schluffigen Kiesen, die stellenweise geringmächtige Schlufflinsen enthalten. Die Gerölle stammen in Rheinnähe hauptsächlich aus den Alpen (Rheineinzugsgebiet). In Annäherung an den Grabenrand nimmt der Anteil der Gerölle aus dem Schwarzwald stetig zu (lokale Komponenten). Die alpinen Gerölle nehmen zudem generell von unten nach oben zu.

Die Kristallingerölle können z. T. unverwittert, z. T. mäßig bis stark verwittert sein. Sie zerfallen dann zu Mittel- bis Grobsand. An manchen Geröllen treten Verwitterungsrinden (Halos) auf. Der Zersetzungsgrad und die Lagerungsdichte der Breisgau-Formation nehmen generell mit der Tiefe zu. Der Anteil an zersetzten Kristallingeröllen nimmt nach Norden ab.



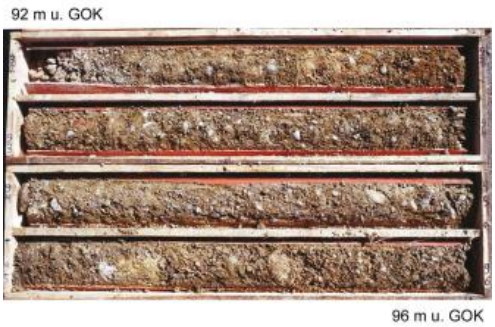

*Verbreitung und Basis der Breisgau- Formation*

Aufgrund der lithologischen Ausbildung, einer bereichsweise vorhandenen Groblage (Ellwanger et al., 2003) und von Unterschieden im Schwermineralspektrum (Hagedorn, 2004) lässt sich die Breisgau-Formation stellenweise in die Weinstetten-Subformation (früher: Untere Breisgau-Schichten) und in die Balgau-Subformation (früher: Obere Breisgau-Schichten) unterteilen.

Typisch für die sandigen, bereichsweise schluffigen Kiese der Weinstetten-Subformation sind ihre rötlich-braune Farbe und höhere Schluffanteile. Die Gneis- und Granitgerölle sind meist stärker verwittert („faule Gerölle“) als in der Balgau-Subformation. Die Granite zerfallen dabei zu einem stark schluffigen, scharfkantigen Mittel- bis Grobsand, die Gneise bei völliger Zersetzung zu einem tonigen Schluff. Bereichsweise gehen die schluffigen Kiese in graubraune bis rotbraune Diamikte über. Ihre Matrix besteht aus tonig-schluffig-sandigem Geröllzersatz.

Die Weinstetten-Subformation ist meist dicht gelagert und häufig verbacken.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau 




*Breisgau-Formation in der Bohrung Hartheim B 1 (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/492)*

Die Balgau-Subformation besteht aus grauen bis braungrauen sandigen und bereichsweise schluffigen Kiesen, in denen Gerölle aus den Alpen überwiegen.

Das Lokalmaterial ist weniger stark zersetzt, die Komponenten sind gröber und die diamiktischen Kiese lockerer gelagert als in der unterlagernden Weinstetten-Subformation. Die Basis der Balgau-Subformation ist häufig durch eine Groblage aus alpinen Geröllen gekennzeichnet.

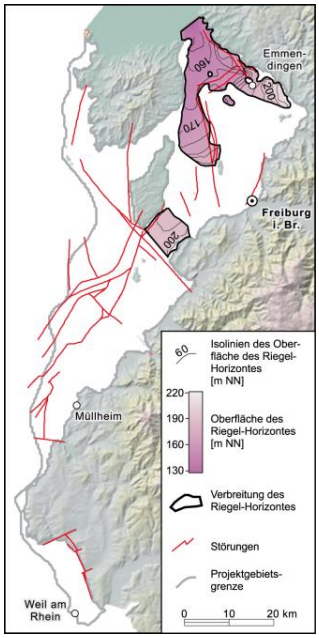
*Breisgau-Formation in der Bohrung Hartheim B 1 (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/492)*

Nördlich des Kaiserstuhls nimmt der Anteil der zersetzten Gerölle sowie der Schluffanteil in der Breisgau-Formation stark ab. Südlich von Offenburg fehlen die zersetzten Schwarzwaldgerölle nahezu vollständig und eine Unterscheidung zwischen der Neuenburg-Formation und der darunter folgenden Breisgau-Formation ist nicht mehr möglich. Hier wird die gesamte sandig-kiesige Abfolge als Ortenau-Formation zusammengefasst. Dieser lithofazielle Übergang ist in den hydrogeologischen Längsprofilen dargestellt.

Die Wasser-Subformation ist die Randfazies der Breisgau-Formation. In ihr fehlen Komponenten alpiner Herkunft. Sie besteht aus groben lokalen Schottern und Sanden mit einem hohen Anteil zersetzter Gerölle. Sie gehen in graubraune bis rotbraune Diamikte mit tonig-schluffig-sandiger Matrix über. In der dicht gelagerten Abfolge treten immer wieder Einschaltungen von verhältnismäßig „frischen“, sauberen Schwarzwaldkiesen auf. Sie sind in der Freiburger Bucht im Raum Teningen und Umkirch in großer Mächtigkeit verbreitet. Die Wasser-Subformation kommt im Südgraben am Grabenrand bis etwa Bühl und im Unterlauf der größeren Schwarzwaldtäler (Dreisam, Elz, Schutter, Kinzig, Rench) vor.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

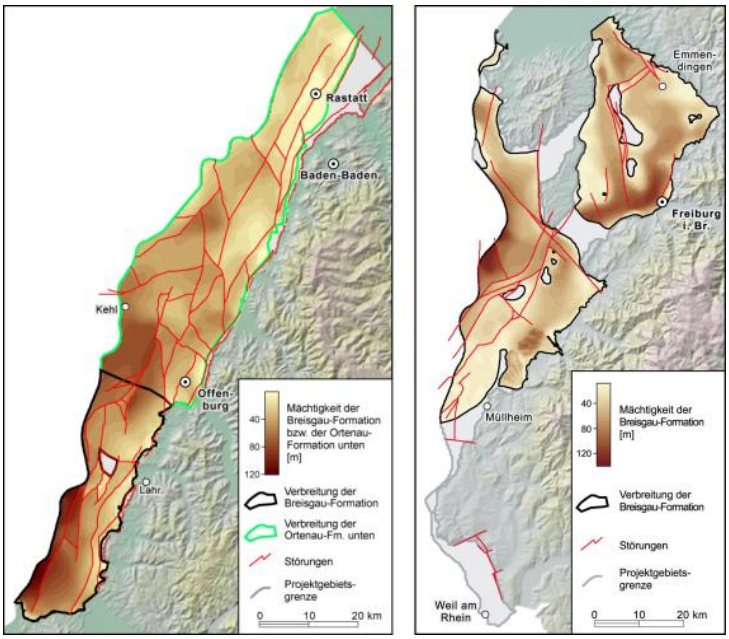
Der Riegel-Horizont (HGK, 1979a) ist eine feinklastische Einschaltung im oberen Abschnitt der Wasser-Subformation. Er tritt in der Freiburger Bucht auf. Er ist meist als schwach feinsandiger schluffiger Ton bzw. toniger Schluff ausgebildet. In der typischen Ausbildung hat er aufgrund eines deutlichen Gehalts an organischen Bestandteilen eine dunkelgraue bis schwarze Farbe (Bereich Riegel bis nördlich Teningen), ansonsten ist er bräunlich bis gelblich. In Bereichen größerer Mächtigkeit wirkt der Riegel-Horizont hydraulisch als Trennhorizont.




*Die Verbreitung und Oberfläche des Riegel-Horizonts*

Die mittlere Mächtigkeit der Breisgau-Formation liegt bei 50–100 m (Ellwanger, 2011a). Sie erreicht ihre größte Mächtigkeit in Rheinnähe (bei Hartheim über 150 m sowie nordwestlich Rust 100 m). Nach Osten nimmt sie auf 30 bis 40 m ab, am Grabenrand keilt sie aus.

Die Gesteine der Breisgau-Formation sind in der Hydrogeologischen Karte Kaiserstuhl–Markgräflerland (HGK, 1977) als „Festgelagerte Kiese und Schotter mit größeren Schluffanteilen“ beschrieben. In den älteren Geologischen Karten sind im Markgräfler Land im Bereich der Vorbergzone „Altpleistozäne Schotter“ (bzw. „Ältere Schotter“) (Groschopf et al., 1996) kartiert. Diese Schotter gleichen in ihrer lithologischen Ausbildung denen der Breisgau-Formation und werden deshalb dieser hydrogeologischen Einheit zugeordnet. Ob es sich dabei tatsächlich um zeitgleich abgelagerte Gesteine handelt ist unklar.




*Mächtigkeit der Breisgau-Formation*

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Breisgau-Formation ist ein Porengrundwasserleiter mit hoher (Balgau-Subformation) bis überwiegend mäßiger Durchlässigkeit (Weinstetten-Subformation) und mittlerer bis mäßiger Ergiebigkeit. Hydraulisch wirksame, flächenhaft verbreitete Trennschichten innerhalb der Breisgau-Formation fehlen. Eine Ausnahme bildet der lokal ausgebildete Riegel-Horizont in der Wasser-Subformation.

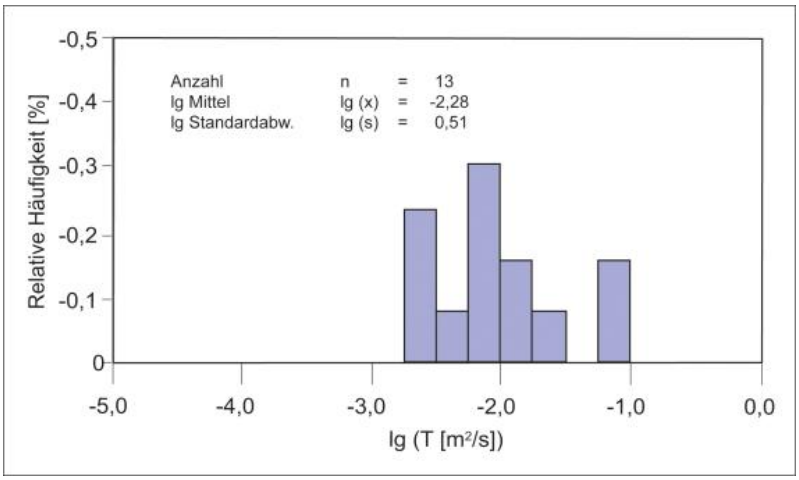
Die Wasser-Subformation ist ein Porengrundwasserleiter mit wechselnder Durchlässigkeit. Die stärker zersetzten „faulen“ Kiese in der Freiburger Bucht sind gering bis mäßig durchlässig, die eingeschalteten verhältnismäßig „frischen“ (unverwitterten) Kiese sind höher durchlässig. Die Wechsellagerung führt in Verbindung mit dem Riegel-Horizont zu einer stockwerksartigen Gliederung der Wasser-Subformation. Dies trifft insbesondere für den Bereich Teningen und weniger ausgeprägt für den Raum Umkirch zu (HGK, 1979a).

Ebenso wie die Neuenburg-Formation weisen die schichtig abgelagerten Lockersedimente der Breisgau-Formation eine hohe vertikale Anisotropie auf.

Hydrostratigraphisch bildet die Breisgau-Formation zwischen Weil am Rhein und Offenburg den Unteren Grundwasserleiter .

## Hydraulische Eigenschaften

Die Breisgau-Formation weist deutlich geringere Durchlässigkeiten als die überlagernde Neuenburg-Formation auf. Sie liegen zwischen 0,07 und 11,2 · $10^{-3}$ m/s (arithmetischer Mittelwert: 2 · $10^{-3}$ m/s, Median 0,42 · $10^{-3}$ m/s, Standardabweichung 3,36 · $10^{-3}$ m/s). Die Transmissivität der Breisgau-Formation liegt zwischen 1,1 und 56,0 · $10^{-3}$ $m^2$/s (arithmetischer Mittelwert: 10,8 · $10^{-3}$ $m^2$/s, Median 3,8 · $10^{-3}$ $m^2$/s), (Wirsing & Luz, 2007).




*Breisgau-Formation (Unterer Grundwasserleiter): Log-normale Häufikeitsverteilung der Transmissivitätswerte T*

## Hydrologie

Das Grundwasser in der Breisgau-Formation wird durch flächenhafte vertikale Zusickerung aus der überlagernden Neuenburg-Formation sowie in geringerem Umfang durch laterale Randzuflüsse aus dem Festgesteinsrahmen neu gebildet. Daneben ist an der Zusammensetzung des Grundwassers Rheinuferfiltrat beteiligt. Es wurde zwischen Fessenheim und Breisach in einem etwa einen Kilometer breiten, rheinparallelen Streifen bis an die Basis der Breisgau-Formation isotopisch nachgewiesen.

Aufgrund der geringen Anzahl von Grundwassermessstellen, die in der Breisgau-Formation verfiltert sind, liegen keine detaillierten Informationen über das Grundwasserströmungssystem vor. Da zwischen der Breisgau-Formation und der überlagernden Neuenburg-Formation flächig ausgebildete hydraulisch wirksame Trennhorizonte fehlen, kann davon ausgegangen werden, dass das Grundwasserfließsystem in der Breisgau-Formation (Unterer Grundwasserleiter) dem in der Neuenburg-Formation (Oberer Grundwasserleiter) ähnlich ist. Der Einfluss der Oberflächengewässer ist allerdings abgeschwächt.

Einige der Baggerseen im Oberrheingraben reichen bis in die Breisgau-Formation und führen somit zu einer direkten hydraulischen Verbindung zwischen dem unteren und dem oberen Grundwasser.

Über Potenzialdifferenzen zwischen der Breisgau-Formation und der Neuenburg-Formation liegen keine flächendeckenden Informationen vor. Lokal können die Potenzialdifferenzen wenige Zentimeter betragen.

Eine Sonderstellung nimmt die Wasser-Subformation im Raum Teningen ein. Dort bestehen zwischen dem Grundwasser im Unteren und im Oberen Grundwasserleiter Potenzialdifferenzen von bis zu mehreren Metern. Sie gehen auf den vertikalen Übertritt von Grundwasser aus dem unterlagernden Oberen (und bereichsweise Mittleren) Muschelkalk in den Unteren Kiesgrundwasserleiter zurück.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Die geogene Grundwasserbeschaffenheit in der Breisgau-Formation unterscheidet sich nicht grundsätzlich von der in der überlagernden Neuenburg-Formation (hydrogenkarbonatisch-erdalkalische Süßwasser (Ca-$HCO_3$-Typ). Das Grundwasser weist jedoch wegen der besseren Geschütztheit geringere Konzentrationen an anthropogenen Inhaltsstoffen sowie eine geringere Beeinflussung durch infiltrierende Oberflächengewässer auf.

In weiten Bereichen des unteren Grundwassers wurden durch Tritiumuntersuchungen junge Grundwasserkomponenten nachgewiesen (Regierungspräsidium Freiburg, 2002). Im Bereich des Weinstetter Diapirs (Raum Buggingen–Bremgarten) enthält das tiefe Grundwasser eine alte Komponente pleistozänen Alters. Sie deutet auf lokale geogene Salzeinträge aus dem unterlagernden Tertiär hin.

## Geschütztheit des Grundwassers

Das Grundwasser in der Breisgau-Formation ist relativ gut vor Verunreinigungen von der Erdoberfläche geschützt, da der Grundwasserkörper vom oberen Grundwasser in der Neuenburg-Formation überlagert wird. Isotopenuntersuchungen belegen allerdings, dass auch in der Breisgau-Formation ein bedeutender Anteil jungen Grundwassers vorhanden sein kann.

## Grundwassernutzung

Das Grundwasservorkommen in der Breisgau-Formation ist wasserwirtschaftlich von geringerer Bedeutung als das der überlagernden Neuenburg-Formation. In Gebieten, in denen die Breisgau-Formation eine höhere Durchlässigkeit aufweist, wird das untere Grundwasser gemeinsam mit dem oberen Grundwasser zur Trinkwasserversorgung genutzt. Dies ist z. B. beim Wasserwerk der Badenova bei Hausen an der Möhlin der Fall.

## Literatur

- Ellwanger, D. (2011a). *Breisgau-Formation.* Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000015.
- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- HGK (1977). *Oberrheingebiet – Bereich Kaiserstuhl-Markgräflerland.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 65 S., 6 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- HGK (1979a). *Freiburger Bucht.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 72 S., 10 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- Hagedorn, E.-M. (2004). *Sedimentpetrographie und Lithofazies der jungtertiären und quartären Sedimente im Oberrheingebiet.* – Dissert. Univ. Köln, 248 S., 22 Anl., 80 Abb., Anh., Köln.
- Regierungspräsidium Freiburg (2002). *INTERREG II. Grenzüberschreitende Erkundung des tiefen rheinnahen Grundwasserleiters zwischen Fessenheim und Breisach.* – Endbericht, 172 S.
- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.

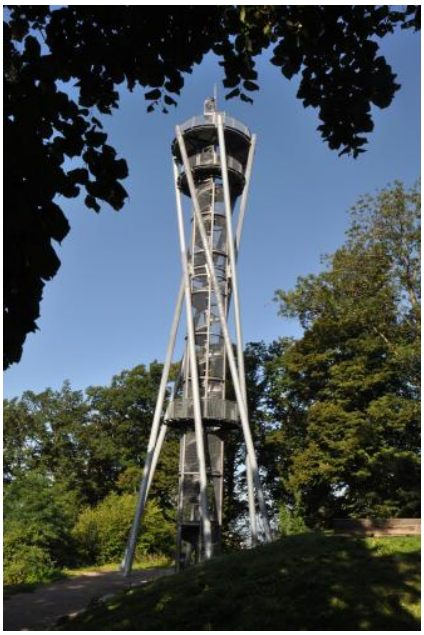

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:01):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick/breisgau-formation

# Der Schlossbergturm bei Freiburg im Breisgau

Der Aussichtsturm auf dem Schlossberg wurde 2002 eröffnet und überragt in rund 435 m NN die Stadt Freiburg um über 170 m. Von seiner Aussichtsplattform hat man eine beeindruckende Sicht über die Stadt, mit dem aus Buntsandstein erbauten mittelalterlichen Münster im alten Stadtkern.


*Schlossbergturm Freiburg im Breisgau*

Der Blick reicht weiter über die Freiburger Bucht zu der Vulkanruine des Kaiserstuhls bis hin zu den etwa 40 km entfernten Vogesen, die den Westrand des Oberrheingrabens markieren. Der Schlossberg selbst besteht aus im Erdaltertum gebildetem gneisähnlichem Gestein und gehört damit bereits zum Grundgebirgs-Schwarzwald, der sich am Ostrand dieser Bruchzone erhebt. Die sogenannte Schwarzwaldrandverwerfung hat einen vertikalen Versatzbetrag von über 1000 m und verläuft mitten durch Freiburg, und zwar direkt an der zur Altstadt vorspringenden Schlossbergnase vorbei, nach Norden, durch den Stadtgarten nach Freiburg-Herdern und -Zähringen. Nach Süden zieht sie über den Lorettoberg, am Schönberg vorbei durchs Hexental.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Blick vom Schlossbergturm bei Freiburg über den Oberrheingraben mit dem Kaiserstuhl bis zu den Vogesen*

*Blick vom Schlossbergturm bei Freiburg nach Südwesten zum Schönberg*

Einige Bruchschollen aus Gesteinen des Erdmittelalters und Tertiärs haben das Einsinken des Oberrheingrabens nicht in vollem Umfang mitgemacht oder wurden wieder angehoben. Sie bilden heute die vor dem Schwarzwald gelegene Vorbergzone. Südlich der Stadt sieht man den Schönberg und den Lorettoberg und im Südwesten den Tuniberg. Im Norden ist die Emmendinger Vorbergzone zu erkennen. Kleinere Erhebungen, die man vom Turm aus erkennen kann sind z. B. das Lehener Bergle oder der Nimberg. Besonders die markante Schönbergscholle ist durch die Grabenbildung stark zerbrochen und hat einen äußerst komplizierten geologischen Bau mit einer großen Vielfalt an Gesteinen aus der Trias- und Jurazeit. Zudem besitzt sie eine Überdeckung aus Geröllen, die aus der tertiärzeitlichen Grabenfüllung stammen. Auch der Nordostrand des Kaiserstuhls besteht aus von mächtigem Löss überdecktem Jura- und Tertiärgestein.

Nach Süden geht der Blick ins Dreisamtal, das sich parallel mit der Entstehung des Rheingrabens in den Schwarzwald eingeschnitten hat. Dahinter ist der Freiburger Hausberg, der Schauinsland zu erkennen, der früher den Namen Erzkasten trug, was auf den ehemaligen Bergbau dort hinweist. Den silberhaltigen Blei-Zink-Erzgängen verdankt die Stadt ihren Aufstieg und Reichtum im Mittelalter. Weiter im Hintergrund sind im Südosten der Feldberg und am Schwarzwaldrand im Südwesten der Blauen zu erkennen.

*Blick vom Schlossbergturm ins Dreisamtal bei Freiburg*

Die Dreisam war im Eiszeitalter kein gerader Flusslauf, sondern in viele sich ständig verändernde Flussarme verzweigt. Beim Austritt aus dem Schwarzwald schüttete sie einen breiten Schwemmfächer auf, auf dessen höchstem Bereich die Zähringer später – hochwassersicher und verkehrsgünstig – ihre Stadt bauten (Villinger, 1999b). Am Nordostrand des Kaiserstuhls bei Riegel mündet die Dreisam heute in die Elz, die dort durch die sog. Riegeler Pforte die Freiburger Bucht verlässt und dem Rhein zufließt. Dieser rund 2 km breite Durchlass zwischen Kaiserstuhl und Vorbergzone ist bei klarer Sicht gut zu erkennen.

## Weiterführende Links zum Thema

- Freiburg – Geologie und Stadtgeschichte (PDF)
- Natur in Freiburg – Der Schlossberg (PDF)
- Kuratorium Schlossberg

## Literatur

- Villinger, E. (1999b). *Freiburg im Breisgau – Geologie und Stadtgeschichte.* – LGRB-Informationen, 12, S. 1–60, 2 Kt.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 19.12.23 - 14:06):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/ausgewaehlte-aussichtspunkte/schwarzwald/schlossbergturm-bei-freiburg-im-breisgau

# Carl-Netter-Turm bei Bühl

*Der Carl-Netter-Turm bei Bühl-Altschweier*

Oberhalb von Bühl-Altschweier wurde 1902 im lössbedeckten Hügelland am Schützenberg in ca. 190 m NN der Carl-Netter-Turm (Großherzog Friedrich-Jubiläumsturm) errichtet. Anlass war das 50-jährige Regierungsjubiläum von Großherzog Friedrich I. von Baden. Gestiftet wurde der Turm von den im Eisen- und Stahlgewerbe tätigen Unternehmern Adolph und Carl Netter aus Bühl. Die Stahlkonstruktion mit 10 m Höhe überragt die Weinberge und Obstgärten westlich des Schwarzwalds und bietet eine schöne Rundum-Aussicht über die anschließende Oberrheinebene und den Anstieg des Nordschwarzwalds. Besonders empfehlenswert ist ein Besuch während der Obstblüte.

Die Landschaft bei Bühl mit dem Carl-Netter-Turm wird vom Gegensatz der westlich der Stadt gelegenen Oberrheinebene und dem östlich steil ansteigenden Schwarzwald geprägt. Entlang einer von Südsüdwest nach Nordnordost verlaufenden Bruchzone in der Erdkruste kam es hier seit der Tertiärzeit zu einer Absenkung der Gesteine innerhalb des Grabens und der Anhebung der Grabenschulter, dem heutigen Schwarzwald. Die sich entwickelnde große Senke wurde noch im Tertiär mit Meeres- und Süßwasserablagerungen teilweise verfüllt. Während der Kaltzeiten des Quartärs schütteten der Rhein und die Schwarzwaldflüsse mächtige Schotterpakete in das Tiefland. So bildete sich schließlich die heutige Terrassenlandschaft heraus, die bei Bühl durch zahlreiche Fluss- und Bachläufe und ihre Auen besonders engräumig gegliedert ist. Am westlichen Grabenrand wurden die Bruchschollen weniger tief abgesenkt. Während der Eiszeiten wurden sie großflächig mit aus den vegetationsfreien Schotterfluren am Rhein ausgewehtem Löss überdeckt. In diesem sanft geformten Hügelland steht auch der Carl-Netter-Turm.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Aussicht vom Carl-Netter-Turm über die Weinbaulandschaft bei Bühl-Altschweier und das Bühlertal bis zur Bühlerhöhe und dem Anstieg zum Buntsandstein-Schwarzwald*

Nur etwa 1 km östlich des Turms beginnt der Grundgebirgs-Schwarzwald mit steilen Hängen im Bühlertal-Granit. Die Nordschwarzwälder Granite gehören zu den Tiefengesteinen (Plutoniten) und entstanden im Erdaltertum während des Karbons vor etwa 335–320 Mio. Jahren aus heißen Gesteinsschmelzen. Durch die starke Anhebung des Schwarzwalds, die damit verbundene Abtragung des Deckgebirges und die Taleintiefung aufgrund der Höhenunterschiede zwischen Gebirge und Tiefland stehen sie heute an der Oberfläche an. Am östlichen Ende des Bühlertals kann man den Anstieg des Buntsandstein-Schwarzwalds mit dem Mehliskopf erkennen. Die Sicht nach Nordosten wird von der aus Quarzporphyr aufgebauten Kuppe des Ibergs und der großen Buntsandstein-Scholle des Fremersbergs beherrscht. In Richtung Süden ragen östlich von Ottersweier die ebenfalls aus Buntsandstein bestehenden, mit Wald und Reben bestockten Rücken der Hart und des Hartkopfs deutlich über das in kleine Parzellen aufgeteilte, intensiv landwirtschaftlich genutzte Hügelland.

Weiterführende Informationen finden sich bei Megerle (2019) und Geyer et al. (2023).

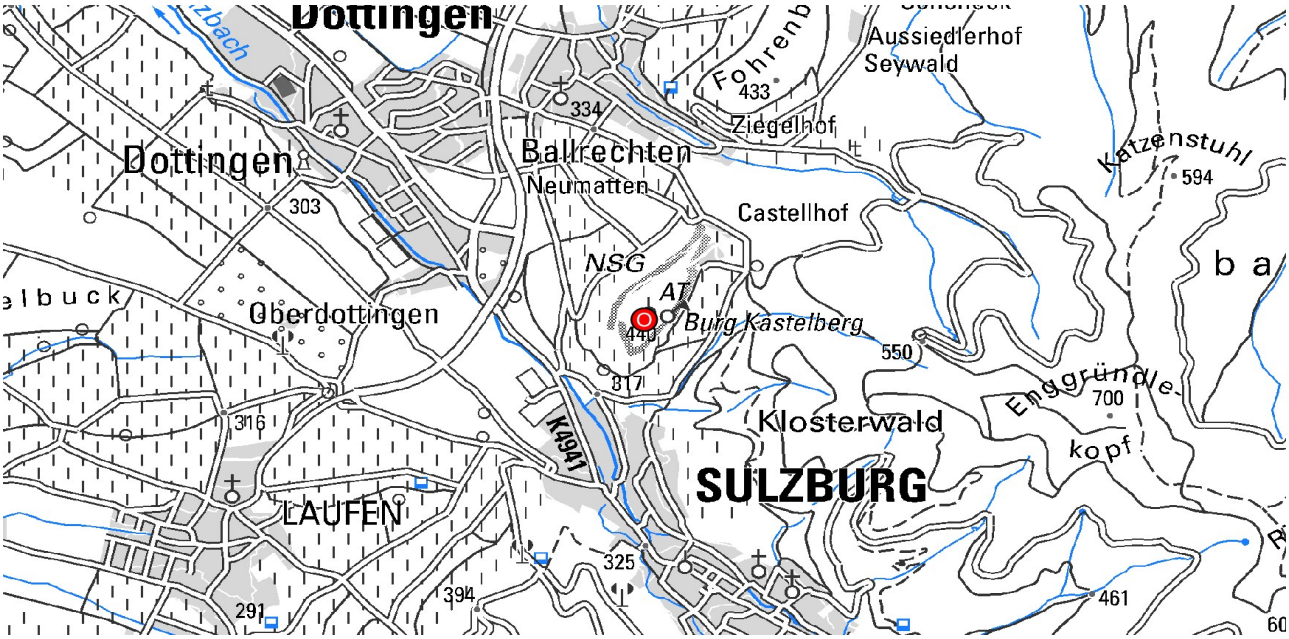
## Literatur


- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2023). *Geologie von Baden-Württemberg.* 6., neu bearbeitete Aufl., 638 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Megerle, A. (2019b). *Bühl: Von den Rheinauen bis hinauf zu den Grinden – der Carl-Netter-Aussichtsturm zwischen Altschweier und Eisental.* – Rosendahl, W., Huth, T., Geyer, M., Megerle, A. & Junker, B. (Hrsg.) Entlang des Rheins von Basel bis Mannheim, S. 108–110, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 38).


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 08.04.24 - 12:05):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/ausgewaehlte-aussichtspunkte/oberrhein-hochrheingebiet/carl-netter-turm-bei-buehl

# Castellbergturm bei Ballrechten-Dottingen



*Vom Turm auf dem Castellberg blickt man über die flachen von Löss bedeckten Hügel bei Ballrechten nach Nordwesten in die Oberrheinebene, zu den Vogesen und zum Kaiserstuhl*

Auf dem Castellberg (auch Kastelberg) bei Ballrechten-Dottingen befindet sich nahe bei der Burgruine in 440 m NN der Castellbergturm. Die Stahlkonstruktion von 1962 erreicht eine Höhe von 11 m und ermöglicht von seiner Aussichtsplattform einen weiten Blick in das Markgräflerland und auf die Rheinebene mit den dahinterliegenden Vogesen. Im Nordwesten sieht man den aus der Rheinebene herausragenden Kaiserstuhl. Durch die umgebenden Bäume ist der Blick in andere Richtungen mittlerweile stark eingeschränkt. Gute Ausblicke bieten sich jedoch auch von den weinbaulich genutzten Hanglagen unterhalb des bewaldeten Gipfelbereichs.

Geologisch gehört der am Schwarzwaldrand zwischen Ballrechten-Dottingen und Sulzburg gelegene Castellberg zur randlichen Vorbergzone im Oberrheingraben. Er ist Teil einer Kette von Bergen, die ihre Entstehung dem Hochschleppen von Gesteinspaketen durch die aufsteigende Schwarzwaldscholle verdankt (Groschopf et al., 1996). Der Berg ist hauptsächlich aus tertiärem Küstenkonglomerat aufgebaut. Die karbonatischen Gerölle des Konglomerats (v. a. Mitteljura und Muschelkalk) entstammen der älteren Tertiärzeit (Eozän /Unteroligozän), als sich die Grabenschultern des Oberrheingrabens noch nicht gehoben hatten und das Schwarzwälder Grundgebirge noch von mächtigen Deckgebirgsserien überlagert war. In der Einsattelung auf der Ostseite des Berges, wo sich der Wanderparkplatz befindet, verläuft die Hauptrandverwerfung, die das kristalline Grundgebirge des Schwarzwalds von der Vorbergzone trennt. In einem schmalen Streifen stehen dort im Untergrund Gesteine des Keupers und Juras an.

*Blick nach Westen über das lössbedeckte Hügelland bei Dottingen und Heitersheim in die Rheinebene und zu den Vogesen*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Am Castellberg angelegte Lehrpfade erläutern die historischen, prähistorischen und naturkundlichen Besonderheiten des Gebiets. Weitere Informationen zur Landschaft der näheren Umgebung finden sich bei Mäckel (2015, S. 187 ff.).

## Externe Lexika

WIKIPEDIA
- Burgrest Kastelberg

## Weiterführende Links zum Thema

- Castellberg-Projekt

## Literatur

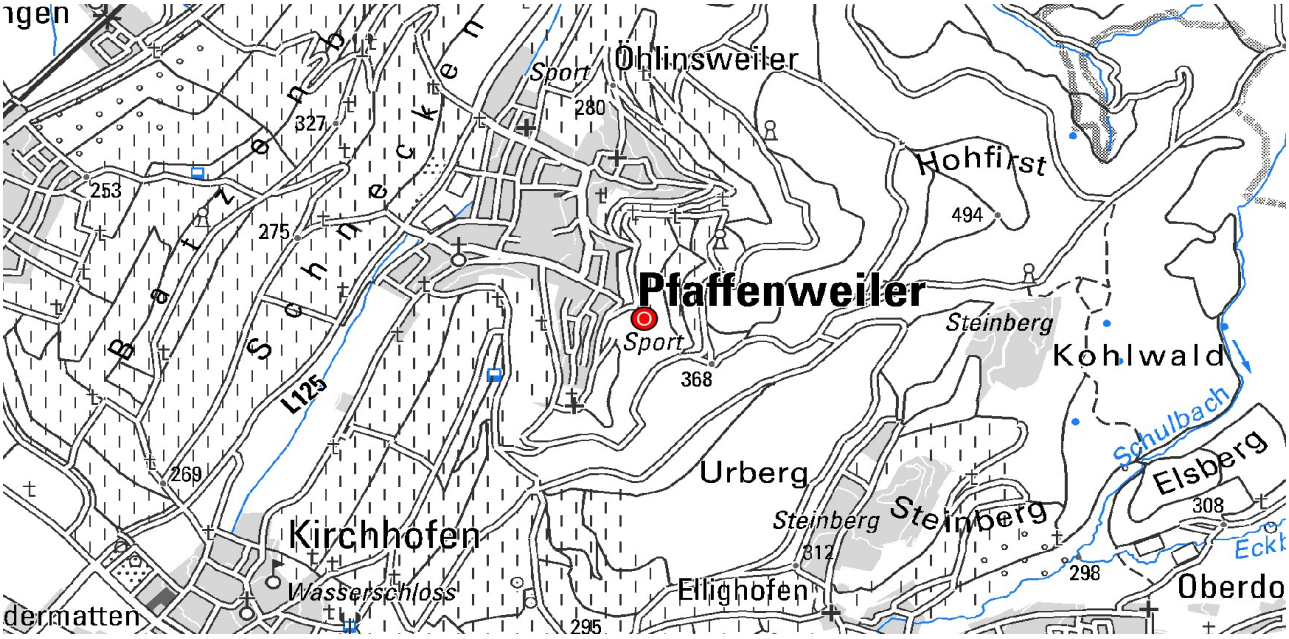

- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Mäckel, R. (2015). *Unsere Landschaft erkunden: geographische Exkursionen um Freiburg im Breisgau.* – Freiburger Geographische Hefte, 75, S. 1–312.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 30.01.24 - 12:13):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/ausgewaehlte-aussichtspunkte/oberrhein-hochrheingebiet/castellbergturm-bei-ballrechten-dottingen

# Freilichtmuseum Historische Steinbrüche Pfaffenweiler



*Aufgelassener Steinbruch im Pfaffenweiler Kalksandstein (Küstenkonglomerat-Formation)*

Der Pfaffenweiler Kalksandstein entstand in der Zeit des älteren Tertiärs, als große Teile des Oberrheingrabens von einem Meeresarm bedeckt waren. In dessen östlicher Küstenregion wurden Sedimente aus dem Verwitterungsschutt der sich randlich heraushebenden Hochgebiete abgelagert. Zum großen Teil handelt es sich dabei um Kalkkonglomerate, die in der Geologischen Karte als Küstenkonglomerat-Formation ausgewiesen sind. Ihr größter Ausstrichbereich liegt in der Vorbergzone zwischen Freiburg i. Br. und Badenweiler. Die groben Konglomerate, wie sie zum Beispiel im Burggraben der beim Nachbarort Ebringen auf dem Schönberg gelegenen Ruine Schneeburg aufgeschlossen sind, können Gerölle mit einem Durchmesser von bis zu 1 m enthalten. Typisch ist eine Wechsellagerung mit feineren Sedimenten unterschiedlichster Korngrößenzusammensetzung. Bei Pfaffenweiler sind den Konglomeraten wenige Meter mächtige Bänke von Kalksandsteinen (Arenite) zwischengeschaltet, die seit Jahrhunderten für Bauzwecke und Steinmetzarbeiten abgebaut wurden. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde der Abbau eingestellt.

Die Bänke aus besonders reinem feinporösem Kalksandstein, die sich im bergfrischen Zustand sehr gut behauen lassen, eignen sich für hochwertige Bildhauerarbeiten. An Gebäuden, Grabsteinen und Feldkreuzen usw. ist der Sandstein in Pfaffenweiler überall präsent. Er fand aber auch bei historischen Gebäuden und Kunstwerken der weiteren Umgebung Verwendung. Man findet ihn z. B. im Inneren des Freiburger Münsters oder an der Nepomukstatue auf der gleichnamigen Brücke in Bad Krozingen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Aus Pfaffenweiler Kalksandstein gefertigtes Türschild am Haus einer Steinhauerfamilie.*

*Im Freilichtmuseum „Historische Steinbrüche Pfaffenweiler"*

Das am südöstlichen Ortsrand in den beiden letzten erhaltenen Steinbrüchen gelegene Freilichtmuseum „Historische Steinbrüche Pfaffenweiler" wurde 1985 eröffnet. Auf dem Gelände sind Rekonstruktionen einer Steinhauerhütte und einer Bildhauerwerkstatt samt Werkzeugen sowie mehrere Erzeugnisse wie Grabsteine, Bildstöcke, Torbögen und andere Werkstücke aus Kalksandstein zu sehen. Auch eine Gleisanlage für Loren wurde verlegt. Ein Rundweg führt die Besucher durch das Steinbruchareal. Das Freilichtmuseum ist Teil des Dorfmuseums, das im Rathaus untergebracht ist und ebenfalls Objekte der Steinhauer- und Steinmetztradition zeigt. Dort ist auch der Abguss des Unterkiefers eines ca. 35 Mio. Jahre alten Urpferdchens (*Palaeotherium magnum*) ausgestellt, das um 1838 im Pfaffenweiler Kalksandstein gefunden wurde. Das Original befindet sich im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Freiburg.

Das Betreten des Geländes erfolgt auf eigene Gefahr. Führungen sind nach telefonischer Absprache möglich. Jährlich findet im Juni auf dem Areal des Freilichtmuseums das als „Schteibickfescht" bezeichnete Steinhauerfest statt, bei dem das alte Handwerk vorgeführt und über die Geschichte und Geologie der Steinbrüche berichtet wird.

Weitere ausführliche Informationen finden sich bei Werner et al. (2013) sowie bei Brednich (1985), Groschopf et al. (1996) und Weeger (1997).

## Weiterführende Links zum Thema

- Freilichtmuseum Historische Steinbrüche

## Literatur


- Brednich, R. W. (1985). *Pfaffenweiler Stein.* 95 S., Pfaffenweiler (Dorfmuseum Pfaffenweiler e. V.). [38 Abb.]
- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Weeger, E. (1997). *Pfaffenweiler – eine Ortsgeschichte.* 455 S., 4 Anl., Freiburg i. Br. (Gemeinde Pfaffenweiler).
- Werner, W., Wittenbrink, J., Bock, H. & Kimmig, B.(2013). *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung.* 765 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 17.03.23 - 13:29):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/museen-naturschutzzentren/geowissenschaftlich-technische-museen/freilichtmuseum-historische-steinbrueche-pfaffenweiler

# Ludwigshafen-Formation

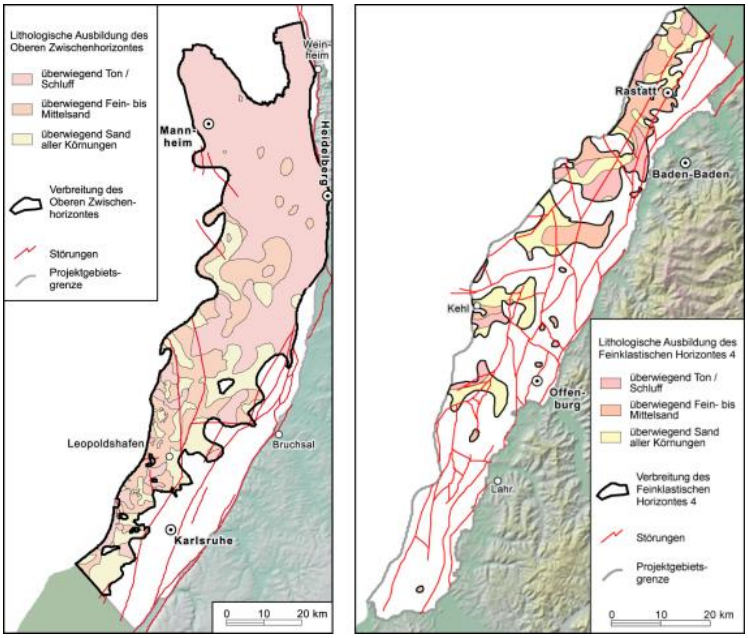
## Geologie

Die Ludwigshafen-Formation besteht aus Tonen, Schluffen und Sanden mit humosen Schlufftonen und Torflagen.

Die lithologische Ausbildung der Ludwigshafen-Formation ändert sich von Süden nach Norden. Im Süden überwiegen Sande, wobei im äußersten Süden Sand aller Körnungen vorherrscht, der sich nach Norden mit Fein- und Mittelsanden verzahnt. Im Norden ist die Ludwigshafen-Formation meist tonig-schluffig ausgebildet.

Nordwestlich von Bruchsal sowie in zunehmendem Maße südlich von Leopoldshafen und in zahlreichen weiteren Gebieten sind in der Ludwigshafen-Formation sogenannte Fenster ausgebildet, in denen gröber klastische Sedimente vorhanden sind.

Früher gebräuchliche Bezeichnungen für die Ludwigshafen-Formation sind Ladenburg-Horizont, Oberer Zwischenhorizont, OZH, Oberer Ton bzw. Tonig-schluffiger Trennhorizont.

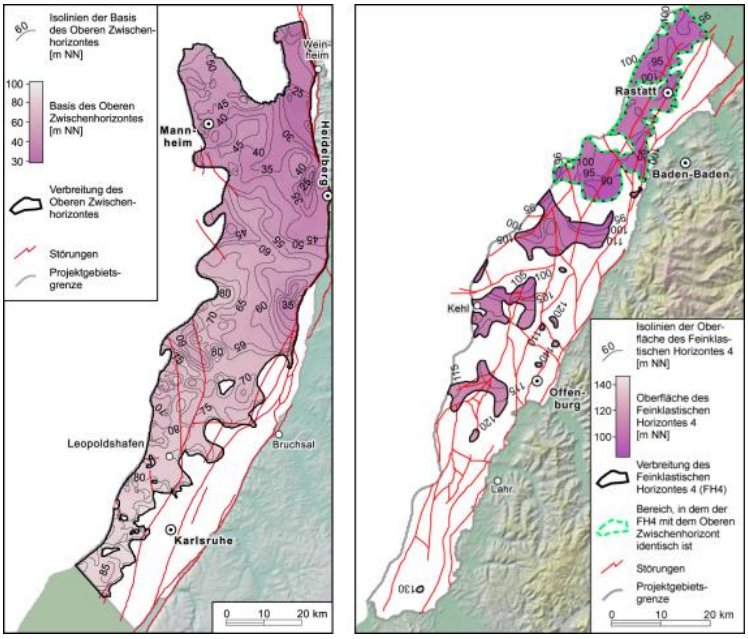



*Lithologische Ausbildung des Oberen Zwischenhorizonts (Ludwigshafen- Formation). Im Raum Rastatt wurde der feinklastische Horizont 4 der Ludwigshafen-Formation gleichgesetzt (rechts)*

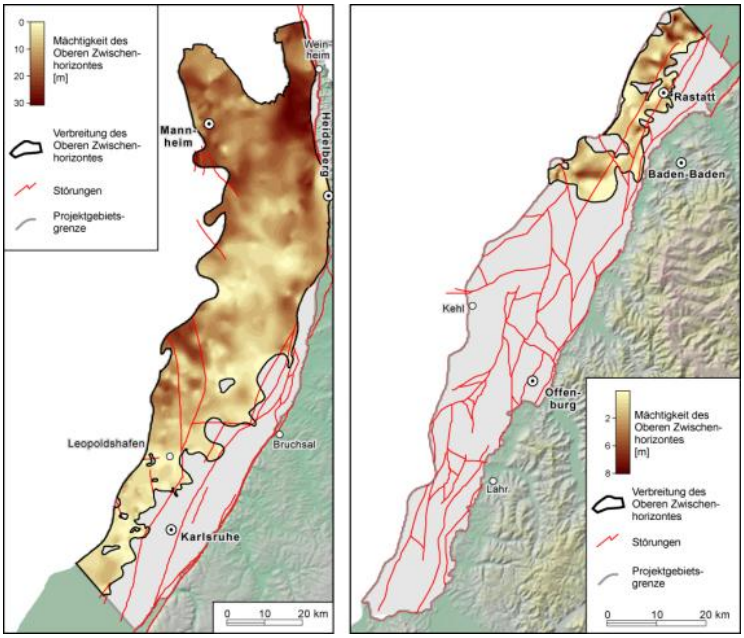
Die Ludwigshafen-Formation ist im Raum Karlsruhe–Speyer und Rhein–Neckar mit Ausnahme des südöstlichen Bereiches auf der gesamten Grabenscholle verbreitet. Sie fehlt auf der Randscholle.

Die Basis der Ludwigshafen-Formation fällt generell von Süden nach Norden und zwischen Speyer und Mannheim von Westen nach Osten ein. Sie liegt im Süden bei Durmersheim/Illingen bei ca. 90 m ü NHN, an der nördlichen Landesgrenze im Westen bei ca. 50 m ü NHN und im Osten zwischen 25 und 30 m ü NHN (Wirsing & Luz, 2007).

*Oberer Zwischenhorizont (Ludwigshafen-Formation) in der Bohrung BK 1A Hauf, darüber die Obere kiesig-sandige Abfolge (Mannheim-Formation), darunter die Mittlere sandig-kiesige Abfolge (Viernheim-Formation)*




*Verbreitung und Basis des Oberen Zwischenhorizonts (Ludwigshafen- Formation). Im Raum Rastatt wurde der feinklastische Horizont 4 der Ludwigshafen-Formation gleichgesetzt (rechts)*




*Mächtigkeit des Oberen Zwischenhorizonts (Ludwigshafen- Formation). Im Raum Rastatt wurde der feinklastische Horizont 4 der Ludwigshafen-Formation gleichgesetzt (rechts).*

Die Mächtigkeit der Ludwigshafen-Formation schwankt im Raum Karlsruhe–Speyer zwischen wenigen Metern im Süden und 10 und 25 m im Nordwesten. Im Norden ist sie weitflächig verbreitet. Sie erreicht dort östlich von Heddesheim über 30 m Mächtigkeit. Im Bereich hydraulischer Fenster besteht die Ludwigshafen-Formation aus durchlässigen Sedimenten (Sande, Kiese).

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Ludwigshafen-Formation ist eine hydrogeologische Einheit mit regional unterschiedlicher hydrogeologischer Charakteristik. Im südlichen Verbreitungsgebiet ist die hydraulische Trennfunktion zwischen der unterlagernden Viernheim-Formation (Mittlerer Grundwasserleiter) und der überlagernden Mannheim-Formation (Oberer Grundwasserleiter) nur eingeschränkt vorhanden. Im Raum Eggenstein-Leopoldshafen und Linkenheim-Hochstetten ist sie nach ihrer lithologischen Ausbildung überwiegend „durchlässig“ und nur in Teilbereichen „schwach durchlässig“ (Bertleff et al., 2006). Im Gegensatz dazu wirkt die Ludwigshafen-Formation im Norden bei tonig-schluffiger Ausbildung über weite Flächen als hydraulischer Trennhorizont (HGK, 1999).

Im Bereich Ludwigshafen–Mannheim liegt innerhalb der Ludwigshafen-Formation gebietsweise eine flächig verbreitete Sandeinschaltung von mehreren Metern Mächtigkeit. Sie teilt die Ludwigshafen-Formation in eine obere und untere Ton-/Schlufflage (OZH1 und OZH2 nach HGK, 1999; Kärcher et al., 2000*).*

Die Bereiche der hydraulischen Fenster sind wichtige Neubildungsgebiete für den Mittleren Grundwasserleiter, da bei entsprechenden Druckverhältnissen hier das Grundwasser aus der Mannheim-Formation absteigen kann.

# Hydraulische Eigenschaften

Die lithologische Ausbildung sowie die Mächtigkeit der Ludwigshafen-Formation sind entscheidend für ihre Funktion als hydraulische Trennschicht. Für die tonig-schluffige Fazies im Rhein-Neckar-Raum wurden an Bohrkernen und ungestörten Bohrproben vertikale Durchlässigkeiten von $4 \cdot 10^{-7}$ bis $1 \cdot 10^{-10}$ m/s gemessen (HGK, 1988). Pumpversuche lieferten für die vertikale Durchlässigkeit eine Größenordnung von $6 \cdot 10^{-7}$ m/s (HGK, 1988). In überwiegend sandiger Ausbildung liegen die Durchlässigkeiten der Ludwigshafen-Formation deutlich höher.

Im Süden übt die Ludwigshafen-Formation nur eine eingeschränkte Trennfunktion zwischen dem Grundwasser im Oberen und mittleren Grundwasserleiter aus. In örtlich vorhandenden hydraulischen Fenstern kann die Trennwirkung völlig fehlen. Im Norden kann die Ludwigshafen-Formation über eine größere Fläche als hydraulisch wirksame Trennschicht ausgebildet sein. Dies zeigt sich z. B. in der unterschiedlichen hydrochemischen Beschaffenheit der Grundwässer im Oberen und Mittleren Grundwasserleiter (HGK, 1999). Allerdings gibt es auch dort so genannte hydraulische Fenster, die einen vertikalen Grundwasseraustausch zwischen den beiden Grundwasserleitern ermöglichen. Dies kommt sowohl in Grundwasserstandsganglinien benachbarter Grundwassermessstellen zum Ausdruck, die im oberen bzw. mittleren Grundwasser verfiltert sind, als auch in der wechselseitigen hydrochemischen Beeinflussung dieser Grundwässer (z. B. im Umfeld des Wasserwerks Käfertal der Stadt Mannheim) (HGK, 1999).

## Literatur


- Bertleff, B., Engesser, W., Schloz, W. & Stichler, W. (2006). *Hydrogeologische Untersuchungen zur Beurteilung von Tiefbaggerungen durch den Oberen Zwischenhorizont in der Rheinniederung nördlich von Karlsruhe.* – LGRB-Fachbericht, 1/06, S. 1–66, Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- HGK (1988). *Raum Karlsruhe-Speyer. Analyse des Ist-Zustands; Aufbau eines mathematischen Grundwassermodells.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 111 S., 11 Anlagen, Stuttgart (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz).
- HGK (1999). *Rhein-Neckar-Raum. Fortschreibung 1983 – 1998.* –Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 155 S., 18 Karten, 1 CD-ROM, Stuttgart (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten; Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz).
- Kärcher, T., Beinhorn, M., Goldschmitt, M., Kryzanowski, J. & Wanner, T. (2000). *Hydrogeologisches Strukturmodell, Stadtgebiet Ludwigshafen – Mannheim.* 22 S., 21 Anl., Mainz (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz). [unveröff.]
- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:03):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick/ludwigshafen-formation

# Kalksteinkonglomerate der Küstenkonglomerat-Formation am südlichen Oberrhein

**Verbreitungsgebiet:** Vorbergzone des Südschwarzwalds zwischen Freiburg i. Br. und Niederweiler

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Küstenkonglomerat-Formation (tKK), Tertiär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)

## Lagerstättenkörper

*Mittelalterlicher Steinbruch am Schönberg*

Die Gesteine der Küstenkonglomerat-Formation (auch „**Tertiärkonglomerat**“) entstanden entlang der Grabenränder während der raschen Heraushebung des Grundgebirges und der einhergehenden Abtragung der Schichten von **Oberjura bis Muschelkalk**. Kleinräumig wechsellagernd und lateral wie vertikal verzahnt treten grobe Kalkstein-Konglomerate, (untergeordnet) plattige Kalksandsteine und geröllführende, mergelige Schuttkalke auf. Zwischen einzelnen Schüttungskörpern können tonig-mergelige Lagen eingeschaltet sein. Die Schichten aus Küstenkonglomeraten (tKK) wurden tektonisch nur relativ gering beeinflusst. Die Abgrenzung von wirtschaftlich gewinnbarem Material, welches nach der Aufbereitung für hochwertige **Naturstein-Körnungen** oder für **Kalkmehle** verwendet werden kann, richtet sich nach Anteil und der Qualität der Hauptrogensteingerölle, nutzbarer Mächtigkeit, Anteil mergeliger Einschaltungen, Mächtigkeit nicht nutzbarer Hangendschichten, Schichtlagerung und Morphologie des Geländes. Voraussichtlich bauwürdiges Tertiärkonglomerat tritt bei Britzingen im Eichwald, am Westhang des Schönbergs und am Urberg bei Pfaffenweiler auf.

## Gestein

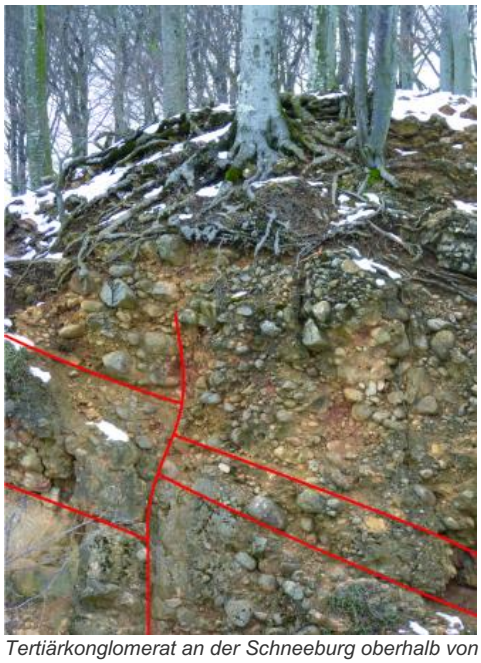
Das Tertiärkonglomerat besteht aus einer **Wechselfolge** von einem Dezimeter bis mehrere Meter mächtigen Schichten aus groben **Kalksteinkonglomeraten** (Geröllduchmesser bis 40–50 cm, teilweise auch größer), feineren **Konglomeratlagen** und (teilweise geröllführenden) **Ton- bis Kalkmergelsteinen**. Die Geröllführung umfasst Kalksteine und Kalksandsteine des **Juras**, vor allem des Mitteljuras und der Trias. Im proximalen östlichen Abschnitt liegen die Konglomeratmassen fast geschlossen mit Mächtigkeiten von 40–90 m vor. Nach Westen, d. h. Richtung Oberrheingraben, nehmen die Konglomeratlagen rasch an Mächtigkeit ab und Mergel und Kalksandsteinlagen anteilig zu. Schon 500 m westlich der aus Kalksteinkonglomeraten aufgebauten Gipfel (z. B. Schönberg und Urberg) überwiegen Kalksandsteine mit zwischengeschalteten Mergellagen. Innerhalb eines Schüttungsgebiets verringert sich die **Geröllgröße** von unten nach oben. Die Konglomerate sind unterschiedlich stark diagenetisch verfestigt. Neben massigen bis dickbankigen Konglomeraten mit einer karbonatischen, stark konsolidierten Matrix liegen Schichten mit Kalksteingeröllen in einem tonig-lehmigen, fast unverfestigten Bindemittel vor.

*Gerölle unterschiedlicher Größe im Tertiärkonglomerat*

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Das Tertiärkonglomerat erreicht auf den Höhenrücken des Markgräflerlands Mächtigkeiten von **40–90 m**.

**Genutzte Mächtigkeit**: Die nutzbare Mächtigkeit des Tertiärkonglomerats liegt im Bereich von rund **60 m** am Urberg bei Pfaffenweiler, im Eichwald bei Britzingen und am Schönberg. Westlich des Steinbruchs Bollschweil war die Nutzung des Konglomerats in einer Mächtigkeit von **30–40 m** geplant.



*Tertiärkonglomerat an der Schneeburg oberhalb von Ebringen besteht aus Geröllen von Hauptrogenstein.*

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Um das Tertiärkonglomerat für die Produktion von **Naturstein-Körnungen** und von **Kalkmehlen** nutzbar zu machen, bedarf es der **Aufbereitung und Selektion** der nicht nutzbaren Kalkmergelsteine und Sandsteine.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Die Schneeburg am Schönberg*

**Verwendung**: Je nach **Reinheitsgrad** kann das aufbereitete Tertiärkonglomerat als reiner **Kalkstein für Branntkalk, für die Herstellung von Putzen und Estrich** oder als Schotter für den unqualifizierten Wegebau sowie für die Produktion von **Gesteinsmehlen** genutzt werden.

## Literatur


- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Werner, W., Wittenbrink, J., Bock, H. & Kimmig, B.(2013). *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung.* 765 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).


Cookie-Einstellungen

---

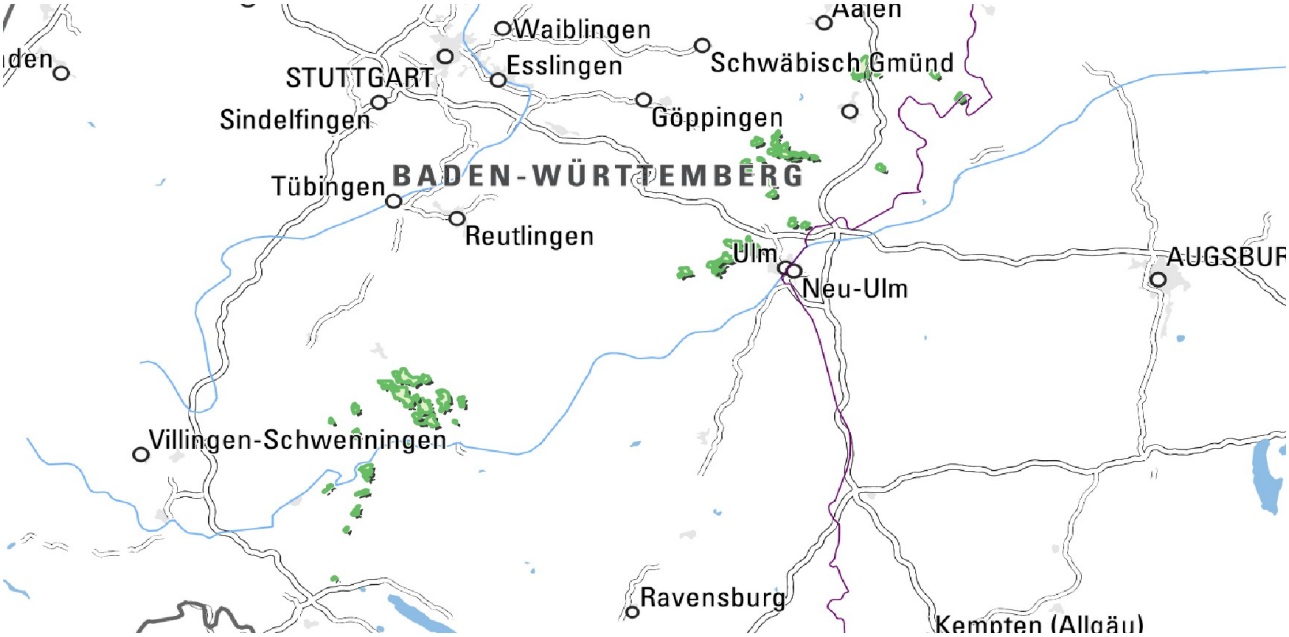
**Quell-URL (zuletzt geändert am 22.07.20 - 17:00):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/hochreine-kalksteine-weiss-branntkalke/kalksteinkonglomerate-kuestenkonglomerat-formation-am-suedlichen-oberrhein

# Hochreine Kalksteine der Massenkalk-Formation

**Verbreitungsgebiete:** Schwäbische Alb

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Oberjura-Massenkalk-Formation (joMK), Oberjura

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Die Kalksteine der Oberjura-Massenkalk-Formation (joMK) der Schwäbischen Alb bilden linsige bis länglich orientierte Körper mit unterschiedlicher Größe, die aus flachen, kalksandigen Riffen (sog. Bioherme, „Riff-Fazies“ s. u.) entstanden sind. Innerhalb der Oberjura-Massenkalk-Formation treten variabel dimensionierte Bereiche aus hochreinen Kalksteinen ($CaCO_3$-Gehalt > 98,5 %, mit Durchmessern zwischen einigen Metern und mehreren Kilometern) auf, die von einer Umwandlung wie Dolomitisierung und Dedolomitisierung (Zuckerkornlochfels) verschont geblieben sind. Auf der gesamten Schwäbischen Alb liegen nach Angaben von Kimmig et al. (2001) nur 1–2 % der nutzbaren Massenkalksteine als hochreine Kalksteine in Vorkommen mit wirtschaftlich interessanten Vorräten vor.

*Die unterschiedliche nutzbare Mächtigkeit im Steinbruch Eigeltingen ist auf das Paläorelief zurückzuführen.*

*Massenkalk-Formation, Steinbruch Waibertal, nördlich von Heidenheim*

Die Ausdehnung der Lagerstätten hochreiner Kalksteine wird nicht nur durch die sekundäre Umwandlung der Kalksteine beschränkt, sondern auch durch die (zugängliche) nutzbare Mächtigkeit sowie durch tektonische Störungen, engständige Kluftsysteme („Bretterklüftung"), daran gebundene Verkarstung und Verlehmung, Abraumschichten und durch Erosionsformen wie Täler und Karstsenken. In diesen unregelmäßigen, oft kompliziert aufgebauten Körpern hochreiner Kalksteine können nur durch engständige Erkundungsbohrungen bauwürdige Bereiche abgegrenzt werden.

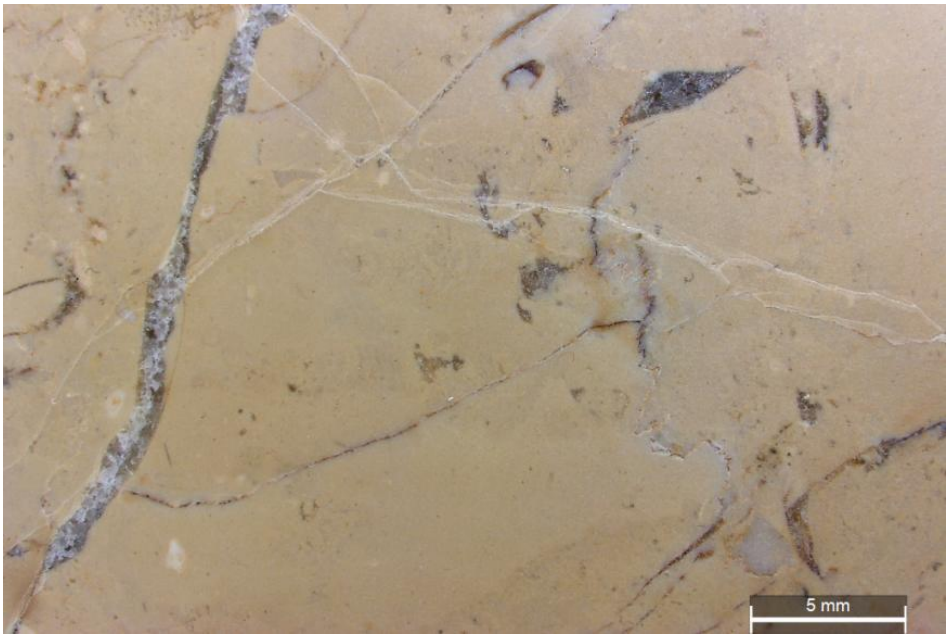
## Gestein

Die Massenkalksteine bestehen vor allem aus mikrobiell (Cyanobakterien) abgeschiedenen Kalkkrusten, partikelreichen Schwammkalken und Partikelkalken. Entstanden sind sie in flachen, kalksandigen Riffen (sog. Schwamm-Mikroben-Bioherme), in denen die Mikrobenmatten und Schwämme das Sediment fixierten und stabilisierten. An den Rändern verzahnen sich die Schwamm-Mikroben-Bioherme mit den deutlich geschichteten Kalk- und Mergelsteinen der Bankkalk-Fazies.

*Schwamm-Mikroben-Kalkstein, Unterer Massenkalk, Steinbruch Teufel, Straßberg*

Bei den hochreinen Kalksteinen der Oberjura-Massenkalk-Formation der Schwäbischen Alb handelt es sich um massige, dichte, feinkörnige (sparitische), fossilreiche Kalksteine mit z. T. angedeuteter Bankung. Ihre Färbung ist überwiegend weiß bis cremeweiß, lokal können auch bräunliche, gräuliche und beige Färbungen auftreten. Der Bruch der Gesteine ist zumeist splittrig und scharfkantig mit rauen z. T. auch glatten Bruchflächen. Neben den dichten Partien können auch poröse bis kavernöse Bereiche vorkommen. Sekundäre Umwandlungen (s. o.) sowie Verkarstung und Verlehmung der Gesteine verursachen Abbau- und Verwertungserschwernisse. In den Kalksteinen auftretende Kieselknollen beeinträchtigen die Gesteinsqualität und -verarbeitung durch erhöhte Abnutzung der Aufbereitungsanlagen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau




*Massiger Kalkstein mit zahlreichen Klüften, Oberer Massenkalk, aufgelassener Steinbruch bei Neuhausen ob Eck*

# Petrographie

Zur Einordnung der Kalksteine als hochreine Kalksteine ist ein $CaCO_3$-Gehalt > 98,5 % erforderlich. Zudem sollten die Gesteine nur geringe Gehalte an Quarz, Eisen und Mangan aufweisen. Insbesondere die beiden letztgenannten führen zu unerwünschten Verfärbungen der an sich weißen Kalksteine.

Steinbruch-Großprobe (RG 7227-1) , Gebiet nördlich von Heidenheim a. d. Brenz (Ro7227/EP7):

| Chemie | Anteil [%] |
|---|---|
| $SiO_2$ | 0,3 |
| $TiO_2$ | < 0,1 |
| $Al_2O_3$ | < 0,1 |
| $Fe_2O_3$ | 0,1 |
| MnO | < 0,1 |
| MgO | 0,2 |
| CaO | 55,6 |
| $Na_2O$ | < 0,1 |
| $K_2O$ | < 0,1 |
| $P_2O_5$ | < 0,1 |
| Glühverlust | 43,7 |
| Gesamtkarbonat | 99,4 |

Aufgrund des geringen Eisen- und sehr hohen Kalkgehalts kann Material dieser Zusammensetzung auch für die chemische Industrie verwendet werden.

Der Gesamtkarbonatgehalt von 5 Proben aus TK 25 7919, 8019, 8119 lauten für:
Massenkaklsteine: 99,1 % (min. 98,6 %, max. 99,5 %) und für Bankkalksteine: 94,2 % (min. 93 %, max. 95,5 %).
Die Gesteine bestehen fast ausschließlich aus Calcit (Rest: Quarz, Kaolinit, Muskovit/Illit).

Geochemische Analysen ergaben folgende Werte (3 Proben aus TK 25 7919, 8019, 8119):

| Chemie | Anteil [%] |
|---|---|
| $SiO_2$ | 0,27 |
| $TiO_2$ | 0,01 |
| $Al_2O_3$ | 0,09 |
| $Fe_2O_3$ | 0,13 |
| MnO | 0,01 |
| MgO | 0,2 |
| CaO | 55,3 |
| $Na_2O$ | < 0,01 |
| $K_2O$ | 0,02 |
| $P_2O_5$ | 0,02 |

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Die Mächtigkeit der Oberjura-Massenkalk-Formation ist je nach dem Einsetzen des „Riffwachstums“ auf der Schwäbischen Alb variabel und kann bis 300 m erreichen (Geyer et al. 2011). Aufgrund der o. g. sekundären Umwandlungen sind die Mächtigkeiten der hochreinen Kalksteine der Oberjura-Massenkalk-Formation im Allgemeinen geringer anzusetzen.

**Genutzte Mächtigkeit**: Die genutzte Mächtigkeit in den hochreinen Kalkstein gewinnenden Steinbrüchen auf der Schwäbischen Alb variiert von 35–120 m.

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**:

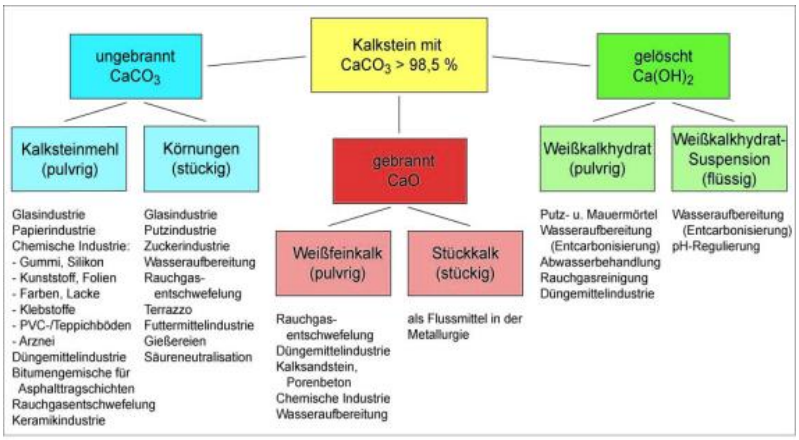
Auf der Schwäbischen Alb wird zurzeit (2020) an acht Standorten primär und an weiteren vier Standorten beibrechend hochreiner Kalkstein gewonnen. Das Gestein wird mittels Bohren und Sprengen gelöst. Eine Selektion nach dem Weißgrad der Kalksteine findet zumeist schon während der Beladung der Schwerlastkraftwagen statt. Die hochreinen Kalksteine werden in der Aufbereitung gebrochen, gemahlen, gesiebt und als Gesteinsmehle und -körnungen verkauft. Kalksteine, welche die Qualitätsanforderungen für hochreine Kalksteine ($CaCO_3$-Gehalt > 98,5 %, sehr geringer Eisen- und Mangangehalt) nicht erreichen werden als Körnungen für den Verkehrswegbau, als Baustoffe und Betonzuschlag verwendet.

*Hochreine Kalksteine der Massenkalk-Formation*

*Aufgehaldete Splitte und Schotter*

**Verwendung**: Hochreine Kalksteine finden in der Glas-, Putz-, Papierindustrie sowie chemischen Industrie (Kunststoffe, Farben, Lacke, Klebstoffe und Teppichbodenrückseiten), Rauchgasentschwefelung, Wasseraufbereitung, Terrazzo-, Kalksandstein-, Porenbetonstein-Herstellung, in der Düngemittel- sowie Futter- und Nahrungsmittelindustrie Verwendung (s. Graphik). Je nach Einsatzbereich bestehen Vorgaben in Bezug auf die chemische Zusammensetzung und den Weißgrad.

*Abbau und Beladung hochreiner Kalksteine*




*Anwendungsgebiete von hochreinen Kalken gegliedert nach ungebrannten, gebrannten und gelöschten Produkten (nach Kimmig et al., 2001)*

## Literatur


- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Kimmig, B., Werner, W. & Aigner, T. (2001). *Hochreine Kalksteine im Oberjura der Schwäbischen Alb – Zusammensetzung, Verbreitung, Einsatzmöglichkeiten.* – Zeitschrift für Angewandte Geologie, 47, S. 101–108.
- Koch, R. (1994). *Mittlere Schwäbische Alb (Blautal-Geislingen): Neue Interpretation der Massenkalke. – 146. Jahrestagung DGG „Beckenbildung und -inversion in Europa; Endogene und Exogene Faktoren“.* 30 S., Heidelberg. [Exkursionsführer]
- Koch, R., Senowbari-Daryan, B. & Strauss, H. (1994). *The Late Jurassic „Massenkalk Fazies“ of Southern Germany: Calcareous sand piles rather than organic reefs.* – Facies, 31, S. 179–208.


Cookie-Einstellungen

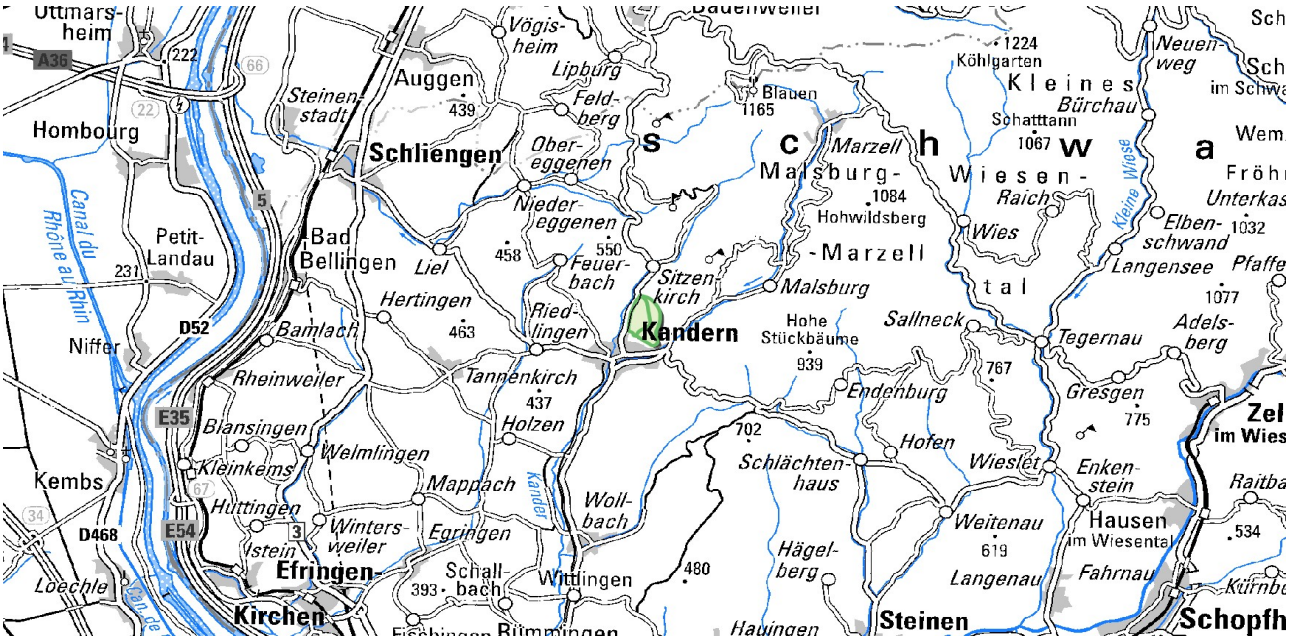
**Quell-URL (zuletzt geändert am 22.07.20 - 17:02):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/hochreine-kalksteine-weiss-branntkalke/hochreine-kalksteine-massenkalk-formation

# Renggeriton

**Verbreitungsgebiet**: Kanderner Vorbergzone, Markgräflerland

**Erdgeschichtliche Einstufung**: Renggeriton (jmRE), unterer Teil der Kandern- Formation (jmKA), (Grenzbereich Mittel-/Oberjura)

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Der Renggeriton gehört zur Kandern-Formation (jmKA). Diese streicht über eine Länge von 10 km von Auggen über Liel bis Kandern bzw. Hammerstein aus, ein weiteres Vorkommen ist zwischen Kleinkems und Istein anzutreffen. Aufgrund der **tektonischen Situation** fallen die Schichten im Markgräfler Hügelland meist mit 10–15° in westliche Richtungen ein; bei einem nach Osten gerichteten Abbau besteht daher Rutschgefährdung.

## Gestein

**Tonsteine bis Tonmergelsteine**, schwach feinsandig, schwach fossilführend, feinschichtig, blaugrau bis dunkelgrau, bis ca. 2 m unter Gelände braungrau, im frischen Zustand pyritführend, dunkelgrau, oberflächennah zu Ton **aufgewittert**.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Petrographie

LGRB-Röntgenfluoreszenzanalysen vom Renggeriton (jmRE) aus der Tongrube Kandern-Ost (RG 8211-1), 2 Proben:

| Chemie | Anteil [%] Probe (1) von 2007 | Anteil [%] Probe (2) von 2016 |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 45,66 | 48,82 |
| $TiO_2$ | 0,7 | 1,11 |
| $Al_2O_3$ | 13,18 | 19,83 |
| $Fe_2O_3$ | 5,09 | 6,91 |
| MnO | 0,04 | 0,07 |
| MgO | 2,89 | 2,11 |
| CaO | 12,08 | 4,36 |
| $Na_2O$ | 0,13 | < 0,01 |
| $K_2O$ | 3,27 | 3,17 |
| $P_2O_5$ | 0,09 | 0,26 |
| Glühverlust | 16,77 | 11,84 |

Probe (1): Rohdichte: 1,76 g/cm$^3$, Trockenschwindung: 13,67 %, Wasseraufnahme: 32,72 M.-%. Probe (2): Gesamtkarbonatgehalt mit 5 %.
Mischprobe (1) repräsentiert einen karbonatreichen Abschnitt, Probe (2) einen stärker tonigen Abschnitt der Schichtenfolge.

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Die Schichtenfolge des Renggeritons ist im Markgräflerland über **40 m** mächtig; die Mächtigkeit der gesamten Kandern-Formation (Ober-Callovium bis Unter-Oxfordium), zu der der Renggeriton gehört, beträgt am südlichen Oberrhein nach Geyer et al. (2011) **90–125 m**, nach dem Lithostratigraphischen Lexikon 80–106 m, davon entfallen auf den Renggeriton **40–60 m** und auf die überlagernden Schichten des „Terrain à Chailles“ **40–46 m**.

**Genutzte Mächtigkeit**: In der Tongrube Kandern-Ost (RG 8211-1) ist der Renggeriton in einer Mächtigkeit von **ca. 20 m** genutzt worden, zusammen mit dem überlagernden Lösslehm betrug die genutzte Mächtigkeit rund **25–30 m**.

*Übersicht über die ehemalige Tongrube Kandern-Ost*

*Braungelber Lösslehm über Renggeriton*

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Der Abbau von Renggeriton erfolgte **bis zum Jahr 1998** in der Tongrube Kandern-Ost (RG 8211-1); die Tongrube wurde nach Abschluss von Verfüllung und Hangsicherung im Jahr 2014 aus der Bergaufsicht entlassen. Weitere Gewinnungsstellen im Renggeriton sind im Markgräflerland nicht bekannt.

*Der Anceps-Oolith trennt die Renggeritone von den Tonsteinen der Ornatenton-Formation.*

**Verwendung**: Das Material aus der Tongrube Kandern-Ost wurde zusammen mit der gleichen Menge an Lösslehm und der Hälfte der Menge an Opalinuston zu **güteüberwachten Dachziegeln** und zugehörigen Formstücken verarbeitet.

## Externe Lexika

LITHOLEX
- Kandern-Formation

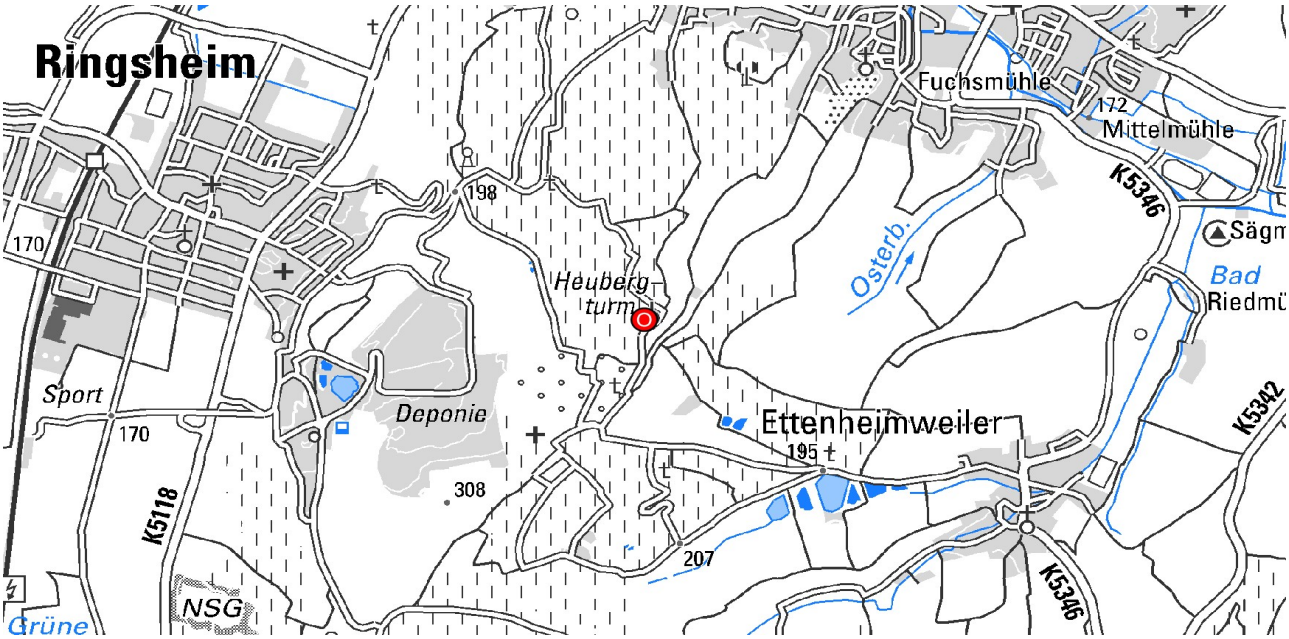
## Literatur

- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 22.07.20 - 17:15):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/ziegeleirohstoffe-grobkeramische-rohstoffe/renggeriton

# Heubergturm bei Ettenheim



*Der Heubergturm bei Ettenheim*

Mitten in den Weinbergen südlich von Ettenheim wurde auf 282 m NN der 12,5 m hohe Heubergturm errichtet, der eine schöne Rundumsicht gewährt. Im Westen überblickt man den Süden der Offenburger Rheinebene und schaut bei klarer Sicht bis zu den Vogesen. Im Südwesten ist die Vulkanruine des Kaiserstuhls zu erkennen. Wendet man sich nach Osten, hat man den Mittleren Schwarzwald vor sich, mit dem Ausgang des Ettenbachtals bei Ettenheim-Münchweier. Während die höheren Berge im Hintergrund von Gesteinen des Grundgebirges, meist Gneisen, gebildet werden, ist das niedrigere bewaldete Bergland davor überwiegend aus Buntsandstein aufgebaut. Es gehört geologisch noch zur Vorbergzone und ist durch die Hauptrandverwerfung vom Grundgebirgsschwarzwald abgesetzt.

Das vorwiegend weinbaulich genutzte Hügelland der näheren Umgebung ist Teil der Lahr-Emmendinger Vorberge. Es handelt sich um Bruchschollen aus Gesteinen der Trias und des Juras, die an einer weiteren Hauptstörungslinie an die höheren Buntsandsteinberge im Osten grenzen. Im Eiszeitalter wurde aus der Schotterebene des Oberrheingrabens feiner Gesteinsstaub ausgeblasen, der als Löss heute den größten Teil der Lahr-Emmendinger Vorberge überkleidet, so dass das unterlagernde Festgestein nur selten zu Tage tritt. Am rund 1 km südwestlich des Turms gelegenen Kahlenberg bei Ringsheim bilden eisenerzhaltige Gesteine des Mitteljuras den Untergrund. Einen frühen Erzabbau gab es dort wahrscheinlich schon in keltischer und römischer Zeit. Ein intensiver Abbau, teils im Tagebau, teils unter Tage, erfolgte in den Jahren 1937 bis 1969. Später wurde in dem Bereich eine Mülldeponie eingerichtet, auf die ab 2005 eine Abfallbehandlungsanlage folgte.

## Weiterführende Links zum Thema

- Virtueller Rundgang über den "Kahlenberg"

**Quell-URL (zuletzt geändert am 30.01.24 - 12:15):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/ausgewaehlte-aussichtspunkte/oberrhein-hochrheingebiet/heubergturm-bei-ettenheim

# Viernheim-Formation

## Geologie

Die Viernheim-Formation besteht aus Kiesen, Sanden und Feinsedimenten. Das Material stammt überwiegend aus den Alpen (meist Fein- bis Mittelkiese und Sande). Stellenweise ist Lokalmaterial beteiligt. Die Viernheim-Formation wird in zwei Subformationen unterteilt. Die liegende Neuzenhof-Subformation besteht aus mehreren grob-fein-Zyklen, beginnend mit Kies-Sand über Sand und Schluff bis zu tonigen und torfigen Sedimenten. Die hangende Neuzenlache-Subformation ist eine Abfolge von Sanden oder kiesigen Sanden mit wenigen schluffig-sandigen Einschaltungen. Im Neckarschwemmfächer bei Heidelberg dominiert Lokalmaterial.

Die Viernheim-Formation ist nicht an der Geländeoberfläche aufgeschlossen. Sie wird von der Ludwigshafen-Formation und der Mannheim-Formation überlagert sowie von der Iffezheim-Formation unterlagert. Die beiden Formationen unterscheiden sich u. a. darin, dass die Viernheim-Formation im Gegensatz zur Iffezheim-Formation karbonathaltig ist. Es können aber auch fließende Übergänge auftreten, z. B. wenn älteres Material aufgearbeitet bzw. umgelagert wurde.

Die Viernheim-Formation geht aus der Ortenau-Formation unten hervor.

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Viernheim-Formation ist ein Porengrundwasserleiter mit stark wechselnder Durchlässigkeit und Ergiebigkeit, der bereichsweise durch geringer durchlässige Zwischenhorizonte hydraulisch und hydrochemisch gegliedert wird. Sie wird unter hydrogeologischen Gesichtspunkten in mehrere Untereinheiten unterteilt (Wirsing & Luz, 2007). Die Neuzenhof-Subformation beinhaltet die

- Untere sandig-schluffige Abfolge oben (UssAo), den
- Unteren Zwischenhorizont (UZH bzw. Untere Zwischenschicht), die
- Mittlere sandig-kiesige Abfolge unten (MskAu) und den
- Zwischenhorizont 3 (ZH3).

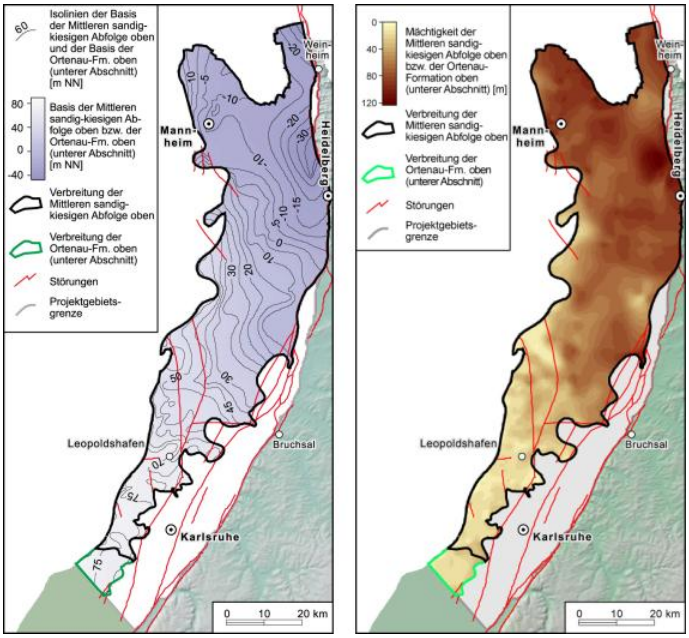
Nach früherer hydrogeologischer Nomenklatur entspricht sie dem Unteren Kieslager (UKL) und dem „Altquartär“ (HGK, 1999).

Die Neuzenlache-Subformation beinhaltet die

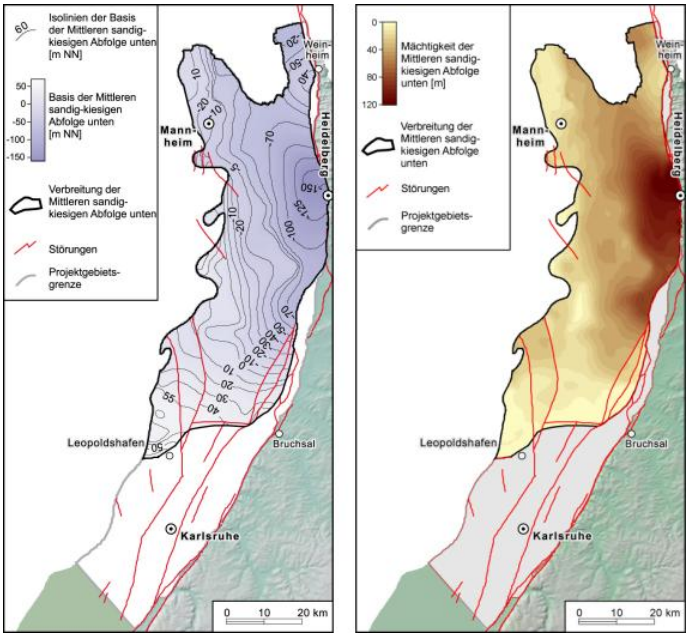
- Mittlere sandig-kiesige Abfolge oben (MskAo) und den
- Zwischenhorizont 2 (ZH2).

Nach früherer hydrogeologischer Nomenklatur entspricht sie dem Mittleren Kieslager (MKL) (HGK, 1999).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau




*Verbreitung und Basis der Mittleren sandig-kiesigen Abfolge oben (Neuzenlache-Subformation) links, sowie Mächtigkeit rechts*

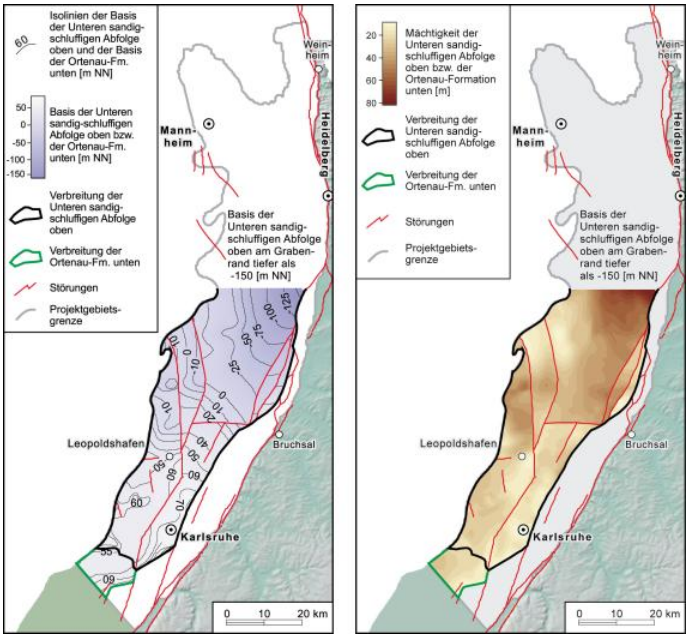



*Verbreitung und Basis der Mittleren sandig-kiesigen Abfolge unten (Neuzenhof-Subformation) links, sowie Mächtigkeit rechts*

Die Untere sandig-schluffige Abfolge oben (UssAo) ist im Raum Karlsruhe–Speyer auf der Grabenscholle verbreitet. Nach Osten wird sie an den Randschollenverwerfungen tektonisch abgeschnitten oder sie keilt auf den Randschollen aus. Im Süden wurde die Untere sandig-schluffige Abfolge oben hydrogeologisch mit der Ortenau-Formation unten zusammengeführt. Die Verbreitung und Tiefenlage der Unteren sandig-schluffigen Abfolge oben konnte für den Rhein-Neckar-Raum nicht dargestellt werden. Sie liegt dort sehr tief unter der Geländeoberfläche und wird deshalb nur von wenigen Bohrungen aufgeschlossen.

Die Mächtigkeit der Unteren sandig-schluffigen Abfolge oben nimmt tendenziell von Süden nach Nordosten zu. Im Süden liegt sie zwischen 10 und 22 m. Die größte Mächtigkeit von 78 m erreicht sie im Nordosten zwischen St. Leon und Walldorf. Im Nordwesten ist sie mit 12 bis 27 m deutlich geringer mächtig.

Zum Unteren Zwischenhorizont (UZH) wurden unter hydrogeologischen Gesichtspunkten tonig-schluffige Linsen zusammengefasst, die an der Basis der Mittleren sandig-kiesigen Abfolge unten vermehrt auftreten. Er wurde wegen seiner großen Tiefenlage nur in wenigen Bohrungen erfasst (HGK, 1999). Die lithologische Abgrenzung zur liegenden Iffezheim-Formation ist meist schwierig, da diese auch aus Wechsellagerungen von Sanden, Schluffen und Tonen besteht.




*Verbreitung und Basis der Unteren sandig- schluffigen Abfolge oben (Neuzenhof-Subformation) links, sowie Mächtigkeit rechts*

Die Mittlere sandig-kiesige Abfolge unten (MskAu) ist im Raum Karlsruhe–Speyer und im Rhein-Neckar-Raum verbreitet. Sie endet im Süden bei Leopoldshafen–Neuthard–Forst. Im Osten bildet die Grabenrandverwerfung von Kronau bis östlich von Leimen die Verbreitungsgrenze. Sie fehlt auf der Randscholle nördlich Bruchsal. Die Mächtigkeit der Mittleren sandig-kiesigen Abfolge unten nimmt in Richtung auf das sogenannte Heidelberger Loch auf bis zu 120 m nördlich von Heidelberg zu.

Beim Zwischenhorizont 3 handelt es sich ebenso wie bei den anderen Zwischenhorizonten im hydrogeologischen Sinn vermutlich um ein Tiefenniveau, in dem Linsen aus Ton und Schluff vermehrt auftreten. Er ist auf der Grabenscholle auf der Höhe von Baden-Baden nur lückenhaft und weiter im Norden, mit Ausnahme des nördlichen Stadtgebiets von Mannheim, nahezu flächig verbreitet. Er erreicht die größten Mächtigkeiten von ca. 25 m östlich von Oberhausen. Weitere Bereiche erhöhter Mächtigkeit liegen südwestlich von Philippsburg (17 m), nordwestlich von Leopoldshafen und südöstlich von Mannheim (ca. 15 m). Im übrigen Gebiet beträgt die Mächtigkeit bis ca. 10 m. Die Angaben zum ZH3 sind insgesamt unsicher, da er nur durch Kernbohrungen erfasst wurde.

Die Mittlere sandig-kiesige Abfolge oben (MskAo) kann nur im Verbreitungsgebiet der Ludwigshafen-Formation von der Oberen kiesig-sandigen Abfolge unterschieden werden. Im Süden wurde die Mittlere sandig-kiesige Abfolge oben hydrogeologisch mit der Ortenau-Formation unten zusammengeführt.

Im Süden schwankt die Mächtigkeit der Mittleren sandig-kiesigen Abfolge oben bis etwa Friedrichstal–Linkenheim–Hochstetten zwischen 10 und 15 m. Von hier aus nimmt sie in nördliche Richtung deutlich zu. Die größten Mächtigkeiten von 75 m treten in einer Senke südöstlich von Ladenburg auf.

Der Zwischenhorizont 2 setzt sich aus mehreren ineinander verschachtelten Ton- und Schlufflinsen zusammen, die in einem bestimmten Tiefenniveau gehäuft auftreten. Er ist nur im nördlichen Rhein-Neckar-Raum nördlich einer Linie von Rheinau nach Ilvesheim und nördlich von Heddesheim-Weinheim verbreitet. Im Westen ist er hauptsächlich auf den Raum Mannheim–Sandhofen beschränkt. Seine Mächtigkeit liegt zwischen zwei und vier Metern.

Baggerseen reichen bislang meist noch nicht bis in den mittleren Grundwasserleiter und wirken sich deshalb auch noch nicht gravierend auf das Grundwasser im MGWL aus. Aufgrund der zunehmenden Flächengrößen der Baggerseen laufen intensive Anstrengungen, Baggerseen auch in den MGWL zu vertiefen. In Grundwasseraufstiegsbereichen ist dies eher unkritisch für das Grundwasser im MGWL (Bertleff et al., 1996). Dort wo absteigende Druckverhältnisse vorherrschen, begünstigt die Vertiefung von Baggerseen den Eintrag des im OGWL meist stark anthropogen geprägten und z. T. verunreinigten Grundwassers in den MGWL.

Hydrostratigraphisch bildet die Viernheim-Formation zwischen Karlsruhe und Mannheim den Unteren Grundwasserleiter oben (UGWLoben) sowie den Mittleren Grundwasserleiter (MGWL). Dabei entspricht die Untere sandig-schluffige Abfolge oben dem UGWL oben, die Mittlere sandig-kiesige Abfolge unten dem MGWL unten und die Mittlere sandig-kiesige Abfolge oben dem MGWL oben.

## Hydraulische Eigenschaften

Die Kenntnisse über die hydraulischen Eigenschaften der Viernheim-Formation werden mit zunehmender Tiefenlage spärlicher. Generell nehmen die Durchlässigkeiten in der Viernheim-Formation mit zunehmender Tiefe ab. Für den oberen Abschnitt (mittlerer Grundwasserleiter) liegt die mediane Durchlässigkeit bei ca. $0{,}3 \cdot 10^{-3}$ m/s und damit über der des Unteren Grundwasserleiters mit einer medianen Durchlässigkeit von ca. $0{,}17 \cdot 10^{-3}$ m/s. Der Wertebereich für den MGWL schwankt sehr stark und liegt zwischen 0,05 und $5 \cdot 10^{-3}$ m/s, für den UGWL zwischen 0,07 und $1{,}3 \cdot 10^{-3}$ m/s (Wirsing & Luz, 2007).

# Hydrologie

Das Grundwasser in der Viernheim-Formation wird überwiegend in der Nähe des Grabenrandes durch vertikale Zusickerung aus der überlagernden Mannheim-Formation neugebildet. Die Zusickerung variiert dabei je nach der lithologischen Ausbildung der Ludwigshafen-Formation, die zwischen den beiden Einheiten liegt, und den regionalen bzw. lokalen Druckverhältnissen. Bei mächtiger schluffig-toniger Ausbildung der Ludwigshafen-Formation ist sie stark reduziert, im Bereich hydraulischer Fenster kann sie stark begünstigt sein. Eine generelle Quantifizierung der Zusickerungsrate ist nicht möglich. In geringerem Umfang treten Randzuströme aus der Vorbergzone zu.

In historischer Zeit war die Zusickerung vom OGWL in den MGWL geringer als heute. Die seit einigen Jahrzehnten ausgebildeten großräumigen Absenktrichter durch Grundwasserentnahmen für industrielle Zwecke und Trinkwassergewinnung führten zu einer starken Absenkung des Druckspiegels im MGWL, der die Zusickerung aus dem OGWL insgesamt begünstigt (sowohl flächig als auch im Bereich hydraulischer Fenster). Als Folge der bereichsweisen Verlagerung der Entnahmen vom MGWL in den UGWL kommt es derzeit zu einem leichten Wiederanstieg des Wasserstands im MGWL und dadurch zu einer Reduzierung des Druckunterschieds zwischen MGWL und OGWL.

Flächenhafte Informationen über die Grundwasserfließverhältnisse in der Viernheim-Formation bzw. im mittleren Grundwasserleiter liegen für den Rhein-Neckar-Raum vor (HGK, 1999). Demnach gleicht das Strömungsbild prinzipiell dem in der überlagernden Mannheim-Formation (Oberer Grundwasserleiter), wird aber durch die o. g. großräumigen Absenktrichter modifiziert. Das Grundwasser strömt vom Grabenrand generell in nordwestliche Richtung dem Rhein zu. Im Bereich der Absenktrichter kann dieser auch unterströmt werden. Eine ähnliche Strömungsrichtung dürfte auch das mittlere Grundwasser im Raum Karlsruhe–Speyer haben.

Das Grundwasser in der Viernheim-Formation ist im Allgemeinen gespannt.

Im Raum Karlsruhe-Speyer liegen in der Rheinniederung die Potenziale im Mittleren Grundwasserleiter (MGWL) geringfügig bis deutlich über denen des Oberen Grundwasserleiters (OGWL). Die Potenzialdifferenz beträgt bis zu drei Dezimeter. In diesen Gebieten durchströmt das Grundwasser des MGWL die Ludwigshafen-Formation und entwässert über das Obere Grundwasser in den Rhein und das übrige Gewässernetz (HGK, 2007). Unter der östlich angrenzenden Niederterrasse liegt der Druckwasserspiegel im MGWL überwiegend tiefer als die freie Grundwasseroberfläche des OGWL. Dies bedeutet, dass das obere Grundwasser die Ludwigshafen-Formation durchsickert und in das mittlere Grundwasser infiltriert. Zum Grabenrand hin liegt die Grundwasseroberfläche des OGWL um bis 1,5 m über dem Potenzial des tieferen Grundwassers. Hier infiltriert Grundwasser in tiefere Abschnitte des Kiesaquifers. Im Raum Phillipsburg und nördlich davon gibt es die räumlich klar differenzierbaren Potenzialunterschiede nicht mehr. Bereichsweise werden die natürlichen Potenzialunterschiede durch Grundwasserentnahmen umgekehrt.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Das Grundwasser in der Viernheim-Formation ist generell als Calcium-Magnesium-Hydrogenkarbonat-Grundwasser mit mittlerem Gehalt an gelösten Inhaltsstoffen zu charakterisieren. Es kann über große Gebiete stark reduziert sein. Dort treten gelöste Gehalte von Eisen und Mangan sowie Ammonium auf.

In Gebieten, in denen die Ludwigshafen-Formation nicht oder nur eingeschränkt hydraulisch wirksam ist, gleichen sich die Grundwasserstände und die Grundwasserbeschaffenheit von Mannheim- und Viernheim-Formation an.

Im Vergleich zum oberflächennahen Grundwasser ist die Gesamthärteverteilung im tieferen Grundwasser wesentlich ausgeglichener (HGK, 1988). Insgesamt ist die Härte der Grundwässer in der Viernheim-Formation niedriger als im oberen Grundwasser. Dies ist hauptsächlich dadurch bedingt, dass der MGWL noch nicht so stark durch anthropogene Stoffeinträge betroffen ist, wie der OGWL.

Am Gebirgsrand ist das Wasser härter (z. T. 24–30 °dH) als in Rheinnähe (12–16 °dH). Die Zonierung ist die Folge der Potenzialunterschiede zwischen dem OGWL und dem MGWL und der damit einhergehenden Grundwasseraustauschprozesse sowie des langsamen Grundwasserumsatzes im tieferen Grundwasserleiter.

Im MGWL werden meist viel höhere Grundwasserverweilzeiten als für den OGWL bestimmt. Sie liegen oft bei mehreren Jahrhunderten bis zu einigen Jahrtausenden. Diesbezüglich liegt eine ausgeprägte Tiefenzonierung im Grundwasserleiter vor. Trotz der z. T. langjährigen sehr hohen Grundwasserentnahmen in Großwasserwerken hat sich die Altersstruktur des Förderwassers noch nicht oder nur geringfügig verändert. Dies belegt einen sehr stark ausgeprägten Speichereffekt des MGWL, der in dessen großer Mächtigkeit begründet ist.

## Geschütztheit des Grundwassers

Das Grundwasser in der Viernheim-Formation ist meist durch den darüber liegenden Grundwasserleiter und die Ludwigshafen-Formation gut bis sehr gut vor direkten Verunreinigungen von der Erdoberfläche geschützt. Zum Schutz trägt auch die Anisotropie der Durchlässigkeit im Grundwasserleiter bei, da die vertikalen Austauschprozesse relativ langsam ablaufen und somit Grundwasserverunreinigungen im OGWL nur langsam in den MGWL gelangen.

Die Geschütztheit nimmt daher mit zunehmender Tiefenlage des Grundwassers zu. Allerdings kann es durch größere Grundwasserentnahmen im mittleren Grundwasser zu einem beschleunigten Beizug von Grundwasser aus dem oberen Grundwasserleiter kommen. Damit kann eine Durchmischung mit stärker belastetem, oberflächennahem Grundwasser verbunden sein.

## Grundwassernutzung

Das Grundwasservorkommen in der Viernheim-Formation ist von überregionaler Bedeutung und wird vielerorts zur Trinkwasserversorgung sowie zu gewerblichen und industriellen Zwecken sowie zur Mineralwassergewinnung genutzt. Das Förderwasser zeigt meist noch keine anthropogenen Einflüsse. Bedeutende Trinkwasserentnahmen erfolgen z. B. beim Wasserwerk „Schwetzinger Hardt“ des Zweckverbandes Wasserversorgung Kurpfalz (Entnahmen aus OGWL, MGWLo und MGWLu).

Weitere größere Grundwassernutzungen aus dem MGWL gibt es z. B. in Sandhausen, Wiesloch, Kronau, Hemsbach, Mannheim-Käfertal und Bruchsal.

## Literatur


- Bertleff, B., Plum, H., Schuff, J., Stichler, W., Storch, D. H. & Trapp, C.(1996). *Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser.* – LGRB-Informationen, 10, S. 1–64, 1 CD-ROM.
- HGK (1988). *Raum Karlsruhe-Speyer. Analyse des Ist-Zustands; Aufbau eines mathematischen Grundwassermodells.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 111 S., 11 Anlagen, Stuttgart (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt und

Gesundheit Rheinland-Pfalz).
- HGK (1999). *Rhein-Neckar-Raum. Fortschreibung 1983 – 1998.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 155 S., 18 Karten, 1 CD-ROM, Stuttgart (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten; Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz).
- HGK (2007). *Raum Karlsruhe-Speyer. Fortschreibung 1986 – 2005.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 90 S., 13 Karten, 1 CD-ROM, Stuttgart (Umweltministerium Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz).
- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.

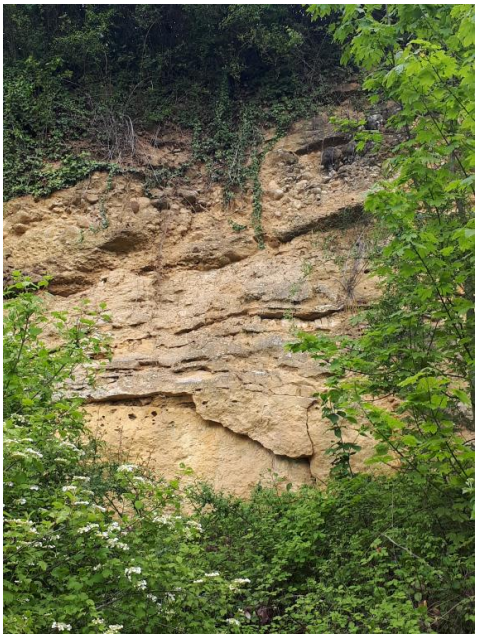
Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:04):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick/viernheim-formation

# Hydrogeologischer Überblick

Die tertiären Gesteine sind mit Ausnahme der Küstenkonglomerat-Formation Grundwassergeringleiter. Gesteine des ungegliederten Mesozoikums sind sowohl Grundwasserleiter als auch Grundwassergeringleiter.

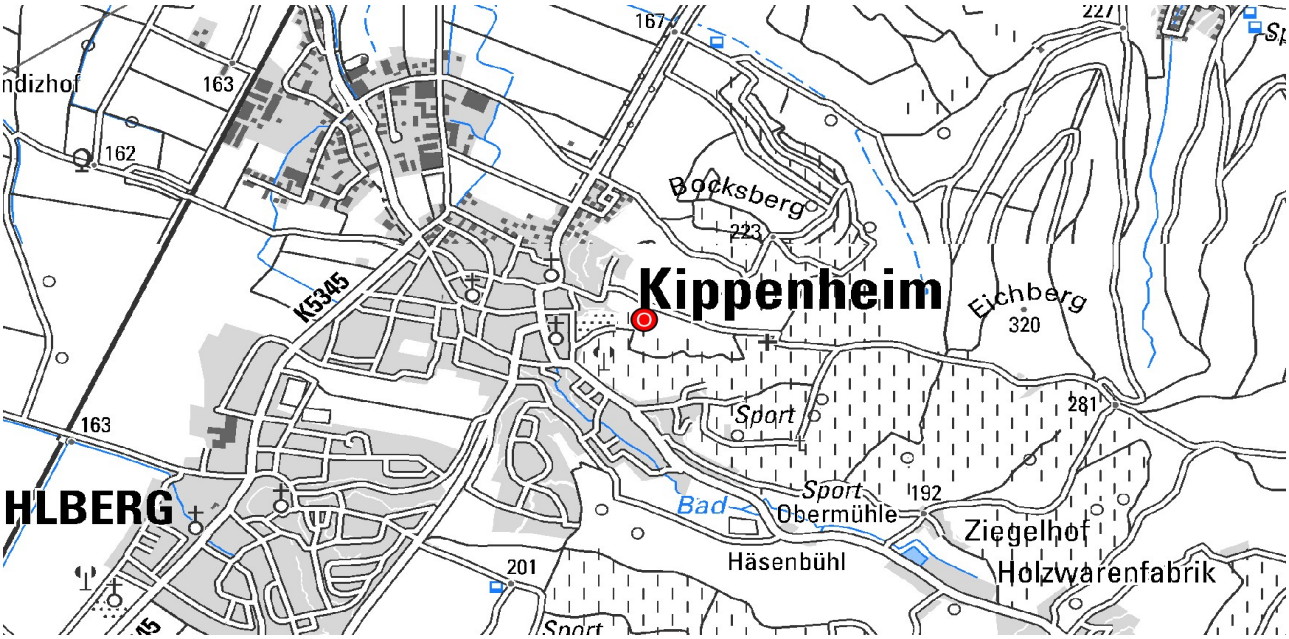


*Küstenkonglomerat-Formation (tKK): Alter Steinbruch bei Britzingen/Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald*

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:07):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/oberrheingraben-tertiaer-mesozoikum-ungegliedert-vorbergzone-dinkelberg/hydrogeologischer-ueberblick

# Lösshohlweg Leimtalgasse östlich von Kippenheim



*Lösswand im Hohlweg Leimtalgasse östlich von Kippenheim*

Östlich von Kippenheim hat sich durch Jahrhunderte dauernde Benutzung ein tiefer Hohlweg gebildet, der hinauf in die Weinberge am Lußbuck führt. An den bis zu 15 m hohen Wänden sind mächtige Lösse aufgeschlossen, die während der Kälteperioden der letzten Eiszeiten aus den vegetationsarmen Schotterfluren der Rheinebene ausgeblasen und an den Vorbergen des Schwarzwalds in dicken Paketen abgelagert wurden. Dieser Hohlweg erschließt die mächtigsten Lössablagerungen der Ortenau. Die Leimtalgasse steht als Biotop auf 1,2 ha unter Naturschutz.

Kurz vor dem östlichen Ende des Hohlwegs ist mit einem rotbraunen Tonanreicherungshorizont (Bt-Horizont) ein gut erhaltener Paläoboden zu sehen. Seine Lage etwa 3 m unter der Obergrenze des Lösses macht es wahrscheinlich, dass es sich um den Rest einer Parabraunerde der Eem-Warmzeit (126 000–115 000 Jahre v. H.) handelt. Die Leimtalgasse wird heute nur noch als Fußweg genutzt, sodass eine weitere Eintiefung durch das Befahren mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen unterbleibt. Das lockere Material wird nicht mehr bei Starkniederschlägen weggeschwemmt. Die Wände sind deshalb zu großen Teilen von verstürztem Material bedeckt und verwachsen.

*Lösswand mit Paläoboden in der Leimtalgasse östlich von Kippenheim*

## Externe Lexika

WIKIPEDIA

- Hohlweg

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 03.02.22 - 07:58):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/aufschluesse/oberrhein-hochrheingebiet/loesshohlweg-leimtalgasse-oestlich-kippenheim

# Tektonische Regionen

Baden-Württemberg weist mehrere unterschiedliche tektonische Regionen auf, deren Strukturbau sich in der Schichtlagerung, der Orientierung und in den Versatzbeträgen der Störungen unterscheidet.

*Tuffitische Sandsteine des Rotliegend bei Baden-Baden-Lichtental*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

# Grundgebirgseinheiten

Die Einteilung des Landesgebiets in tektonische Regionen orientiert sich an der Schichtlagerung des Deckgebirges, also der Schichten vom Zechstein bis zum Quartär, die diskordant über den älteren Gesteinen liegen. Das Grundgebirge unter Baden-Württemberg zeigt dagegen eine ältere, davon abweichende Gliederung in tektonostratigraphische Einheiten, deren jeweilige Vorgeschichte und Gesteinsbestand von den anderen Einheiten abweicht und die bei der Variskischen Gebirgsbildung im Karbon ihre heutige Anordnung fanden (Geyer et al., 2011).

Im Norden des Landes streicht ein Teil der Mitteleuropäischen Kristallinzone im Odenwald zu Tage aus. Nach geophysikalischen Kartierungen setzt sich diese Kristallineinheit noch einige Kilometer unter das Deckgebirge von Kraichgau und Buntsandstein-Odenwald nach Süden und Osten fort. Südlich schließt sich unter dem Kraichgau, Hohenlohe und Teilen des Baulands das Nordbadisch-Fränkische Schiefergebirge an, das bei Boxberg und in Ingelfingen durch Tiefbohrungen nachgewiesen wurde und dessen Südrand bei Baden-Baden zutage tritt. Die Gesteine dieser Grundgebirgseinheit zeichnen sich durch einen sehr niedrigen Metamorphosegrad (Anchimetamorphose) aus, der erst in der mehr als einen Kilometer breiten Scherzone an ihrem Südrand von höheren Metamorphosegraden abgelöst wird. Im Nordschwarzwald schließt sich das Nordschwarzwald-Granit-Gneis-Gebiet an, das von Granitplutonen mit eingelagerten Gneisschollen geprägt ist. Südlich davon folgt das von mittelgradig metamorphen Gesteinen geprägte Zentralschwarzwald-Gneisgebiet. Ein Teil der Gneise mit eingelagerten Amphiboliten weist Reliktparagenesen auf, die eine vormalige hochgradige Metamorphose im Bereich der unteren Erdkruste belegen. Sie liegen heute als tektonische Decke auf anderen Gneiseinheiten mit abweichender Metamorphoseentwicklung. Besonders im südlichen Teil dieser Grundgebirgseinheit waren die Gneise teilweise aufgeschmolzen und liegen heute als Migmatite (Anatexite, Diatexite) vor. Granitplutone nehmen im Zentralschwarzwald-Gneisgebiet nur einen untergeordneten Teil des Ausstrichgebiets ein, der größte Pluton befindet sich um Triberg. Entlang einer nur wenige Kilometer breiten Zone kaum bis nicht metamorpher Sedimente und Vulkanite des Unterkarbons, die von Badenweiler im Westen bis Lenzkirch im Osten des Schwarzwalds streicht, grenzt im Süden das Südschwarzwald-Granit-Gneis-Gebiet an das Zentralschwarzwald-Gneis-Gebiet. Granitplutone nehmen im Südschwarzwald-Granit-Gneis-Gebiet einen größeren Anteil an der Ausstrichfläche ein und haben im Osten des Südschwarzwalds auch die Grenze zum Zentralschwarzwald-Gneis-Gebiet durchdrungen. Die mittelgradig metamorphen Gneiseinheiten liegen auch hier in mehreren tektonischen Decken übereinander, von denen eine Relikte einer älteren hochgradigen Metamorphose aufweist.

Östlich des Schwarzwaldes sind in Tiefbohrungen mehrfach ähnliche Gneise und Granite angetroffen worden, die eine Fortsetzung der Kristallineinheiten unter dem Deckgebirge belegen. Geophysikalische Kartierungen von geringen Abweichungen im Magnet- und Schwerefeld der Erde belegen auch im verdeckten Grundgebirge eine Gliederung in unterschiedliche tektonostratigraphische Einheiten, lassen jedoch bislang nur Vermutungen über den genaueren Bau des dortigen Grundgebirges zu. Lediglich das Nordbadisch-Fränkische Schiefergebirge, das auch aus Bohrungen in Mittelfranken bekannt ist, zeichnet sich unter dem Kraichgau, Hohenlohe und dem Main-Tauber-Land gut erkennbar in den geophysikalischen Karten ab.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Odenwald und nordwestlicher Kraichgau

Zwischen der nördlichen Rheingraben-Hauptverwerfung und der Ubstadt–Walldürn-Störungszone weicht der tektonische Bau deutlich von den angrenzenden Regionen ab. Die wichtigste Streichrichtung der Störungen verläuft etwa N–S bis NNW–SSO. NW–SO- und NO–SW-streichende Störungen treten ebenfalls auf, bleiben im Vergleich mit den südlich anschließenden Regionen des Schichtstufenlandes aber im Hintergrund. Besonders zwischen der seit dem Paläozoikum mehrfach reaktivierten Otzberg-Störungszone und der Randstörung des Oberrheingrabens treten auch W–O-streichenden Sekundärstörungen auf.

Die Störungsmuster sind im kristallinen Grundgebirge des Odenwalds, soweit sie bisher kartiert werden konnten, offenbar ähnlich ausgerichtet wie im mesozoischen Deckgebirge, das in dieser Region überwiegend aus Buntsandstein und Muschelkalk besteht, in der Langenbrückener Senke jedoch bis in den Mitteljura erhalten ist. Die Schichtlagerung fällt dabei generell nach Süden und Südosten ein. Entlang der Rheingraben-Hauptverwerfung erscheint das Bruchschollenmosaik kleinteiliger als in größerer Entfernung davon. Der am stärksten abgesenkte Abschnitt liegt als kleinräumig zerblockte Langenbrückener Senke im Winkel zwischen Ubstadt–Walldürn-Störungszone und Grabenrand, hinter dem sich im Oberrheingraben eine von nur geringmächtigem Quartär bedeckte Randschollenzone anschließt. Auch der am stärksten angehobene Bereich, in dem heute der kristalline Odenwald aufgeschlossen ist, liegt unmittelbar neben der Oberrheingraben-Randverwerfung, weshalb das stärkste Schichteinfallen im Westen der Region entlang des Grabenrandes (um Heidelberg) ausgebildet ist und die Schichtlagerung nach Osten etwas flacher wird.

## Nördliches Schichtstufenland

Südöstlich der Ubstadt-Walldürn-Störungszone und nördlich des Schwäbischen Lineaments schließt sich das Nördliche Schichtstufenland an, dessen Struktur im Deckgebirge von SW–NO- und NW–SO-streichenden Störungen und von flachen Mulden und Kuppeln in der Schichtlagerung geprägt wird. Die westliche Begrenzung dieser Zone wird südlich Ubstadt durch die Randbrüche des Oberrheingrabens gebildet. Da für die Einteilung nach tektonischen Regionen die alpidisch bis neotektonisch aktiven Strukturen ausschlaggebend sind, sind hier auch die Ausstrichgebiete des Grundgebirges im Schwarzwald in die Regionen des Schichtstufenlandes mit einbezogen. Im Osten stößt das Schwäbische Lineament auf die Impaktstruktur Nördlinger Ries, in der Deck- und Grundgebirge bis in Tiefen von mehreren Kilometern zerrüttet sind und dessen ringförmige Randbrüche alle älteren Strukturen überlagern.

Ein Vergleich der Schichtlagerungskarten zeigt einen deutlichen Einfluss von postvariskischen Strukturen (Rotliegend-Becken und -Schwellen) auf die heutige Schichtlagerung. Zwischen der Ubstadt–Walldürn-Störungszone und der Neckar-Jagst-Furche ist über dem permischen Kraichgau-Becken die Fränkische Senke in drei nur undeutlich gegeneinander abgegrenzten Teilmulden erkennbar, die als Kraichgau-, Stromberg- und Löwensteiner Mulde bekannt sind. Den Ostrand der Fränkischen Senke begleiten mehrere NW–SO-streichende Störungszonen. Weiter nordöstlich erscheint die Fortsetzung der Ubstadt–Walldürn-Störungszone in der Schichtlagerung als schmaler Thüngersheimer Sattel, an den sich nach Süden eine flache Einsenkung, die Bauland-Mulde, anschließt. Südlich davon und östlich der Fränkischen Senke hebt sich der Fränkische Schild über der aus Mächtigkeitsverteilungen des Mesozoikums bekannten Ries–Tauber–Schwelle heraus. Dabei lässt sich der Fränkische Schild nördlich und südlich der SW–NO-streichenden Hollenbacher Mulde nochmals in einen nördlichen Assamstädter und einen südlichen Schrozberger Schild untergliedern. Im Schrozberger Schild zeigt sich eine weitere, in der Schichtlagerung als schmale „Furche“ erscheinende Scherzone, die Fränkische Furche, die nach Westen unter spitzem Winkel auf die Neckar-Jagst-Furche zuläuft.

Zwischen der Neckar-Jagst-Furche und dem Schwäbischen Lineament hebt sich über der im Rotliegend wahrscheinlich weithin sedimentfreien Nordschwarzwald-Schwelle der Schwäbisch-Fränkische Sattel heraus, der von zahlreichen NW–SO-streichenden Quersprüngen weiter gegliedert wird. Im Schwäbisch-Fränkischen Sattel zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen der westlichen und der östlichen Hälfte. Östlich von Fils- und Remsmündung fallen die Schichten sehr schwach und generell nach Süden ein und werden dabei von den Störungen nur wenig beeinflusst. Westlich dieser Linie wendet sich das Schichtenfallen gegen Osten und wird durch grabenartige Vertikalbewegungen an den Quersprüngen stark modifiziert. Von Plochingen bis zur Hornisgrinde steigt dabei die Grundgebirgsoberfläche nach Westen um etwa 1000 m auf. Die größte Grabenstruktur in dieser Scholle ist der Fildergraben.

# Südliches Schichtstufenland

Südlich des Schwäbischen Lineaments zeigt die Schichtlagerung einen stärkeren Einfluss des südlich angrenzenden Molassebeckens durch vorherrschend südöstliches und südliches Einfallen der Schichtenfolge. Die südliche Begrenzung der tektonischen Region Südliches Schichtstufenland stellt die Molasseflexur dar, an der sich das regionale Einfallen der Schichten, auf kurze Distanz von höchstens ca. 1° auf über 5° erhöht (kleinräumige stärkere Verstellungen nahe Störungen nicht mitgerechnet). Nach der Struktur des Deckgebirges zerfällt das Südliche Schichtstufenland in zwei Segmente. Westlich der etwa N–S-streichenden Lauchert-Mulde fällt ein im Norden von der Elztal- und Bebenhausen-Störungszone, im Süden von der Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone etwa dreieckig begrenzter Schollenkomplex als Westabdachung des Zentralschwarzwaldes einheitlich gegen Ostsüdosten ein (Kandel–Hohenzollern-Schollenfeld).

Nach der Verteilung der rezenten Erdbeben-Epizentren befindet sich am Ostrand dieses westlichen Segments eine mehrere Kilometer breite Störungszone im Grundgebirge, die als Albstadt-Scherzone bezeichnet wird. Der sinistrale Versatz dieser Zone äußert sich an der Oberfläche in fiederartig angelegten Dehnungsbrüchen (Hohenzollern-Graben, Achalm-Graben) und in einem leicht S-förmigen Versatz des Schwäbischen Lineaments (Illies, 1978, 1982; Reinecker & Schneider, 2002). Durchgehende Trennbrüche sind im höheren Deckgebirge nicht ausgebildet. Die Albstadt-Scherzone wird jedoch an ihrer östlichen Flanke von der Lauchert-Mulde begleitet, deren südlicher Abschnitt grabenartige Bruchstrukturen aufweist.

Östlich der Lauchert-Mulde wendet sich das generelle Schichtenfallen gegen Südosten auf das Molassebecken zu, wird jedoch durch eine dem Nördlichen Schichtstufenland ähnliche Gliederung in Kuppeln und Mulden überlagert. Auffälligste Struktur ist hier die annähernd runde Uracher Mulde im Gebiet der Mittleren Alb. Der Nordrand dieses Segments wird entlang der Hohenstaufen-Störungszone von einer lang ausgezogenen Struktur begleitet, der Albershäuser Kuppel. Diese ist durch die Filstal-Mulde, einem nordöstlichen Ausläufer der Uracher Mulde, teilweise vom südlich anschließenden Buttenhäuser Sattel abgetrennt, der weiter südwestlich auch die Uracher Mulde begrenzt. Östlich des Buttenhäuser Sattels zeigt sich eine weitere, breite Muldenstruktur im Gebiet der Ostalb, die Heidenheimer Mulde.

Im Osten des Südlichen Schichtstufenlandes liegen zwei Impaktkrater, in denen Deck- und Grundgebirge tiefgründig zerrüttet sind und die Tektonik von ringförmigen und radialen Strukturen geprägt ist. An der Landesgrenze und teilweise im Nördlichen Schichtstufenland liegt das Nördlinger Ries, etwa 30 km südwestlich davon das kleinere Steinheimer Becken. In tektonischer Hinsicht stellen sie Sonderstrukturen dar, deren Ausbildung nicht von endogenen Prozessen bestimmt wurde.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Oberrheingraben

Der Ostrand der tektonischen Region Oberrheingraben orientiert sich an der Verbreitung der Grabenrandbrüche, einschließlich der Vorbergzonen, und entspricht damit in seinem Verlauf weder exakt der topographisch definierten Oberrheinebene noch der Verbreitung der känozoischen Sedimente. Besonders am Schwarzwaldrand ist das Kristallin an einzelnen (rheinisch-streichenden) Grabenrandbrüchen nur wenig abgesenkt, weshalb deren Randschollen landschaftlich zum Schwarzwald, tektonisch aber bereits zum Grabenrand gehören (z. B. Hühnersedel-Scholle). Der Westrand des Oberrheingrabens sowie die Nord- und Südbegrenzung liegen außerhalb des Landesgebiets.

Der gerade gestreckte, SSW–NNO-streichende südliche und mittlere Abschnitt des Oberrheingrabens neben Schwarzwald und Kraichgau zeichnet sich durch ein komplexes Störungsmuster aus, dessen größter Teil von quartären und jüngeren tertiären Sedimenten verdeckt ist. Die dreidimensionale Modellierung des Grabeninneren anhand von reflexionsseismischen Profilen und Bohrergebnissen (GeORG-Projektteam, 2013) hat gezeigt, dass sich im tieferen Untergrund drei Störungssysteme überlagern.

Das offenbar jüngste davon, das auch für die lineare Gestalt des heutigen Oberrheingrabens in diesem Abschnitt verantwortlich sein dürfte, ist ein System aus steil einfallenden und sich nach oben Y-förmig aufspaltenden Scherzonen etwa unter der heutigen Rheinaue, die eine gerade durchziehende Struktur vom Sundgau bis in den Kraichgau bilden (Illfurth–Bruchsal-Störungszone). Ihr nördliches Ende stößt am Südrand der Langenbrückener Senke auf die Ubstadt–Walldürn-Störungszone im Deckgebirge der Grabenschulter. Entlang dieser Scherzone sprechen Anordnung und Geometrie der Störungsflächen für linksseitige Seitenbewegungen mit abschiebenden Anteilen.

Außerhalb dieser zentralen Scherzone liegen in ihrem Verlauf stärker gewölbte oder bogenförmige Abschiebungen, die am östlichen Grabenrand die Randschollenzone beherrschen. Sie dürften etwas älter als die zentrale Scherzone sein und den Beginn der Grabenbildung repräsentieren, wenngleich manche von ihnen später nochmals reaktiviert wurden. Hinzu kommen zahlreiche lokale Störungen, deren Orientierung nur schlecht in das tertiäre Spannungsfeld passt. Da ihr Streichen mit jungpaläozoischen Strukturen im Grundgebirge des Schwarzwalds und der Vogesen vergleichbar ist, handelt es sich wahrscheinlich um reaktivierte Grundgebirgsstrukturen, die im Tertiär nochmals bewegt wurden und so auch in den tertiären Sedimenten darüber neue Brüche hervorgerufen haben.

## Südschwarzwald, Dinkelberg und Hegau

Das etwa dreieckige Gebiet zwischen Lörrach, Denzlingen und Konstanz ist durch seine strukturelle Gliederung sowohl gegen den Oberrheingraben als auch gegen das oberschwäbische Molassebecken und das Südliche Schichtstufenland deutlich abgesetzt. Es handelt sich um das am stärksten gehobene und verkippte Gebiet in Baden-Württemberg, in der das freigelegte Grundgebirge im Südschwarzwald die höchsten Erhebungen des ganzen Landes bildet (Feldberg 1493 m NHN, Herzogenhorn 1415 m NHN, Belchen 1414 m NHN). Das Deckgebirge ist daher im größten Teil dieser Zone bereits abgetragen, weshalb diese Zone meist nur im Klettgau und Hegau sowie am Randen, im Wutachgebiet und Dinkelberg auf Schichtlagerungskarten in Erscheinung tritt.

Die Region zwischen südlichem Oberrheingraben und Bodensee ist intensiv durch NW–SO- und SSW–NNO-streichende Brüche mit einem Höhenversatz zwischen wenigen Metern und annähernd 200 m gegliedert. Im Norden des Gebiets (Südschwarzwald–Randen–Hegau) treten dabei in der Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone die NW–SO-, im Süden (Dinkelberg, Hochrhein, fortgesetzt im Tafeljura) die SSW–NNO-streichenden Elemente in den Vordergrund, ohne die jeweils anderen ganz zu verdrängen. Wegen des Höhenversatzes werden die Strukturen meist als tektonische Gräben und Horste dargestellt, doch zeigen Harnischflächen und Herdflächenlösungen rezenter Erdbeben rechtslaterale (NW–SO-) bzw. linkslaterale (SSW–NNO-Brüche) Bewegungen. Die vertikalen Sprunghöhen sind diesen Horizontalbewegungen offenbar nachgeordnet und möglicherweise sekundäre Ausgleichsbewegungen infolge der Aufwölbung und Verkippung der Kruste zwischen Faltenjura und Oberrheingraben. Im Klettgau stellt die Siglistorf-Antiklinale, die aus dem Aargau nach Norddosten in den Untergrund von Hohentengen einstreicht, den Nordrand des Faltenjura dar.

# Oberschwäbisches Molassebecken

Nordöstlich von Bodensee und Hegau zeigt sich in allen Schichtlagerungskarten das oberschwäbische Segment des Molassebeckens als Gebiet kontinuierlich nach Südosten einfallender Schichtgrenzen. Der südöstliche Rand gegen die Faltenmolasse liegt bereits außerhalb des Landesgebietes, ebenso der östliche Übergang in das auch faziell abweichende oberbayerische Segment des Molassebeckens. Im Allgäu zeigt sich die Nähe der Nordrandstörung der Faltenmolasse jedoch in der Schichtlagerung der Oberen Süßwassermolasse, die hier verkippt wurde und nach Norden einfallend ausstreicht („Aufgerichtete Molasse“). Der nordwestliche Rand der tektonischen Region Molassebecken wird etwa am heutigen Donaulauf durch die Molasseflexur (Albsüdrandflexur) bestimmt, an der das allgemeine Einfallen des Tafeldeckgebirges über kurze Distanz von weniger als 1° im Gebiet der Alb auf etwa 5° unter dem Molassebecken zunimmt. Der Nordrand der tektonischen Region deckt sich damit nicht genau mit dem nördlichen Rand des Sedimentbeckens, das im Miozän bis wenigstens an die Klifflinie auf das Gebiet des Südlichen Schichtstufenlandes (Flächenalb) übergriff.

Die wichtigsten tektonischen Bruchlinien dieser Zone sind NW- und NO-streichende Dehnungsbrüche, die sich im Querschnitt als teils nord-, teils südfallende Abschiebungen darstellen. Die Sprunghöhe erreicht selten mehr als 100 m. An diesen Störungen wurde das mesozoische Deckgebirge zusammen mit den älteren auflagernden Molassesedimenten versetzt, während die Störungen im Hangenden von jüngeren Sedimenten überdeckt werden. Die Störungen lassen sich dadurch im Süden in das Oligozän datieren und verjüngen sich nach Norden bis in das Miozän (Bachmann & Müller, 1992). Die Orientierung dieser Brüche schräg zur alpinen Einengung legt nahe, dass sie zunächst als Scherbrüche angelegt, dann aber in einer vorübergehenden Dehnungsphase als Abschiebung reaktiviert wurden (Laubscher, 1970).

## Literatur


- Bachmann, G. H. & Müller, M. (1992). *Sedimentary and structural evolution of the German Molasse Basin.* – Eclogae Geologicae Helvetiae, 85, S. 519–530.
- GeORG-Projektteam (2013a). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teil 1: Ziele und Ergebnisse des Projekts (Zusammenfassung).* – LGRB-Informationen 28, S. 1–103.
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Illies, J. H. (1978). *Neotektonik, geothermale Anomalie und Seismizität im Vorfeld der Alpen.* –Oberrheinische Geologische Abhandlungen, 27, S. 47–78.
- Illies, J. H. (1982). *Der Hohenzollerngraben und Intraplatten-Seismizität infolge Vergitterung lamellärer Scherung mit einer Riftstruktur.* – Oberrheinische Geologische Abhandlungen, 31, S. 47–78.
- Laubscher, H. P. (1970). *Grundsätzliches zur Tektonik des Rheingrabens.* – Illies, J. H. & Mueller, S. (Hrsg.). Graben Problems, S. 79–87, Stuttgart (Schweizerbart).
- Reinecker, J. & Schneider, G. (2002). *Zur Neotektonik der Zollernalb: Der Hohenzollerngraben und die Albstadt-Erdbeben.* – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 84, S. 391–417.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 03.02.23 - 15:22):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/tektonik-schichtlagerung/tektonische-regionen

# Pfaffenweiler Kalksandstein

## Übersicht, Bezeichnung und Verbreitung

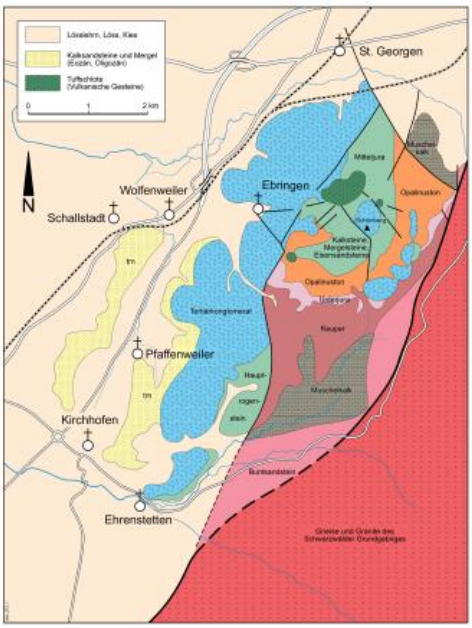
Der seit vielen Jahrhunderten genutzte, von Steinmetzen und Bildhauern gleichermaßen geschätzte, gelblich braune Kalksandstein aus den alttertiären Schichten des Markgräfler Hügellands (Oberrheingraben-Tertiär) gehört zu den Naturwerksteinraritäten Südwestdeutschlands. Er wird auch als Pfaffenweiler Sandstein, Pfaffenweiler Stein oder Markgräfler Kalksandstein bezeichnet. Beim Kalksandstein von Pfaffenweiler handelt es sich um einen aus Kalkkörnern in Sandkorngröße aufgebauten, mit bloßem Auge daher „sandsteinartig“ erscheinenden Kalkstein. Er ist bankweise in Tertiärkonglomerate (Küstenkonglomerat-Formation) eingeschaltet, die vornehmlich aus groben Kalksteingeröllen bestehen. Plattige, oft leicht konglomeratische Kalksandsteine und kompakte Kalksteinkonglomerate können für Mauerquader, Verblendmauerwerk, Brunnentröge und andere weniger ornamentale Arbeiten verwendet werden. Der reine Kalksandstein eignet sich für hochwertige Bildhauerarbeiten. Aufgrund seiner festen karbonatischen Bindung bei feinporöser, körniger Struktur ist der Kalksandstein sehr beständig.

*Tertiärkonglomerat bei Pfaffenweiler, Wechsel von Kalkstein-Konglomeraten und mittel- bis grobkörnigen Kalksanden*

Zwischen den groben Konglomeraten und den feinen Sandsteinen gibt es Übergänge in Form von grobkörnigen und geröllführenden, plattigen bis bankigen Schuttkalken. Solche groben Kalksandsteine wurden besonders bei Britzingen abgebaut. Das wichtigste Abbaugebiet der beschriebenen Gesteine liegt am südöstlichen Ortsrand der Gemeinde Pfaffenweiler, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald. „Pfaffenweiler war jahrhundertelang das Steinhauerdorf im Breisgau und belieferte zeitweise die gesamte Landschaft mit seinen Rohmaterialien oder den fertigen Produkten“ (Brednich, 1985, S. 42). Morphologisch befindet sich das Abbaugebiet am Nordwesthang des Urbergs bzw. am Westhang des Hohfirst (TK 25 Blatt 8012 Freiburg im Breisgau-Südwest). Hier sind noch neun, teilweise verfüllte Steinbrüche erkennbar (z. B. RG 8012-313 und -314).

Aufgrund seiner Entstehungsgeschichte (s. u.) ist er – ganz anders als die weitverbreiteten Sandsteine des Buntsandsteins oder der Schilfsandstein-Formation – auf wenige, meist kleine Vorkommen begrenzt und tritt in diesen auch nur in wenige Meter mächtigen Bänken auf. Wegen der Dominanz der groben Kalkkonglomerate wird die ganze Schichtenfolge als „Tertiärkonglomerat“ bezeichnet, zumal die Kalkkonglomerate der Verwitterung mehr Widerstand entgegensetzen als die Mergel oder geringmächtigen Kalkarenite (aus dem Lateinischen von arena = Sand); sie fallen daher bei der geologischen Kartierung noch mehr ins Gewicht, als ihrem tatsächlichen Mengenverhältnis in der Schichtenfolge entspricht.

Das Tertiärkonglomerat ging aus der Abtragung der Schichten des Oberjuras bis Muschelkalks, vor allem aber des Braunjuras, entlang der Grabenränder während der raschen Heraushebung des Grundgebirges von Schwarzwald und Vogesen hervor. Der Kalksandstein tritt dort auf, wo dieses Tertiärkonglomerat überwiegend aus Abtragungsschutt von Hauptrogenstein-Kalksteinen besteht. Aufgrund dieser Entstehung und der weiteren Entwicklung des Grabens bis in die Gegenwart treten Tertiärkonglomerate und eingeschaltete Kalksandsteine bevorzugt in den Vorbergzonen von Schwarzwald und Vogesen auf.




*Vereinfachte geologische Karte des Gebiets zwischen Freiburg-St. Georgen und Ehrenstetten*

Weitere Vorkommen: Weniger bedeutende Vorkommen wurden in mehreren Orten des Markgräflerlands genutzt, so bei Wittnau, Leutersberg (am Vogelsang), Ebringen (am Kienberg), Zunzingen, Britzingen und Oberweiler bei Badenweiler und dort durch jeweils mehrere, meist nur 3 m, max. 5–8 m tiefe Gruben und Steinbrüche erschlossen. Die für die Gewinnung von Mauersteinen genutzten konglomeratreichen Vorkommen am Nordwesthang des Kienbergs oberhalb von Ebringen wurden immerhin auf einer Fläche von rund 1,8 ha abgebaut; die vielen kleinen, max. 4 m tief reichenden Gruben – mittlerweile in einem dichten Waldgebiet verborgen – sind Zeugen des frühen, unsystematischen Eigenlöhnerabbaus, der immer dann aufgenommen wurde, wenn eine Hofstelle oder ein Rebberg auf- und ausgebaut werden musste. An den steinsichtigen historischen Bauwerken Ebringens ist gut zu erkennen, dass vorwiegend die feinkonglomeratischen, grobkörnigen Kalksteine genutzt wurden, die in dicken Platten bzw. dünneren Bänken auftraten. Feine Kalksandsteine vom Typus Pfaffenweiler scheinen am Kienberg nur in max. 20 cm mächtigen Lagen aufzutreten. An Sockeln und Mauerpfeilern an der Ebringer St. Gallus-Kirche wurden auch mergelige Kalksandsteine verbaut, die nur unter Putz der Witterung standhalten. Der kleine Steinbruch im Naturschutzgebiet Vogelsang oberhalb von Leutersberg, aus dem vor allem Tertiärkonglomerate gewonnen wurden, ist über den Naturlehrpfad Schönberg erreichbar (Gürth et al., 1998; RG 8012-326).

Markgräflerland östlich von Müllheim: Die Vorkommen auf den Anhöhen bei Britzingen, Niederweiler (bei Badenweiler) und Dattingen haben im Mittelalter für den Bau von Kirchen, Höfen und Weinbergsmauern größere Bedeutung besessen. Die plattigen Kalksandsteine von Niederweiler wurden schon in der römischen Badeanlage von Badenweiler für Bodenplatten verwendet (Wittmann, 1982; Werner, 2005). Die grobkörnigen, auffallend harten und splittrig brechenden, gebankten Detrituskalksteine aus dem nahe gelegenen Britzingen wurden ebenfalls schon zu römischer Zeit genutzt, erreichten größere Bedeutung aber erst im Hochmittelalter, als in Britzingen die erste Steinkirche auf den Fundamenten einer römischen Villa Rustica aus dem 2. Jh. errichtet wurde (Hinweistafel in der Kirche St. Johannes). Die ältesten erhaltenen Mauern im Kirchturm sind aus grobkörnigem Britzinger Kalksandstein errichtet, zahlreiche Epitaphien aus dem späten 16. und frühen 17. Jh. in der Kirche und an ihren Außenmauern bestehen aus mittelkörnigem Kalksandstein. Im 19. Jh. kamen an Müllheimer Gebäuden für Torbögen, Treppenstufen und Fenstergewände ebenfalls diese Kalksandsteine zum Einsatz; das Abrissmaterial aus Britzinger Kalksandstein ist z. B. bei der Fa. Rieger in Albbruck zu finden (s. Bezugsmöglichkeiten). Die verschütteten oder mit Aushubmaterial verfüllten Brüche liegen östlich oberhalb der Weinberge in den Gewannen Bergsmatte und Lohn beiderseits des Dammbachgrabens. Die max. genutzte Mächtigkeit betrug ca. 12–15 m; in mehreren Niveaus treten hier plattig-bankige Kalksteine innerhalb von groben Tertiärkonglomeraten auf. Die größeren für Sockel und Mauerverblendungen genutzten Platten waren „auf Spalt gestellt“ offensichtlich von geringer Beständigkeit, denn fast überall sind sie ausgetauscht worden, so z. B. an der Kirche St. Johannes in Britzingen gegen Maulbronner Schilfsandstein.

Auch im Gebiet Müllheim–Schliengen–Istein–Kandern wurden die alttertiären Kalksandsteine überall dort genutzt, wo sie in kleinen Vorkommen zutage traten; bei Istein wurden sie nachweislich schon im 16. Jh. verwendet (Wittmann, 1977). Kleine Vorkommen treten noch am Kaiserstuhl bei Eichstetten, Bahlingen und Sasbach auf. Auf der westlichen Rheinseite, südlich von Colmar, wurde das Pendant des Pfaffenweiler Kalksandsteins, der Rouffacher Sandstein, in großem Umfang zum Bau zahlreicher profaner und sakraler Bauten gewonnen.

## Geologie, Alter, Entstehung

Der Kalksandstein tritt im Wechsel und in Verzahnung mit groben Kalksteinkonglomeraten, konglomeratischen Kalksteinen und grauen bis graurötlichen Kalkmergeln auf. Die Gesamtmächtigkeit dieser Folge beträgt am Urberg und bei Pfaffenweiler rund 220 m (Groschopf et al., 1996). Genutzt wurde in Pfaffenweiler ein etwa 25 m mächtiger Abschnitt von plattigen und dünn- bis dickbankigen Kalksandsteinen, die im Wechsel mit Kalkmergeln und Konglomeraten auftreten.

Die Kalkkörner dieser Gesteine gehen auf die Zerkleinerung älterer Kalksteine durch Transport in Flüssen und Bächen sowie im Brandungsbereich zurück. Bei der raschen Heraushebung der Schwarzwaldscholle während des Alttertiärs wurden die einst über dem Schwarzwälder Grundgebirge gelegenen Sedimentgesteine des Juras und später sogar des Keupers und Muschelkalks abgetragen und durch Flüsse zum sich einsenkenden Oberrheingraben transportiert. Während Tone und Mergel weiter im Becken abgelagert wurden, bildeten sich am Gebirgsrand große Fächer von groben Kalkstein-Konglomeraten („Tertiärkonglomerate“). Entstanden ist das Sediment in Sandkorngröße entlang der alttertiären Küste im Übergangsbereich zwischen beckenwärtigen tonigen Ablagerungen (Kalkmergel) und Kalkkonglomeraten, welche Richtung Osten immer mächtiger und gröber werden. Entstehungsort der Kalksande, aus denen durch erdgeschichtliche Verfestigung die Kalksandsteine hervorgingen, war der Strandbereich eines 40–35 Mio. Jahre alten großen Binnensees.

Nach Fossilfunden gehören die konglomeratischen Serien des Markgräflerlands mit ihren Kalksandsteinen sowohl in das Eozän als auch in das Unteroligozän, weshalb sich der übergreifende Begriff „Tertiärkonglomerat“ auch in der stratigraphischen Gliederung durchgesetzt hat. Aufgrund des Funds eines Unterkiefers des Urpferdchens *Palaeotherium magnum girondicum*, der um 1838 in einem der Pfaffenweiler Steinbrüche gemacht wurde, können die Schichten im Niveau der Steinbrüche erdgeschichtlich eingeordnet werden. Danach wurde der Abschnitt der kalksandsteinführenden Schichten bei Pfaffenweiler im unteren Oligozän, also vor ca. 35–36 Mio. Jahren abgelagert (Groschopf et al., 1996). Der Steinhauer Gutgesell hat dieses bedeutende Fundstück im Jahr 1838 an das sog. Naturalienkabinett der Universität Freiburg verkauft. Es befindet sich im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität (Brednich, 1985). Ein guter Abguss ist im Dorfmuseum Pfaffenweiler ausgestellt.

## Gesteinsbeschreibung und technische Eigenschaften

Es handelt sich beim Pfaffenweiler Kalksandstein um einen fein- bis mittelkörnigen Kalkarenit, der in Wechsellagerung mit Konglomeraten auftritt und teilweise auch Einschaltungen von abgerollten Kalkbruchstücken in Fein- bis Grobkiesgröße enthält. Die beste Bildhauerqualität aus Pfaffenweiler ist ein feinschichtiger, gelblich brauner Kalkarenit („sandkörniger“ Kalkstein) mit Korngrößen unter 1 mm. Er kann lagenweise etwas gröbere, eckige Körner bis 2 mm Durchmesser aufweisen. Ein Kalkarenit ist nach der internationalen sedimentologischen Nomenklatur ein überwiegend aus Kalkkörnchen von 0,063 bis 2 mm Größe aufgebautes klastisches Sedimentgestein (Füchtbauer, 1988). Der Anteil an Detritus aus Kalkstein- und Kalkschalenbruchstücken ist oft so hoch, dass man auch von einem Grainstone sprechen kann. Grainstones bestehen aus Kalkbruchstücken, die sich gegeneinander abstützen und mit spätigem Zement umgeben sind. Andere Partien des alttertiären Kalksandsteins sind mikritisch und weisen ein massiges Aussehen auf. Je nach Korngröße und Eisenbeimengungen in der feinkörnigen Matrix zeigt er Farbtöne zwischen Gelblichgrau, Hellbraun und Ockerbraun. Weil der Kalksandstein im Wechsel mit grobkörnigen bis konglomeratischen Kalksteinen auftritt, sprachen die alten Steinhauer von einem „milden“ und einem „wilden“ Stein. Die Komponentengröße in den Konglomeraten reicht von Feinkies- bis in Steingröße (Erbsen- bis Kopfgröße).

*Bohrkerne aus der Erkundungsbohrung am Steinbruch Pfaffenweiler; links Pfaffenweiler Kalksandstein, rechts grobes Tertiärkonglomerat*

Der Kalksandstein aus dem Gebiet südlich von Freiburg besteht meist zu 70 bis 90 % aus Kalzit, lagenweise auch weniger. Lukas (1990b) stellte Quarzgehalte zwischen 10 und 40 % fest. Hinzu kommen jeweils einige Prozent Dolomit und Tonminerale sowie Spuren der Schwerminerale Turmalin, Rutil und Apatit. Die bräunlich gelbe Farbe geht auf Beimengungen des Eisenhydroxids Goethit zurück. Die Korngrößen schwanken zwischen fein- und mittelkörnig, die durchschnittliche Korngröße liegt bei 0,1 mm. Schalenreste reicherten sich in dünnen Lagen an. Lukas (1990b) ermittelte folgenden Gesteinsaufbau und Komponentenbestand: Komponenten 91 %, Bindemittel 4 %, sichtbarer Porenraum 5 %. Bindemittel: Karbonatisch und tonig-ferritisch. Sichtbarer Porenraum: Recht homogen verteilt; Porengröße durchschnittlich 0,06 mm; überwiegend Zwickelporen. Komponenten: Karbonatbestandteile 87 % (v. a. Mikrite, Mikrosparite, algenumkrustete Körner, Onkoide, Biogene), Quarz 11 %, Gesteinsbruchstücke 2 %

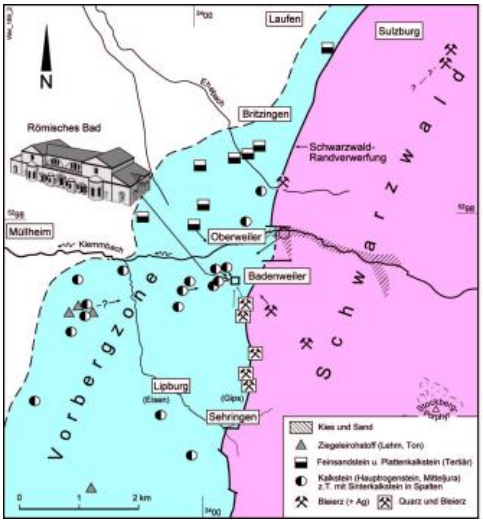
Der als Massivstein gut, als Bildhauermaterial hingegen eher mäßig geeignete Britzinger Detrituskalkstein besteht aus dicht gepackten, gut bis mäßig gerundeten Kalkstein- und Fossilschuttbruchstücken in 1–10 mm Größe (Mittel 2–3 mm), die von karbonatischem Bindemittel gut verfestigt sind. Er ist mäßig porös bis kavernös, zeigt lagenweise Wechsel der Korngrößensortierung und bildet zentimeter- bis dezimeterdicke, harte Platten sowie max. 80 cm dicke Bänke aus. Die Farbe ist im frischen Anbruch vorherrschend kräftig gelblich braun bis rostbraun. Einige nur cm dicke Lagen in einer dem Pfaffenweiler Stein ähnlichen Beschaffenheit sind eingeschaltet.

*Kalksandstein aus Britzingen mit hohem Anteil an kantigen Bruchstücken in Fein- und Mittelkiesgröße*

| | **Technische Eigenschaften** (nach Lukas, 1990b) |
|---|---|
| **Rohdichte** | 2,33 g/cm$^3$ |
| **Reindichte** | 2,71 g/cm$^3$ |
| **Effektive Porosität** | 13,99 Vol.-% |
| **Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck** | 3,99 M.-% |
| **Wasseraufnahme unter Vakuum** | 6,00 M.-% |
| **Sättigungsgrad/s-Wert** | 0,66 |

## Gewinnung und Verarbeitung

Wegen seiner Gleichkörnigkeit und festen Kornbindung durch Kalkzement, der guten Witterungsbeständigkeit, seiner guten Bearbeitbarkeit und den warmen Farbtönen sowie der oft günstigen Rohblockgröße war besonders das Material von der Westseite des Schönbergs über viele Jahrhunderte hinweg bei den Bildhauern sehr beliebt. In bergfeuchtem Zustand kann der Kalksandstein besonders gut und filigran bearbeitet werden; an der Luft härtet er aus. Wie erwähnt, bestehen vielfache Übergänge zu Detrituskalksteinen und Kalkkonglomeraten, die für gröbere Werkstücke verwendet wurden.



*Das römische Heilbad bei Badenweiler und die Vorkommen der wichtigsten hierfür verwendeten Baustoffe*

Geschichte: Eine planmäßige Gewinnung und Verarbeitung der Kalksandsteine des Markgräflerlands wurde schon von den Römern betrieben. In der römischen Badruine von Badenweiler und in der Villa Rustica von Heitersheim finden sich unteroligozäne Kalksandsteine neben Hauptrogenstein im Mauerwerk. Vor allem wurden sie aber als Platten im Innenbereich verwendet (Wittmann, 1977; Werner, 2005), wodurch belegt ist, dass schon im 2. und 3. Jh. n. Chr. Kalksandstein in den nahegelegenen Vorkommen bei Britzingen und Oberweiler abgebaut wurde. Er wurde in der römischen Badeanlage von Badenweiler bevorzugt für Wand- und Bodenplatten um die Piscinen sowie für Stufen, Schwellen und Konsolen verwendet. Der Kalksandstein ließ sich gut sägen und mit leicht verkieselten Feinsandsteinen aus dem Buntsandstein plan schleifen. Zahlreiche, möglicherweise schon in römischer Zeit angelegte Brüche befinden sich im Gebiet zwischen Oberweiler und Britzingen, wo die tertiären Sedimente unmittelbar dem Hauptrogenstein aufliegen. Zum Bau der mittelalterlichen Burg in Badenweiler wurden in großem Umfang Quader und Platten aus der römischen Badeanlage verwendet, weshalb man die Kalksandsteine auch im Mauerwerk auf dem Schlossberg antrifft. Der am Innerberg nordwestlich von Oberweiler gelegene Steinbruch ist völlig verfüllt. Auffallend ist jedoch der für diese Gegend ungewöhnlich geradlinige Weg, der vom Bruch nach Oberweiler und von dort aus zum römischen Badegebäude führt (Entfernung 1,2 km); er war wahrscheinlich zum direkten Steintransport zur römischen Großbaustelle angelegt worden.

Nach der von C. P. Trenkle 1841 verfassten Ortschronik von Britzingen berichtet Wittmann (1977, S. 302), dass in den Weinbergen bei Britzingen und Dattingen „schon in uralten Zeiten“ Abbau von Kalksandsteinen umging. Genannt werden Steinbrüche im Gebiet „auf der Süßeck“ und „beim Bögelhof“, die Material für die Kirchen in Britzingen und Sankt Ilgen sowie für Kloster und Schloss in Sulzburg geliefert haben. Nach Ausbeutung der Werksteinlager wurden diese mit Mergel und Lehm des Abraums wieder verfüllt und als Rebfläche genutzt. Über die vielen anderen, meist kleinen Steinbrüche in den alttertiären Sedimentgesteinen liegen kaum Informationen vor. Recht gut bekannt ist hingegen die Geschichte der Steinbrüche bei Pfaffenweiler.

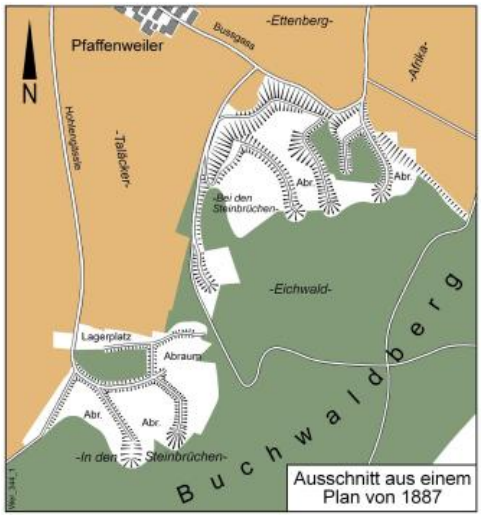
Geschichte der Steingewinnung bei Pfaffenweiler (vor allem nach: Brednich, 1985; Weeger, 1997): Die Geschichte der Steinbrüche oberhalb von Pfaffenweiler dürfte spätestens mit dem Bau der ersten steinernen Gebäude eines Hofguts im 11. Jh. beginnen. Bei Renovierungsarbeiten am Mauerwerk des Historischen Kaufhauses in Freiburg entlang der Schustergasse, die im Sommer 2010 vorgenommen wurden, wurde der Putz großflächig entfernt; dabei stellte sich heraus, dass die aus dem 12./13. Jh. stammenden Eckquader eines Vorgängerbaus des 1532 fertig gestellten Historischen Kaufhauses (Mitt. Frank Löbbecke) aus einem gelblichen, lagenweise grobkörnigen Kalksandstein bestehen, wie er in Pfaffenweiler auftritt. Erste Hinweise auf den Beruf des Steinbrechers im Ort liegen aus dem 14. Jh. vor. Im Jahr 1471 wurden die Steingruben selbst erstmals urkundlich erwähnt. Für das 16. Jh. belegen zahlreiche Dokumente, dass der Kalksandstein überörtliche Bedeutung erlangt hat und an zahlreichen Kirchen verbaut wurde. Im Jahr 1495 wurden die einfachen Grabkreuze gehauen, die heute (Stand 2013) an der Ebringer Schönbergstraße ausgestellt sind; sie können natürlich auch aus lokalem Material vom Kienberg oder vom Sommerberg stammen. Der Lettner im Freiburger Münster – wahrscheinlich aus Pfaffenweiler Stein – wird um 1579 errichtet. Kempf (1918, S. 8) schreibt bei seiner Auflistung der für das Freiburger Münster wichtigen Liefersteinbrüche: „Ein ebenso vornehmes wie gediegenes und wirkungsvolles Bauzeug ist das von Hans Beringer für den Lettner verwendete. Es ist ein gelblich grauer Kalkstein aus Pfaffenweiler bei Freiburg, der heute leider nicht mehr erhältlich ist, weil die Brüche keine Ausbeute mehr liefern.“

Im 17. bis frühen 20. Jh. wurden zahlreiche Grabplatten, hoch aufragende Feldkreuze und künstlerisch anspruchsvolle Statuen wie Brückenheilige aus dem Pfaffenweiler Stein gefertigt. Das 18. Jh. stellt die Blütezeit der Verwendung des im bergfrischen Zustand so gleichmäßig zu bearbeitenden Werksteins für die bildenden Künste dar. Berühmte Bildhauer wie J. B. Sellinger (1714–1779) und/oder J. C. Wentzinger (1710–1797) bevorzugten den Pfaffenweiler Stein. Im 19. Jh. wurden verschiedene Kirchen, oft gemeinsam mit rotem Buntsandstein, aus alttertiären Kalksandsteinen und Kalkkonglomeraten erbaut, so in Müllheim, Tunsel und Freiburg-St. Georgen.

Mengenmäßig vorherrschend war auch in Pfaffenweiler über alle Jahrhunderte hinweg die Produktion von Mauersteinen und Platten, die auf der Lagerstätte gegenüber hochwertigen Kalksandsteinen überwiegen. Im 19. Jh. war bereits so viel Gestein abgebaut worden, dass in einigen Brüchen die Gefahr des Einsturzes der Steinbruchwände bestand. Die umfangreichen Baumaßnahmen zur Rheinkorrektion und zum Eisenbahnbau haben die Steinbruchbetriebe zwar noch eine Zeit am Leben erhalten, die gut zugänglichen Lagerstättenvorräte allerdings rasch verringert. Anfang des 20. Jh. hatte sich die Situation in den Brüchen wahrscheinlich vor allem wegen der zunehmenden Abraummächtigkeiten soweit verschlechtert, dass kaum mehr hochwertiges Material geliefert werden konnte. Der 1917/18 niedergeschriebene Hinweis von Friedrich Kempf (s. o.) belegt dies.

In den 1930er Jahren nutzte die Freiburger Firma Bensel & Hils die gemeindeeigenen Steinbrüche nur noch gelegentlich. Während des Zweiten Weltkriegs wurden die meisten Steinhauer eingezogen, Ausrüstungsgegenstände und Gleise wurden abtransportiert. Nach 1942 lagen die Brüche bei Pfaffenweiler verlassen. Ab 1945 begann man mit ihrer Verfüllung oder Umnutzung.

Im Jahr 1983 setzte eine neue Phase ein. Im mittleren Steinbruch, zwischen den Gewannen Eichwald und Afrika gelegen, begann man unter der Leitung des Steinmetzmeisters Waldemar Eckert, Vater des heutigen Inhabers des Steinmetzbetriebs in Pfaffenweiler Michael Eckert, mit den Erhaltungs- und Ausbaumaßnahmen der beiden verbliebenen Steinbrüche zum Freilichtmuseum als Teil des Dorfmuseums. Die historischen Brüche sind seit 1985 dem Dorfmuseum angegliedert, dessen Vereinsmitglieder die Brüche betreuen und durch jährliche Veranstaltungen die Erinnerung an das einst so bedeutende Handwerk der Steinhauer wachhalten. Jährlich (Stand 2013) findet im Juni das als „Schteibickfescht“ bezeichnete Steinhauerfest statt, bei dem das alte Handwerk vorgeführt und über die Geschichte und Geologie der Steinbrüche berichtet wird.




*Plan der Steinbrüche von Pfaffenweiler nach einer Aufnahme des Staatlichen Vermessungsamts von 1887*

Abbau: Die Kalksandsteine treten in meter- bis dezimetermächtigen Bänken auf, die von weitständigen, senkrecht zu den Schichtfugen orientierten Klüften in größere Quader oder Platten zerteilt werden. Über- und unterlagert werden die Werksteinbänke von weichen Kalkmergeln und mergelig gebundenen Kalkkonglomeraten, was die Lösung der Blöcke erleichterte. Zudem ist der Kalksandstein im bergfeuchten Zustand relativ „mild“, also leicht zu schrämen oder zu bohren und mit Keilen zu zertrennen. Erst im trockenen Zustand erhält das Gestein seine hohe Festigkeit. Wegen ihrer geologisch jungen Alter sind die Werksteinlager zudem meist weitständig geklüftet; die Schichten haben nur geringe tektonische Beanspruchung erfahren, wie die geringfügige Klüftung und Kippung der Schichten zum Oberrheingraben belegt.

Nachteilig waren stets die großen Mengen an Konglomeraten, dünnen Kalksteinplatten und Kalkmergeln, die nur z. T. verwendet werden konnten. Die im Jahr 2010 oberhalb des Steinbruchs durchgeführte Erkundungsbohrung zeigt, wie das Mengenverhältnis von Mergeln, Konglomeraten und Kalksandsteinbänken ist (s. geologischer Schnitt und Säulenprofil Stbr. Pfaffenweiler). Die dünnplattigen oder stark konglomeratischen Arenite und dicken Konglomeratbänke konnten aber für Mauersteine und weniger wertvolle Blockware verarbeitet werden, weiteres Material wurde zu Schotter oder Vorlagesteine, d. h. Unterbaumaterial im Straßen- und Wegebau verarbeitet. In jedem Fall mussten zur Gewinnung der hochwertigen Werksteinbänke große Gesteinsmengen gelöst und bewegt werden. Dieser Umstand erklärt die Form der Abbaubereiche, die sich grabenartig zwischen den Abraumhalden hindurchziehen.

Die aus der Steinbruchwand gelösten Rohblöcke wurden im 19. und 20. Jh. auf gleisgebundenen Förderwagen zu den am Rand des Bruches gelegenen Steinhauerhütten transportiert und dort mit Meißeln und Keilen in die geforderten Rohblockgrößen formatiert, deren Größe vom Auftrag abhängig war. Platten, geringmächtige oder konglomeratische Bänke wurden schon im Abbaubereich zu Mauersteinen, Reststücke und stark konglomeratische Blöcke zu Schotter verarbeitet. Im Ort gab es mehrere Steinmetzbetriebe, die sich auf die Weiterverarbeitung zu Grabsteinen und bestimmten Bauelementen spezialisiert hatten. Da das Gestein fast völlig aus Kalk besteht, traten bei den Steinhauern keine Lungenerkrankungen vom Typ der Silikose auf. Besonders gute Blöcke, die sich während der Bearbeitung im Steinbruch als frei von „Stichen“ erwiesen hatten, wurden zu den Steinmetzbetrieben im ganzen südlichen Oberrheingebiet und im angrenzenden Schwarzwald zur Endbearbeitung geliefert.

## Verwendung

Aufgrund der verschiedenartigen Zusammensetzung der Kalksteinbänke konnten sowohl klein- oder großformatige Bausteine und Platten als auch Blöcke für filigrane Bildhauerarbeiten geliefert werden. Der für solche feinen Bildhauerarbeiten sehr gut geeignete gleichkörnige Kalksandstein war allerdings meist Mangelware, weshalb er auch teuer bezahlt werden musste. Ein schönes Beispiel liefert die Baugeschichte des Ebringer Schlosses (heute Rathaus), das nur wenige Kilometer von den Brüchen bei Pfaffenweiler entfernt liegt: Nur für den Haupteingang mit seinen Ornamentsteinen und einige Eckquader leistete man sich den Pfaffenweiler Stein; Gesimse, Mauern und Redouten wurden aus dem günstigeren und in größerer Menge verfügbaren roten Buntsandstein des Umlands (vermutlich Emmendinger Vorberge) erbaut. Die umgebenden Mauern wurden aus dem konglomeratischen Kalksandstein aus den Brüchen bei Ebringen am Kienberg errichtet.

Aus den dünnbankigen und plattigen Sandsteinen, welche die Werksteinbänke über- bzw. unterlagern, wurden z. B. Mauer- und Treppensteine sowie Fußbodenplatten, aus Partien mit höheren Quarzsandanteilen Schleifsteine hergestellt. Besonders im 19. Jh. wurde viel Steinmaterial aus den Brüchen von Pfaffenweiler für Rheindämme, Ufermauern, Straßen- und Eisenbahnbrücken verwendet. Man findet den Stein aus Pfaffenweiler nur selten im Angebot für Brunnen, Grabmale und kleinere Zierelemente. Konglomeratische Kalksteine werden bisweilen in fast naturbelassener Form für moderne Grabmale verwendet (z. B. Friedhof in Kirchhofen).

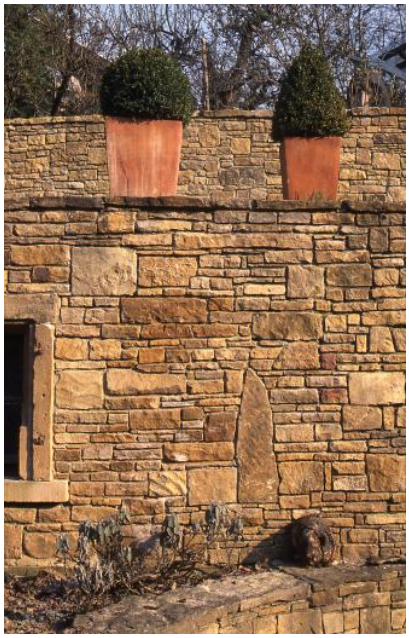
*Puttengesicht an der Immaculata auf der Nepomukbrücke in Bad Krozingen*

Als wichtige Kunstdenkmale aus Pfaffenweiler Kalksandstein sind neben dem erwähnten Lettner im Freiburger Münster von 1579 (heute zu Emporen im Querhaus umgebaut) die vier Standbilder der Habsburger Kaiser am Freiburger Historischen Kaufhaus, erstellt von Hans Sixt von Staufen in den Jahren 1530–32 (Zimdars et al., 1997), und das um 1599 errichtete Renaissance-Portal vom Basler Hof in Freiburg zu zählen; dieses befindet sich heute (Stand 2013) im Freiburger Augustiner Museum. Der Lettner im Breisacher Münster dürfte hingegen aus Rouffacher Kalksandstein errichtet worden sein. Besonders schöne Beispiele sind auch die barockzeitlichen Brückenheiligen in Bad Krozingen. Diese Figuren und z. B. auch die Epitaphien an der St. Gallus-Kirche in Ebringen zeigen beispielhaft, wie fein das Gestein ornamentiert werden kann. Für den Schlosspark in Ebnet schuf J. Ch. Wentzinger (auch Wenzinger geschrieben) in den Jahren 1748/49 die allegorischen Figuren „Vier Jahreszeiten“, die sich heute (Stand 2013) im Wentzinger Haus am Münsterplatz befinden; für „Frühling“ und „Herbst“ verwendete Wentzinger den gelben Pfaffenweiler Kalksandstein, für die Figuren „Sommer“ und „Winter“ roten Feinsandstein aus Schopfheim-Gündenhausen (früher „Guntenhausen“). Sogar am Ulmer Münster soll das Gestein verbaut worden sein, nämlich für Teile der Brüstung (Lukas, 1990b).

Weitere schöne Bespiele sind die kunstvollen Grabmale, Epitaphien und großformatigen Grabplatten aus Pfaffenweiler Kalksandstein auf dem Alten Friedhof in Freiburg, dem Alten Friedhof in Staufen und an der ev. Kirche in Wolfenweiler. In Bad Krozingen-Tunsel wurde im Jahre 1857 die Pfarrkirche St. Michael aus gelbem Pfaffenweiler Sandstein (Mauern und Gesimse) und rotem Buntsandstein (Strebepfeiler, Hauptportal) erbaut. Das im 18. Jh. erweiterte Hauptportal der Pfarrkirche St. Alban in Bad Krozingen ist aus großen Quadern hellgraubraunen Kalksandsteins errichtet, ebenso die kath. Pfarrkirche St. Stephan (16. bis Anfang 19. Jh.) in Munzingen. In Freiburg-St. Georgen wurde 1866–1869 die große Pfarrkirche St. Georg aus den gleichen Gesteinen wie in Tunsel und in sehr ähnlicher Architektur errichtet. Weitere Beispiele liefert Weeger (1997).

Im Rahmen von Renovierungsarbeiten haben die Steinmetze der Fa. Armin Hellstern (Freiburg) den Pfaffenweiler Sandstein an zahlreichen weiteren historischen Bauten angetroffen:

- Eingangsumrandung des Alten Rathauses in Freiburg
- Teile des Haupteingangs von St. Martin (ehem. Franziskanerkloster) in Freiburg
- Haus zur Kleinen Meise, Schustergasse, Freiburg
- Kooperatur, Münsterplatz Freiburg
- Erkerreliefs am Historischen Kaufhaus, Freiburg
- Kath. Pfarrkirche in Freiburg-St. Georgen (Mauerquader)
- Ehem. Rathaus in Freiburg-St. Georgen (heute Gasthaus Stube, Blumenstr.)
- Haus zum Storchen, Freiburg-St. Georgen, Andreas-Hofer-Str.
- Bollhof, Freiburg-St. Georgen (ehem. Lehenhof des Klosters St. Gallen)
- Teile des Markgrafenschlosses in Emmendingen
- Teile der Pfarrkirchen in Tiengen (Chor von 1576) und Opfingen
- Wendeltreppe der Talvogtei in Kirchzarten (heute Rathaus)
- Renaissance-Portal des alten Rathauses in Breisach (heute Privathaus), Radbrunnenallee 18



*Sichtmauerwerk aus Platten von Pfaffenweiler Stein in einem Garten in Pfaffenweiler*

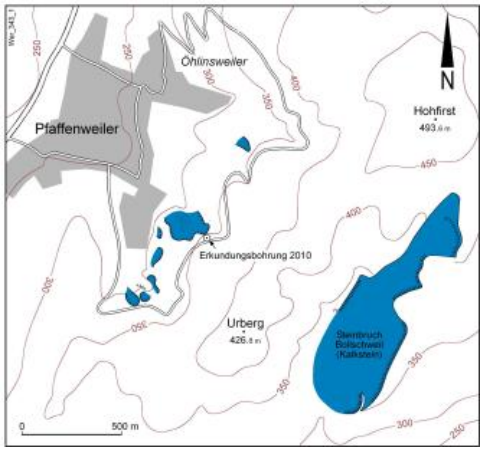
Die meisten Verwendungsbeispiele sind natürlich in Pfaffenweiler selbst zu finden, ob in Form von Figuren, Kreuzen, Torbögen, Ornamenten oder Haus- und Gartenmauern.

## Bezugsmöglichkeiten

Die Steinmetzbetriebe, die Pfaffenweiler Sandstein verarbeiten, greifen derzeit auf kleinere und größere Blöcke zurück, die bei Tiefbauarbeiten, Rebarbeiten und bei Abbruchmaßnahmen von historischen Gebäuden und Mauern anfallen. Nur selten können sie noch ähnliches Material aus Rouffach im Elsass erwerben, weil dieses vorrangig für Renovierungsarbeiten in Straßburg vorgehalten werden soll.

Der Steinbruch in Pfaffenweiler bietet allerdings auch noch reichlich Blockmaterial, wie die nachfolgend erläuterten Erkundungsarbeiten gezeigt haben.

# Potenzial und Erkundungsarbeiten




*Lage der Kalksandsteinbrüche bei Pfaffenweiler sowie des großen Steinbruchs bei Bollschweil*

Erkundungsarbeiten zur Prüfung noch gewinnbarer Vorräte im östlichen Bruch begannen durch das Dorfmuseum Pfaffenweiler und das LGRB im Jahr 2007. Ausgelöst wurden diese, weil seitens der Denkmalbehörde im Regierungspräsidium Freiburg Bedarf an Pfaffenweiler Kalksandstein für Renovierungsarbeiten angemeldet wurde und seit den erfolgreichen Renovierungsarbeiten am Breisacher Münster mit frisch abgebautem Naturwerkstein bekannt ist, dass eine Reaktivierung alter Brüche technisch und auch finanziell gut realisierbar ist. Der Steinbruch bei Pfaffenweiler steht außerdem als einer der wenigen des Landes unter Denkmalschutz. Schutzziel ist die Erhaltung der werksteinführenden Steinbruchwände; gemeint ist damit vor allem die Verhinderung von Verbruch und Umnutzung. Ein gelegentlicher Werksteinabbau ist aus Sicht der Denkmalpflege daher wünschenswert. In Gang gekommen sind die Arbeiten aber vor allem deshalb, weil Gemeinde und Museumsverein einerseits ein Interesse an der Erforschung der einst genutzten Lagerstätte und andererseits an der Erhaltung des Freilichtmuseums besitzen. Zu Beginn der Arbeiten war jedoch unklar, ob die Einstellung des Abbaus auch etwas mit der Verschlechterung der Lagerstätte zu tun haben könnte, schreibt doch Kempf (1918, S. 8) davon, dass die Brüche bei Pfaffenweiler „keine Ausbeute mehr liefern“. Es bleibt dabei offen, ob dies aus geologischen oder betrieblichen Gründen der Fall war.

Aufgrund der raschen Erosion und der üppigen Vegetation am Oberrhein waren die Bruchwände der drei noch zugänglichen Brüche – der westlichste beherbergt die Schießanlage des örtlichen Schützenvereins (RG 8012-314) – schon wenige Jahrzehnte nach der Schließung des Abbaubetriebs nicht mehr zugänglich. Der erste Schritt im Rahmen der Erkundungsarbeiten musste daher das abschnittsweise Freilegen der alten Abbauwand im östlichsten Bruch an einer Stelle sein, wo die Abraumschichten vergleichsweise geringmächtig sind und wo bei der geologischen Kartierung zuvor eine aus dem Hangschutt ragende Werksteinbank festgestellt werden konnte. Nach Entfernen der überdeckenden Abraummassen mit Baggerfahrzeugen in den Jahren 2007 und 2008 wurde ein Teil der oberen Werksteinzone wieder zugänglich. Dies ermutigte zu weiteren Untersuchungen. Um zielgerichtete Gewinnungsarbeiten planen zu können, musste zunächst geklärt werden, in welchem Höhenniveau – verborgen unter Bewuchs, Boden und Hangschutt – die besten Werksteinbänke zu erwarten sind. Weitere Schurfarbeiten mit Baggerfahrzeugen erschienen im steilen Gelände zu aufwändig und zudem wenig aussichtsreich, weil mächtige lehmig-steinige Abraummassen die kalksandsteinführenden Schichten im steilen Gelände überdecken.

Im Frühjahr 2010 wurde deshalb eine vom Verein Dorfmuseum e. V. finanzierte und vom LGRB betreute Erkundungsbohrung durchgeführt. Die oberhalb des östlichen Steinbruchs angesetzte, 42 m tiefe Kernbohrung erbrachte, dass in eine Abfolge von Konglomeraten und Mergeln zwei Kalksandsteinhorizonte mit werksteintauglichen, dickeren Bänken, nachfolgend als Untere und die Obere Werksteinzone bezeichnet, eingeschaltet sind. Die Erkundungsbohrung Ro8012/B1 (Archivnr.: Bo8012/1557, Lage: O 407660 / N 5309614, Höhe Ansatzpunkt 356 m ü. NHN) erbrachte folgende Schichtenfolge:

*Erkundungsbohrung, durchgeführt 2010 oberhalb des östlichen Steinbruchs*

| | |
|---|---|
| 0,0–2,18 m | Boden, Hangschutt, Fließerde |
| 2,18–18,36 m | Wechselfolge aus lehmigem Mergel, Kalkmergel und grobem Kalksteinkonglomerat mit Einschaltungen von geringmächtigen Kalksandsteinbänken |
| 18,36–20,70 m | Obere Werksteinzone: drei 26–115 cm mächtige Kalksandsteinbänke im Wechsel mit Tertiärkonglomerat und Kalkmergel |
| 20,70–27,77 m | Wechselfolge aus Kalkmergel bzw. Kalkmergelstein und grobem Kalksteinkonglomerat |
| 27,77–30,55 m | Untere Werksteinzone (Hauptwerksteinzone): drei Kalksandsteinbänke von 99 cm (oben), 85 cm und 38 cm (unten) Dicke im Wechsel mit Kalkmergel bzw. Kalkmergelstein.<br><br>Im Einzelnen:<br>27,77–28,26 m: Konglomeratischer Kalksandstein, dunkelbraun, mit etwa 50 % Kalksteinbruchstücken in Sand- und Mittelkieskorngrößen<br>28,26–29,25 m: Kalksandsteinbank (Kalkarenit, Grainstone), gelblich braun, Korngröße: Fein- bis Grobsand, horizontal geschichtet, beste Kalksandsteinqualität („Obere Bank“)<br>29,25–29,27 m: Kalkmergelstein, grünlich grau<br>29,27–30,12 m: Kalksandstein (Kalkarenit, Grainstone), gelblich braun, horizontal und schräggeschichtet, mit einigen Tonflasern („Mittlere Bank“)<br>30,12–30,17 m: Kalkmergelstein, mit Kalksandsteinlinsen<br>30,17–30,55 m: Kalksandstein (Kalkarenit, Grainstone), gelblich braun bis dunkelbraun, horizontal geschichtet, einzelne Rippeln, Korngröße: Fein- bis Grobsand („Untere Bank“) |
| 30,55–41,00 m | Wechselfolge aus Kalkmergel und grobem Kalksteinkonglomerat mit dichter Kalksteinbank bei 40,15–40,34 m |
| 41,00–42,00 m | Kalkmergelstein (Endteufe) |

Durch die Erkundung konnten ausreichend Informationen zu Höhenlage, Schichteinfallen, Anzahl, Mächtigkeit und Qualität der Werksteinhorizonte erzielt werden, um das weitere Vorgehen zielgerichtet planen zu können. Unter der alten Steinbruchsohle sind, wie die Kernbohrung zeigt, keine weiteren verwertbaren Kalksandsteinbänke zu erwarten. Am lohnendsten sind die drei Bänke der „Unteren Werksteinzone“. Die drei Bänke der Oberen Werksteinzone können vor allem für Massivsteine und Brunnen aber auch für Sägeware wie Platten und Gesimse Verwendung finden. Die Obere Bank der Unteren Werksteinzone enthält bestes Steinbildhauermaterial.

Die Erkundungsarbeiten haben also gezeigt, dass durchaus Pfaffenweiler Kalksandstein gewonnen werden könnte, wobei allerdings zunehmende Abraummächtigkeiten in Kauf genommen werden müssten. Mit heutigen technischen Möglichkeiten ist dies jedoch realisierbar. In der Folge der Erkundungsarbeiten fanden Veranstaltungen im Steinbruch statt, bei denen der Öffentlichkeit über die Ergebnisse der Erkundung berichtet wurde. Das Interesse war beachtlich. Zwischenzeitlich ist der Bruch des Dorfmuseums von Pfaffenweiler wieder in einen „Dornröschenschlaf“ verfallen, denn die Vegetation überwuchert selbst steile Hänge innerhalb weniger Jahre fast vollständig.

## Kurzfassung

Der Pfaffenweiler Kalksandstein ist ein von Steinbildhauern hoch geschätzter, aus Kalkstein- und Fossilschutt-Bruchstücken in Sandkorngröße aufgebauter, meist gelblich brauner Kalkstein mit geringen Quarzgehalten. Er tritt innerhalb von Kalksteinkonglomeraten alttertiären Alters in der Vorbergzone des südlichen Oberrheingrabens auf. Im Markgräfler Hügelland, besonders zwischen Leutersberg und Ebringen im Norden und Badenweiler im Süden, wurde er seit römischer Zeit in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen. Die nur wenige Meter mächtigen Bänke von fein- bis mittelkörnigem Kalksandstein liefern hervorragendes Bildhauermaterial. Besonders im Barock wurde der im bergfeuchten Zustand leicht zu bearbeitende Kalksandstein für großformatige Figuren und vielfältige Ornamente verwendet. Bis Anfang des 20. Jh. wurden aus ihm Grabmale und Feldkreuze gefertigt; kriegsbedingt wurde der letzte Abbau 1942 eingestellt. Heute liegen alle Steinbrüche verlassen. Bei Pfaffenweiler hält der Museumsverein das Andenken an dieses für das Markgräflerland einst so bedeutende Werksteinmaterial durch Veranstaltungen wach. Im Zeitraum 2007–2010 durchgeführte Erkundungsarbeiten bei einem der alten Steinbrüche bei Pfaffenweiler wiesen nach, dass die Brüche nicht wegen einer Erschöpfung der Lagerstätte, sondern eher aufgrund nachlassender Nachfrage und wegen allmählich ansteigender Abraummächtigkeiten aufgelassen wurden. Besonders für die Baudenkmalpflege, die Erhaltung von historischen Gebäuden und Mauern im Markgräflerland könnten die Brüche bei Pfaffenweiler wieder eine gewisse Bedeutung erlangen.

## Weiterführende Links zum Thema

- Steinmetz Michael Eckert
- Peter Rieger, Etzwihl - Historische Baustoffe

## Literatur

- Brednich, R. W. (1985). *Pfaffenweiler Stein.* 95 S., Pfaffenweiler (Dorfmuseum Pfaffenweiler e. V.). [38 Abb.]
- Duringer, P. & Rousse, S. (2004). *Sedimentary dynamics of Palaeogene basin fill of the Southern Upper Rhine Graben: from pre-rift to post-rift (Eocene/Oligocene).* – Exkursionsführer 24.–25.9.2004, 67 S., Strasbourg (Univ. L. Pasteur). [72 Abb.]
- Füchtbauer, H. (1988). *Sedimente und Sedimentgesteine.* 4. Aufl., XVI + 1141 S., Stuttgart (Schweizerbart). [660 Abb., 113 Tab.]
- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Gürth, P., Baumgarten, R., Genser, H. & Fiedler, M. (1998). *Der Naturlehrpfad am Schönberg bei Freiburg im Breisgau.* 32 S., Freiburg i. Br. (Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald & Staatl. Forstamt Freiburg). [21 Abb.]
- Kempf, F. (1918). *Heimsuchungen und Schicksale des Freiburger Münsters in Kriegsnot, durch Menschhand und Feuersgefahr.* – Freiburger Münsterblätter, 14. Jahrgang 1918, S. 1–26.
- Lukas, R. (1990b). *Geologie und Naturwerksteine Baden-Württembergs.* – Grimm, W.-D. (Hrsg.). Bildatlas wichtiger Denkmalgesteine der Bundesrepublik Deutschland, S. 147–162, 2 Taf., München (Arbeitsheft Bayr.

Landesamt Denkmalpflege, 50). [2 Abb.]
- Weeger, E. (1997). *Pfaffenweiler – eine Ortsgeschichte.* 455 S., 4 Anl., Freiburg i. Br. (Gemeinde Pfaffenweiler).
- Werner, W. (2005). *Auf diese Steine konnte man bauen. Römische Gesteinsnutzung in Südwestdeutschland.* – Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg (Hrsg.). Imperium Romanum. Roms Provinzen an Neckar, Rhein und Donau, S. 393–398, Stuttgart (Begleitband zur Ausstellung des Landes Baden-Württemberg in Stuttgart 1. Okt. 2005 – 8. Jan. 2006).
- Wittmann, O. (1977). *Zur Geschichte der Steingewinnung im Markgräflerland bis zum 19. Jh.* – Das Markgräflerland, N.F. 8(39), S. 297–308.
- Wittmann, O. (1982). *Die Bausteine der römischen Badruine in Badenweiler.* – Fundberichte aus Baden-Württemberg, 7, S. 357–386, 28 Taf. [10 Abb., 3. Tab.]
- Zimdars, D., Bushart, B., Findeisen, P., Jacobs, F., Kaiser, W., Kobler, F., Osteneck, V., Ruck, G., Schmidt, L., Stober, K., Untermann, M., Wetzig, I. & Wichmann, P. (1997). *Die Regierungsbezirke Freiburg und Tübingen.* – Handbuch der Deutschen Kunstdenkmäler/Georg Dehio: Baden-Württemberg II, 906 S., München, Berlin (Deutscher Kunstverlag).

Cookie-Einstellungen

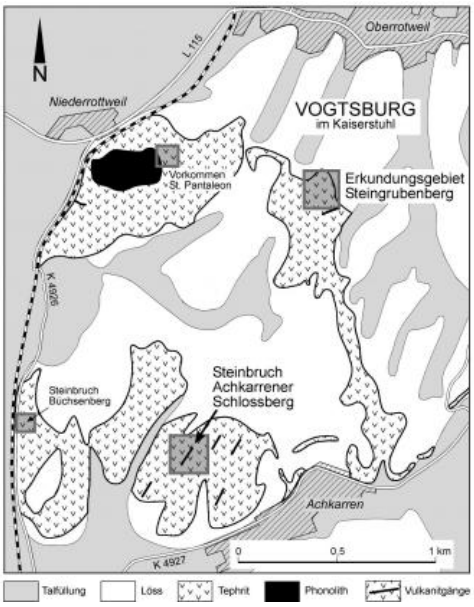
---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 17.03.23 - 13:30):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/pfaffenweiler-kalksandstein

# Phonolith

## Übersicht, Geologie

Die Phonolithe des Kaiserstuhls gehören zu den ältesten Intrusionen des miozänzeitlichen, im Zeitraum 19–16 Mio. Jahren entstandenen Vulkanmassivs. Stöcke und Gänge sind im westlichen Kaiserstuhl in Tephritdecken eingedrungen. Der Gesteinsabbau im östlichen Kaiserstuhl geht im Phonolithstock des Bötzinger Fohbergs (RG 7912-1) um, der in Ton- und Mergelsteinschichten der oligozänen Pechelbronner Schichten intrudiert ist. Weiter nördlich, im Gewann Endhalen, befindet sich ein weiteres Phonolithvorkommen, bei dem es sich wahrscheinlich um den Rest einer Ergussdecke auf Pechelbronner Schichten handelt.



*Geologische Karte des Gebiets zwischen Oberrotweil und Achkarren im westlichen Kaiserstuhl*

**Gestein**: Der am Fohberg bis in eine Tiefe von 60 m aufgeschlossene Phonolith ist ein dichtes, dunkelgraues bis braungraues Gestein mit fein- bis mittelkörniger porphyrischer Struktur. Es besteht in der Grundmasse vor allem aus Alkalifeldspat, Foiden (Sodalith, Hauyn, Nephelin) und Wollastonit; kleine Kristalle von Orthoklas bilden sperrige Leisten, Wollastonit und Augit liegen in der Grundmasse vor. Ausgehend von feinen Abkühlungsrissen kam es besonders im östlichen Kaiserstuhl zur intensiven Zeolithisierung der Vulkanite. Der Zeolithanteil (vor allem Natrolith) liegt im Mittel um 40 %. Daneben kam es auch zur Bildung von Kalzit, Epidot und Analcim. Das unregelmäßig brechende Gestein liefert Handquader und Blöcke bis mehrere Kubikmeter Größe.

## Gewinnung und Verwendung

*Grundschule in Bötzingen*

Die großen Phonolithbrüche im westlichen Kaiserstuhl, deren Material vor allem für den Bau der Rheinkanäle und als Eisenbahnschotter verwendet wurde, sind seit 1964 stillgelegt; der größte war der Stbr. Niederrotweil der Hartsteinwerke Oberrotweil GmbH (Fa. Wilhelm). Der Gesteinsabbau im Steinbruch bei Bötzingen (RG 7912-1) im östlichen Kaiserstuhl geht seit der Wende vom 19. zum 20. Jh. im o. g. 400 x 600 m großen Phonolithstock bei Bötzingen um. Noch bis in die Mitte des 20. Jh. wurden polygonale Phonolithblöcke auch für den Bau von Gebäudesockeln und Denkmalen in Bötzingen verwendet. Seit 1964 wird der Steinbruch von der Fa. H. G. Hauri Mineralstoffwerke betrieben. Zuerst wurde Phonolith nur für Gesteinskörnungen verwendet, heute dient das zeolithreiche Phonolithmehl zur Erzeugung zahlreicher hochwertiger Produkte für den Bau, für Land- und Forstwirtschaft, die Glasindustrie und die Umwelttechnik (vgl. Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2006b). Blöcke für den Hangverbau oder den Bau von Weinbergsmauern werden gelegentlich nachgefragt.

## Potenzial

Die Gewinnung von Phonolithblöcken ist auf den Steinbruch am Bötzinger Fohberg beschränkt; ein geringes Potenzial würde das Phonolithvorkommen im benachbarten Gewann Endhalen bieten. Beim Abbau dieser zeolithreichen Phonolithe können Blöcke für den Mauerbau anfallen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Kurzfassung

Der Kaiserstühler Phonolith ist ein dichtes, dunkelgraues bis braungraues, alkalibasaltisches Gestein, das heute aufgrund seines hohen Zeolithanteils für eine große Zahl von Spezialprodukten für den Bau und die Landwirtschaft gewonnen wird. Dieses Gestein wurde früher lokal auch zum Bau von Mauern und Sockeln verwendet. Die großen Phonolithbrüche im westlichen Kaiserstuhl sind seit 1964 stillgelegt. Der Abbau im Steinbruch bei Bötzingen, im östlichen Kaiserstuhl gelegen, geht seit Ende des 19. Jahrhunderts um. Material für Renovierungszwecke und den Bau von Weinbergsmauern kann aus dem Bötzinger Phonolithbruch bezogen werden.

## Weiterführende Links zum Thema

- Hans G. Hauri KG Mineralstoffwerke

## Literatur

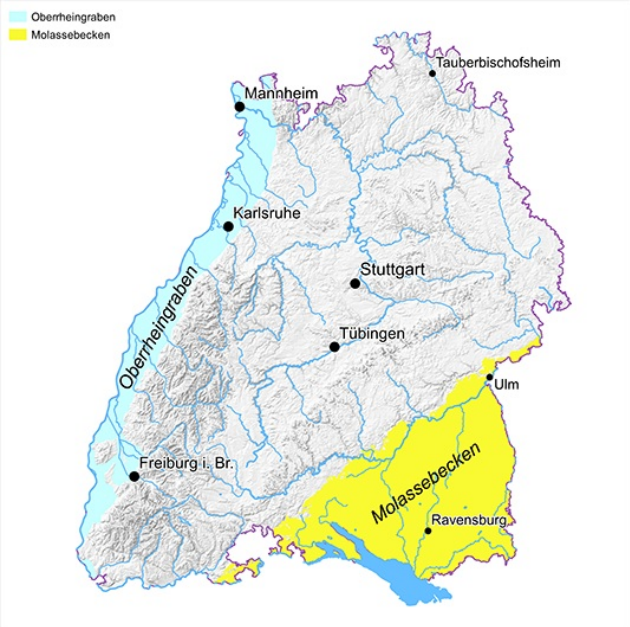
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2006b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006 – Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen.* – LGRB-Informationen, 18, S. 1–202, 1 Kt.
- Wimmenauer, W. (2003). *Erläuterungen zum Blatt Kaiserstuhl.* – 5. völlig neu bearbeitete Aufl., Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, IX + 280 S., 8 Taf., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [26 Abb., 14 Tab.]

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 23.01.23 - 08:18):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/kaiserstuehler-vulkanite-tuffstein-phonolith-karbonatit/phonolith

# Tiefe Geothermie in Baden-Württemberg




*Die Untergrundtemperaturen sind im Oberrheingraben und im Molassebecken erhöht. Die beiden Regionen sind deshalb für die Nutzung der tiefen Geothermie in Baden-Württemberg besonders geeignet.*

Für die Nutzung der tiefen Geothermie bieten sich in Baden-Württemberg vor allem der Oberrheingraben und das Molassebecken an. In diesen Gebieten liegen sogenannte positive Temperaturanomalien vor, d. h. in der Tiefe werden deutlich höhere Temperaturen angetroffen als im restlichen Baden-Württemberg. Daneben haben topografische Höhenunterschiede, wie zwischen Schwarzwald und Oberrheingraben, signifikante Auswirkungen auf die Temperaturverteilung im Untergrund. Dort führen aus größerer Tiefe aufsteigende Thermalwässer (z. B. Baden-Baden) zu erhöhten Temperaturen in ihrem weiteren Umfeld. Auch südöstlich von Stuttgart (Bereich Bad Urach–Bad Boll) sind die Untergrundtemperaturen erhöht.

Die äußerst vielfältige Geologie von Baden-Württemberg führt zu einer unterschiedlichen räumlichen Verteilung der Wärmeleitfähigkeit und damit der Temperatur im Untergrund des Landes.

Temperaturverteilung in Baden-Württemberg in 500 m u. Gel. (Mittelwert für Baden-Württemberg: 32 °C, deutschlandweiter Mittelwert: 23 °C)

In Baden-Württemberg sind die Untergrundtemperaturen höher als in anderen Gebieten Deutschlands (Schellschmidt & Stober, 2008). Sie liegen in 500 m Tiefe im Mittel bei 32 °C und in 2500 m Tiefe bei ca. 105 °C. Diese sehr günstigen Temperaturverhältnisse sind für eine geothermische Nutzung vorteilhaft, da zur Erreichung eines bestimmten Temperaturniveaus geringere Bohrtiefen erforderlich sind.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Temperaturverteilung in Baden-Württemberg in 2500 m u. Gel. (Mittelwert für Baden-Württemberg: 105 °C, deutschlandweiter Mittelwert: 79 °C)

Die geothermische Nutzung der Thermalwässer in Baden-Württemberg hat eine lange Tradition. So nutzten beispielsweise bereits die Kelten und Römer an der Erdoberfläche austretende Thermalwasservorkommen bei Baden-Baden und Badenweiler. Heutzutage werden die Thermalwässer vorzugsweise für Erlebnisbäder oder für Heilzwecke genutzt, mit lokaler Nutzung der Erdwärme zur Gebäudeheizung. In Baden-Württemberg werden neben den relativ wenigen natürlichen, frei an der Erdoberfläche austretenden Thermalwässern insbesondere Thermalwässer genutzt, die künstlich, d. h. mit Tiefbohrungen erschlossen wurden. Durch seine vielfältigen Thermalbadeorte ist Baden-Württemberg auch als Bäderland von Deutschland bekannt. Der freie Auslauf und die Förderrate von unterschiedlich mineralisiertem Thermalwasser mit Temperaturen zwischen 20 °C und 69 °C liegen derzeit in Baden-Württemberg bei 200 l/s (Schloz & Stober, 2006).

Informationen über das geothermische Potenzial im Oberrheingraben und im Molassebecken können über die Internetportale der Projekte GeotIS (https://www.geotis.de), GeORG (http://www.geopotenziale.org) und GeoMol (http://www.geomol.eu) abgerufen werden.

## Literatur

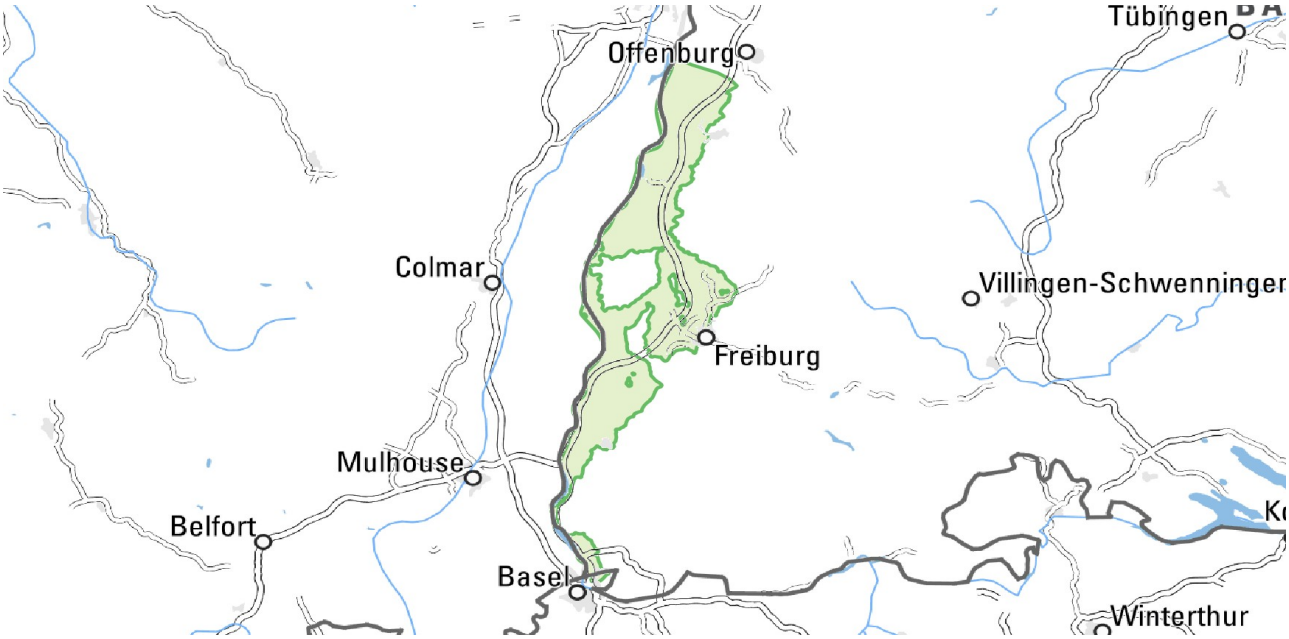

- Schellschmidt, R. & Stober, I. (2008). *Untergrundtemperaturen in Baden-Württemberg.* – LGRB-Fachbericht, 02/08, S. 1–28, Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Schloz, W. & Stober, I. (2006). *Mineral-, Heil- und Thermalwässer, Solen und Säuerlinge in Baden-Württemberg (überarbeitete Fassung).* – LGRB-Fachbericht, 02/06, S. 1–20, Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).


Cookie-Einstellungen

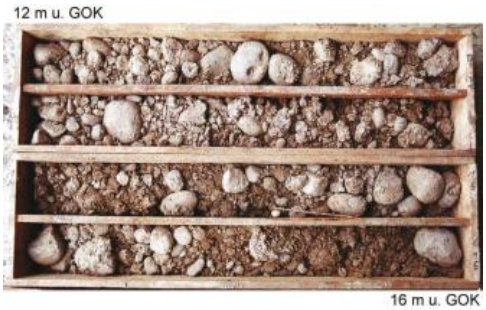
---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 30.09.20 - 09:09):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geothermie/tiefe-geothermie/tiefe-geothermie-baden-wuerttemberg

# Neuenburg-Formation




## Geologie




*Neuenburg-Formation in der Bohrung Hartheim B 1 (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/492)*

Die Neuenburg-Formation besteht aus überwiegend unverwitterten („frischen“), grauen bis rötlichgrauen, groben, sehr locker bis locker gelagerten Schottern mit wechselnden Sand- und geringen Schluffanteilen. Stellenweise sind in die Kiese Steine und Blöcke bzw. Rollkieslagen eingeschaltet. Innerhalb der Kiesabfolge sind linsenartig sandige Bereiche ausgebildet, die lateral nur über kurze Entfernungen korrelierbar sind. Im Süden des Markgräfler Landes treten im basalen Abschnitt der Neuenburg-Formation nagelfluhartig verkittete Schotter auf. In Rheinnähe dominieren Gerölle alpinen Ursprungs. Mit zunehmender Entfernung vom Rhein nimmt der Anteil an Schwarzwald komponenten zu. Am östlichen Grabenrand besteht die Neuenburg-Formation meist ausschließlich aus Schwarzwaldkomponenten.

Innerhalb der alpin geprägten Sequenzen nimmt die fluviale Ablagerungsdynamik von Süden nach Norden ab. Dies spiegelt sich in einer Abnahme der Korngröße der Gerölle nach Norden wider.

*Nagelfluhbildungen im basalen Bereich der Neuenburg-Formation*

Südlich des Kaiserstuhls sind in der Neuenburg-Formation eine untere und eine obere Groblage zu erkennen, die innerhalb einer stärker sanddominierten Abfolge liegen. Anhand dieser beiden Grobschüttungen wird die Neuenburg-Formation in die Nambsheim-Subformation (unten) und die Hartheim-Subformation (oben) unterteilt. Diese Untergliederung wird nach Norden undeutlicher.

Im Holozän wurde die Neuenburg-Formation in der Rheinaue bis in eine Tiefe von 10 bis 15 m umgelagert (HGK, 1977).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Am östlichen Grabenrand, im unteren Abschnitt der größeren Schwarzwaldtäler (Elz, Schutter, Kinzig, Rench) sowie in der Freiburger Bucht (Schwemmfächer der Dreisam, Elz und Glotter) wird die Neuenburg-Formation durch die Zarten-Subformation als östliche Randfazies ersetzt. Sie ist charakterisiert durch meist sehr grobe, unverwitterte, graubraune bis rötliche Schotter lokaler Herkunft. Die Komponenten können Durchmesser von über 20 Zentimeter erreichen. Die Schotter sind meist schlecht sortiert und enthalten vereinzelt Einschaltungen von Sanden, Feinsedimenten und Torf.

Die Ostrhein-Schotter am Ostrand des Kaiserstuhls (nördlich des Tuniberges und westlich des Nimberges bis zur Riegeler Pforte im Norden) sind das laterale Faziesäquivalent zur Zarten-Subformation. Sie wurden von einem Seitenarm des Rheins abgelagert, der den Kaiserstuhl wohl zur Zeit des Hauptwürms bis Beginn des Holozäns östlich umfloss. Sie bestehen aus meist gut sortierten, grauen, sandigen Kiesen überwiegend alpiner Herkunft mit Steinen bis 20 cm Durchmesser. An der Ostgrenze der Ostrhein-Schotter verzahnen sie sich in einem bis zu mehrere hundert Meter breiten Bereich mit der Zarten-Subformation. Zwischen dem Tuniberg und dem Kaiserstuhl liegen die Ostrhein-Schotter gebietsweise direkt auf dem Festgestein (älteres Tertiär), stellenweise werden sie durch eine Schwemmlösslage von diesem getrennt. Weiter im Norden werden sie von der Zarten-Subformation oder der Wasser-Subformation unterlagert.

Die Neuenburg-Formation ist im südlichen und mittleren Oberrheingraben etwa zwischen Weil am Rhein im Süden und südlich Offenburg im Norden verbreitet. Die östliche Verbreitungsgrenze wird durch die Vorbergzone bzw. die Schwarzwaldrandverwerfung vorgegeben. Südlich des Kaiserstuhls fehlt die Neuenburg-Formation am östlichen Grabenrand im Markgräfler Hügelland zwischen Heitersheim–Sulzburg und Müllheim sowie auf den beiden Hochschollen Krozinger/Schlatter Berg und Biengener Berg. Sie fehlt ebenfalls im Bereich der Mengener Brücke zwischen dem Markgräfler Land und der Freiburger Bucht. Diese sanfte Geländeerhebung besteht bis zum Festgesteinsuntergrund überwiegend aus Feinsedimenten.

Die Neuenburg-Formation erreicht ihre größte Mächtigkeit von ca. 75 m bei Hausen an der Möhlin. Im zentralen Graben von der Linie Neuenburg–Mulhouse bis zur nördlichen Verbreitungsgrenze auf Höhe von Offenburg überwiegen Mächtigkeiten zwischen 40 und 60 m (Wirsing & Luz, 2007). Gebietsweise wird die Basis der Neuenburg-Formation durch Störungen versetzt. Bei Hartheim werden über 50 m erreicht (Interreg-Bohrung Hartheim; Hagedorn, 2004; Wirsing & Luz, 2007).

Die Zarten-Subformation ist in der Freiburger Bucht am Ausgang des Dreisamtals und im westlich anschließenden Stadtgebiet von Freiburg mit ca. 25 m am mächtigsten. Zwischen dem Nimberg und der Vorbergzone beträgt die Mächtigkeit meist 5 bis 10 m, unter den Ostrhein-Schottern zwischen dem Tuniberg und dem Nimberg bis 8 m und im Bereich der Riegeler Pforte bis 15 m.

Die Ostrhein-Schotter haben im zentralen Rinnenbereich meist eine Mächtigkeit zwischen 10 und 15 m. Ihre größte Mächtigkeit erreichen sie im Norden mit 20 m und im Südwesten am Übergang zum Rheingraben.

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Neuenburg-Formation ist ein Porengrundwasserleiter mit sehr hoher bis hoher Durchlässigkeit und Ergiebigkeit ohne hydraulische Stockwerkstrennung. Mit dem zum Grabenrand hin zunehmenden Anteil an Lokalmaterial geht eine Abnahme der Durchlässigkeit und der Ergiebigkeit einher. Im Bereich der Schwemmfächer größerer Flüsse und Bäche (z. B. Neumagen) führt der höhere Anteil an Lokalmaterial ebenfalls zu geringeren Durchlässigkeiten und Ergiebigkeiten.

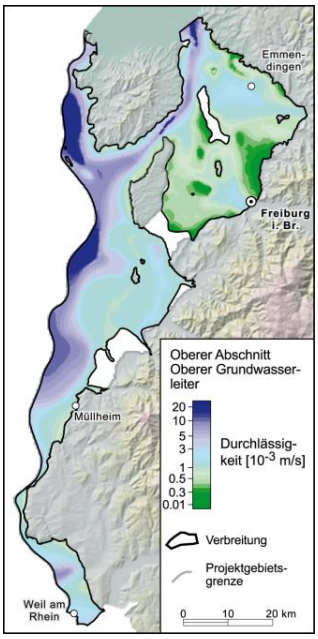
Die schichtig abgelagerten fluviatilen Lockersedimente weisen eine hohe vertikale Anisotropie auf. Besonders hohe Durchlässigkeiten von über $10^{-2}$ m/s treten in den besonders hoch durchlässigen, bis zu einigen Dezimeter mächtigen, rinnenartig abgelagerten Rollkieslagen auf, geringere Durchlässigkeiten in den stärker fein- bis mittelsandigen Partien. Diese vertikale und laterale Heterogenität ist an Kiesgrubenwänden gut zu beobachten. Sie kann sich in den Ergiebigkeiten der Brunnen widerspiegeln, die sich auf kurzer lateraler Entfernung deutlich voneinander unterscheiden können.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Die Zarten-Subformation in den Schwarzwaldtälern weist meist nur in den oberen drei bis fünf Metern eine erhöhte Durchlässigkeit auf. Im Dreisamtal ist die Durchlässigkeit der Zarten-Formation im Stadtgebiet von Freiburg in der oberen Hälfte, d. h. bis ca. 10 Meter unter Gelände erhöht. Im Dreisamschwemmfächer der Freiburger Bucht ist die Zarten-Subformation in der oberen Hälfte überdurchschnittlich, darunter deutlich geringer durchlässig. Ihre Grundwasserführung ist gering. Aus der Zarten-Subformation sind meist nur Grundwasserentnahmen von wenigen l/s möglich (HGK, 1977).

Hydrostratigraphisch bilden die Neuenburg-Formation zwischen Weil am Rhein und Offenburg sowie die Zarten-Subformation den Oberen Grundwasserleiter.

## Hydraulische Eigenschaften




*Durchlässigkeiten im oberen Abschnitt des Oberen Grundwasserleiters (im oberen Abschnitt der Neuenburg-Formation, Tiefenstufe 0–20 m)*

Die Neuenburg-Formation weist von allen Lockergesteinseinheiten im Oberrheingraben die höchsten Durchlässigkeiten auf. Sie liegen zwischen 0,001 und 26,9 · $10^{-3}$ m/s (arithmetischer Mittelwert: 7,7 · $10^{-3}$ m/s, Median 3,0 · $10^{-3}$ m/s, Standardabweichung 17,7 · $10^{-3}$ m/s). Die Transmissivität der Neuenburg-Formation liegt zwischen 0,005 und 53,7 · $10^{-3}$ $m^2$/s (arithmetischer Mittelwert: 42,4 · $10^{-3}$ $m^2$/s, Median 43,4 · $10^{-3}$ $m^2$/s, Standardabweichung 17,7 · $10^{-3}$ $m^2$/s) (Wirsing & Luz, 2007). Hydraulisch wirksame Trennschichten innerhalb der Neuenburg-Formation fehlen.

Die Karte der Durchlässigkeitsverteilung im oberen Abschnitt der Neuenburg-Formation zwischen Basel und dem nördlichen Kaiserstuhl zeigt eine schmale Zone hoher Durchlässigkeiten. Sie beginnt bei Neuenburg in Rheinnähe, erstreckt sich nach Norden bis südwestlich des Kaiserstuhls und teilt sich dort in zwei Längsstrukturen auf. Der westliche Strang verläuft am Westrand des Kaiserstuhls und des Limbergs nach Norden und weist Durchlässigkeiten von 1,0 bis 2,0 · $10^{-2}$ m/s auf. Der östliche Strang verläuft östlich des Kaiserstuhls und zeichnet den Verlauf der Ostrheinrinne nach. Er lässt sich mit Durchlässigkeiten von 1,0 bis 2,5 · $10^{-2}$ m/s nach Norden bis Kenzingen/Herbolzheim verfolgen.

In der Freiburger Bucht (Schwemmfächer von Dreisam, Elz und Glotter mit Durchlässigkeiten von 1,0 bis 1,5 · $10^{-3}$ m/s) sind die Durchlässigkeiten im oberen Abschnitt des Oberen Grundwasserleiters deutlich geringer. Am Ausgang des Dreisamtals und des Elztals zeichnen sich Bereiche mit höheren Durchlässigkeiten ab (2,0 bis 2,5 · $10^{-3}$ m/s).

## Hydrologie

Die flächenhafte Grundwasserneubildung aus Niederschlag beträgt im Verbreitungsgebiet der Neuenburg-Formation im südlichen Oberrheingraben zwischen Basel und Offenburg im langjährigen Mittel (Periode 1981 bis 2010) $G_m$ = 5,4 l/(s · $km^2$). Das entspricht, bezogen auf die Fläche von 875 $km^2$, einer Neubildung von ca. $G_f$ = 4725 l/s.

Daneben tragen die Flüsse aus dem Schwarzwald zur Grundwasserneubildung bei. Sie verlieren beim Übertritt in den Oberrheingraben bzw. ihrem Weg zum Rhein ihr Wasser teilweise oder bei Niedrig- bis Mittelwasserabfluss sogar vollständig in den Untergrund. Beispiele hierfür sind südlich des Kaiserstuhls die Oberflächengewässer Hohlebach, Möhlin und Neumagen. Im Einflussbereich des Kulturwehrs Breisach infiltriert der Rhein in das Grundwasser, südlich davon bildet er für das Grundwasser die Vorflut.

Eine weitere Komponente ist der unterirdische Grundwasserzustrom aus dem Festgestein entlang des Ostrandes der Oberrheinebene. Er wird für den Abschnitt zwischen Basel und Kaiserstuhl auf ca. 100 l/s geschätzt und liegt damit deutlich unter dem Anteil, der dem Grundwasserkörper durch Versickerung von Oberflächengewässern zutritt. Dieser wird auf ca. 1300 l/s geschätzt (HGK, 1977).

Das Grundwasser strömt in den Kiesen und Sanden vom Grabenrand in westliche Richtung. Nach kurzer Fließstrecke biegt es in die Nordwest- bzw. Nordrichtung ab. Zwischen Tuniberg und Rhein fließt das Grundwasser rheinparallel nach Norden. Südlich des Kaiserstuhls verflacht das Grundwassergefälle unter Ausbildung einer Grundwasserscheide sehr stark. Sie trennt den westlichen Grundwasserstrom zwischen Breisacher Münsterberg und dem Kaiserstuhl von dem östlichen zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg. In Rheinnähe ist das Grundwasserströmungsbild durch den Einfluss des Kulturwehres Breisach anthropogen überprägt. Der weitgehend abgedichtete Rheinseitenkanal hat keinen Einfluss auf die Grundwasserverhältnisse. Außerdem beeinflussen die zahlreichen Baggerseen das Grundwasserströmungsbild in ihrem näheren Umfeld.

Der Grundwasserflurabstand beträgt im Süden bis auf Höhe von Neuenburg auf der Niederterrasse über 20 m, in der Rheinaue um 10 m. Er nimmt nach Norden im Raum Hausen an der Möhlin auf ca. 10 m, bei Gündlingen auf etwa 5 m ab. Sehr geringe Flurabstände gibt es nördlich von Breisach sowie in der Freiburger Bucht im Gebiet der Ostrheinrinne. Nördlich des Kaiserstuhls liegt der Flurabstand in Rheinnähe meist unter 2 m, auf der Niederterrasse nimmt er auf bis zu 5 m zu. Im Nahbereich der Undiz und Schutter sind die Flurabstände wieder geringer.

Die Grundwasserstandsschwankungen liegen im südlichen Markgräfler Land in der Größenordnung von wenigen Dezimetern bis Metern.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Die Grundwasserbeschaffenheit in der Neuenburg-Formation wird durch die petrographische Beschaffenheit des Grundwasserleiters, den Einfluss infiltrierender Oberflächengewässer sowie den Randzustrom aus dem benachbarten Gebirge geprägt.

Aufgrund des großen Anteils an karbonatischen Geröllen in den quartären Kiesen und Sanden überwiegen hydrogenkarbonatisch-erdalkalische Süßwasser (Ca-$HCO_3$-Typ). Charakteristisch ist ein Lösungsgehalt von etwa 500 mg/l. Nur in den östlichen Randbereichen des Oberrheingrabens, in denen die Kiese weitgehend aus Schwarzwaldmaterial bestehen und weiches Oberflächenwasser aus dem Schwarzwald infiltriert, hat das Grundwasser einen geringeren Lösungsinhalt.

Durch diese Randzuflüsse und die Einspeisung aus oberirdischen Gewässern wird der Grundwasserchemismus weiter modifiziert. Oberflächenwasser oder oberflächennahes Grundwasser, das dem Oberrheingraben im Bereich des Kristallins und Buntsandsteins über den östlichen Grabenrand zuströmt, ist gering mineralisiert und isotopisch markiert. Somit zeigt die Verbreitung von Wasser dieses Typs den Grundwasserzustrom aus dem Grundgebirge und die Infiltration aus den Schwarzwaldflüssen an.

Im Einflussbereich der infiltrierenden Schwarzwaldflüsse und -bäche kommt es im Grundwasser zu einer Verringerung der Konzentrationen an anthropogenen Inhaltsstoffen, die über die lokale Grundwasserneubildung eingetragen wurden (z. B. Nitrat). Gleiches gilt für die flussnahen Abschnitte, in denen der Rhein in das Grundwasser infiltriert. Hydrochemisch unterscheidet sich das Rheinwasser vom Grundwasser durch eine geringere Gesamtmineralisation, isotopenphysikalisch aufgrund seines höher gelegenen Einzugsgebietes vor allem durch eine größere Konzentration leichter Sauerstoff- und Wasserstoffisotope. Dementsprechend wirkt sich das Uferfiltrat des Rheins in einem uferparallelen Streifen von wechselnder Breite auf die hydrochemische und isotopenphysikalische Beschaffenheit des Grundwassers aus.

Die dichte Besiedlung und die intensive landwirtschaftliche Nutzung führen zu einer vielfältigen anthropogenen Überprägung der geogenen Grundwasserbeschaffenheit.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Geschütztheit des Grundwassers

Das Grundwasser in den quartären Kiesen und Sanden der Neuenburg-Formation ist nur sehr gering bis gering gegen Verunreinigungen von der Erdoberfläche geschützt. Auf der Niederterrasse besteht die ungesättigte Zone meist aus einem bis zu 1,5 m mächtigen lehmigen Verwitterungsboden und ca. 4 bis 6 m sandigem unverwittertem Kies. In diesen Bereichen ist die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung gering bis sehr gering. Ähnliches gilt wegen der geringen Flurabstände für die Rheinaue. In Bereichen des Markgräfler Hügellandes, in denen Löss und Lösslehm in größerer Mächtigkeit über der Neuenburg-Formation verbreitet sind, ist die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung mittel.

## Grundwassernutzung

Aufgrund der o. g. hydraulischen Eigenschaften der Neuenburg-Formation und den hydrologischen Merkmalen in ihrem Verbreitungsgebiet weisen Brunnen, die Grundwasser in den Lockersedimenten der Neuenburg-Formation erschließen, meist eine hohe technische Ergiebigkeit an Brunnenstandorten sowie ausreichend langfristige Ergiebigkeiten in ihren Brunneneinzugsgebieten auf. Daher wird das Grundwasservorkommen in der Neuenburg-Formation von vielen Gemeinden und Zweckverbänden als auch großen Wasserversorgungsunternehmen zur Trinkwasserversorgung genutzt (z. B. Wasserwerk der Badenova bei Hausen an der Möhlin, jährliche Entnahme ≈ 10 Mio. $m^3$/a; Tiefbrunnen Ihringen ≈ 0,3 Mio. $m^3$/a).

Das Grundwasservorkommen in der Neuenburg-Formation wird zudem intensiv zur Beregnung landwirtschaftlicher Flächen genutzt. Daneben sind sie wegen ihrer Funktion als wasserwirtschaftlich überregional bedeutender Lockergesteinsgrundwasserleiter eine der mengenmäßig wichtigsten Gruppen der Steine und Erden-Rohstoffe (Kiese, sandig). Hieraus können sich Zielkonflikte hinsichtlich der langfristigen Sicherung abbauwürdiger Rohstoffe einerseits und dem Schutz genutzter und nutzbarer Grundwasservorkommen andererseits ergeben.

## Literatur

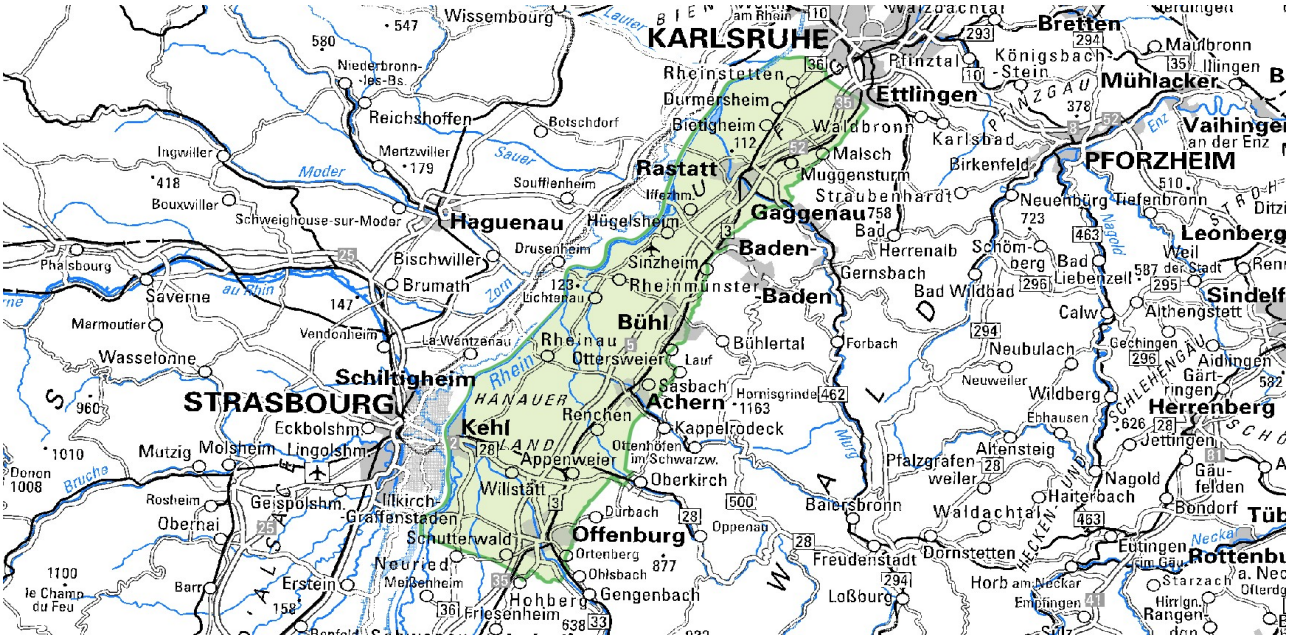

- HGK (1977). *Oberrheingebiet – Bereich Kaiserstuhl-Markgräflerland.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 65 S., 6 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- Hagedorn, E.-M. (2004). *Sedimentpetrographie und Lithofazies der jungtertiären und quartären Sedimente im Oberrheingebiet.* – Dissert. Univ. Köln, 248 S., 22 Anl., 80 Abb., Anh., Köln.
- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:00):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick/neuenburg-formation

# Ortenau-Formation

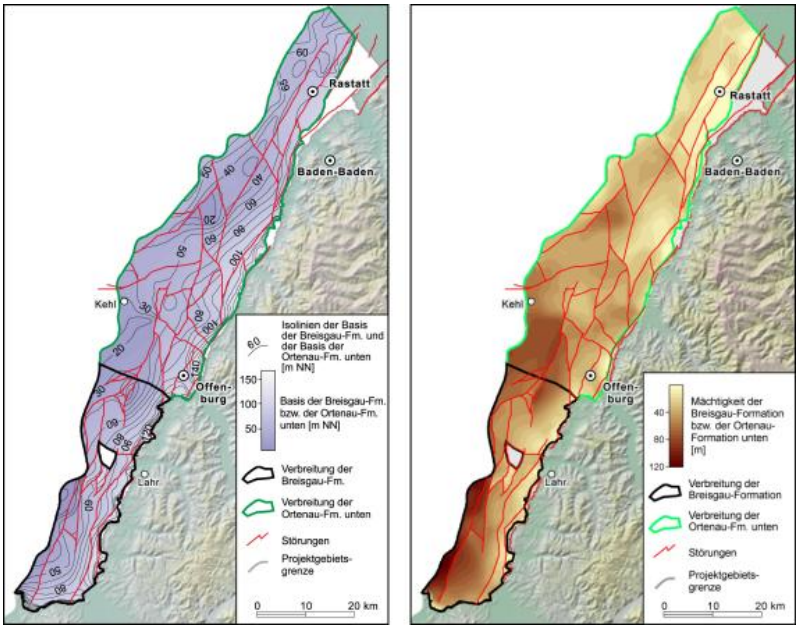



## Geologie

Die Ortenau-Formation besteht im zentralen Oberrheingraben aus schwach schluffigen sandigen Kiesen mit überwiegend alpinem Ursprung. Nach unten nimmt der Sand- und Schluffanteil häufig leicht zu. Dies ist im Hinblick auf die Durchlässigkeit der Sedimente von Bedeutung. Deshalb wird die Ortenau-Formation hydrogeologisch in die Ortenau-Formation unten und die Ortenau-Formation oben gegliedert.

Am Übergang vom Oberrheingraben in die Schwarzwaldtäler nimmt der Anteil an Lokalmaterial aus dem Schwarzwald an der Zusammensetzung der Ortenau-Formation zu. Die Talfüllungen bestehen vollständig aus Lokalmaterial. Im unteren Abschnitt sind die kristallinen Gerölle lokalen Ursprungs in der Regel stärker zersetzt und verbacken (z. B. im Kinzigtal und im Kinzigschwemmfächer). Damit gehen eine dichte Lagerung der sandig-schluffigen Kiese und eine geringere Durchlässigkeit der Sedimente einher.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau




*Verbreitung und Mächtigkeit der Ortenau-Formation*

Das Verbreitungsgebiet der Ortenau-Formation reicht von Offenburg bis südlich von Karlsruhe. Es wird bereichsweise durch Störungen begrenzt. Dies ist z. B. am Vorbergzonenrand zwischen Ortenberg und Achern der Fall. Im Norden fehlt die Ortenau-Formation auf der östlichen Randscholle.

Die Mächtigkeit der Ortenau-Formation variiert stark. Mit bis zu 120 m ist sie in der Region Offenburg-Straßburg in Rheinnähe am größten (Bohrung Kehl-Marlen; Brost & Ellwanger, 1991). Nach Norden verringert sie sich zur Karlsruher Schwelle hin deutlich. Dort beträgt die Gesamtmächtigkeit der Ortenau-Formation nur noch ca. 30 bis 40 m.

Die Ortenau-Formation unten ist mit über 40 m nördlich von Altenheim sowie nordwestlich von Freistett am mächtigsten. Die Ortenau-Formation oben erreicht mit 50 bis 60 m ihre größten Mächtigkeiten zwischen Appenweier und Kehl und zwischen Freistett, Bühl und Greffern.

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Ortenau-Formation ist ein Porengrundwasserleiter mit sehr hoher bis hoher Durchlässigkeit und Ergiebigkeit. Ebenso wie bei der Neuenburg-Formation geht mit dem zum Grabenrand hin zunehmenden Anteil an Lokalmaterial eine Abnahme der Durchlässigkeit und der Ergiebigkeit einher.

Im Raum Offenburg/Straßburg–Baden-Baden sind in der Ortenau-Formation mehrere feinklastische Einschaltungen ausgebildet. Sie wurden im Rahmen der hydrogeologischen Kartierung entsprechend ihrer Höhenlage zu den „Feinklastischen Horizonten 1 bis 4“ zusammengefasst (Wirsing & Luz, 2007). Diese Horizonte sind häufig nur lückenhaft ausgebildet. Grundsätzlich treten in ihrem Niveau verstärkt feinklastische Sedimente (Ton/Schluff, Fein- bis Mittelsand bzw. Sand aller Körnungen) auf, die sich hinsichtlich der vertikalen Durchlässigkeit im lokalen bis regionalen Maßstab hydraulisch auswirken.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Der Feinklastische Horizont 1 (Wirsing & Luz, 2007) ist am Ausgang des Kinzigtales bei Offenburg nahezu flächenhaft verbreitet und entspricht dort dem „Kinzighaupttorfhorizont“, der im Kinzigtal allerdings in geringerer Tiefe vorliegt. Er wird maximal 5 m mächtig und ist hydraulisch als Trennhorizont wirksam. Die Druckfläche des unteren Grundwasserkörpers liegt bis 0,3 m unter der Grundwasseroberfläche des oberen (Herrgesell, 1995).

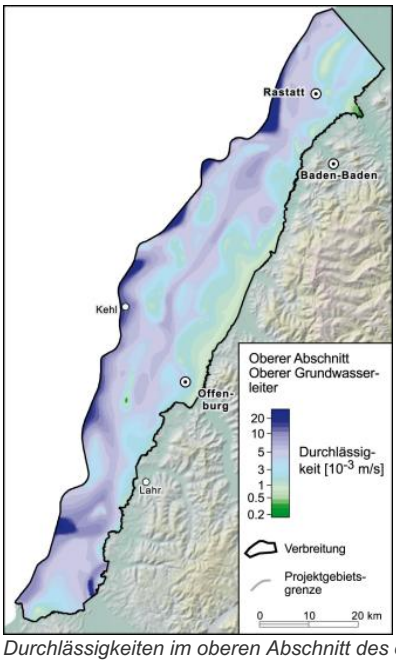
Der Feinklastische Horizont 2 ist hauptsächlich am Schwarzwaldrand von Offenburg bis Bühl verbreitet, tritt aber lückenhaft bis Straßburg im Westen auf. Dort ist er bereichsweise erodiert und die Erosionsrinnen scheinen anschließend mit gröberem Material verfüllt worden zu sein. Er ist im Allgemeinen geringer mächtig als der Feinklastische Horizont 1. Die größte Mächtigkeite erreicht er am Schwarzwaldrand, westlich der Autobahn wird er zwischen 0,2 und 3,5 m mächtig.

Der Feinklastische Horizont 3 ist hauptsächlich im Raum Offenburg/Kehl bis auf Höhe von Rheinau/Renchen verbreitet. Weiter im Norden handelt es sich nur um kleinräumigere Vorkommen. Er entspricht dem sogenannten „interglazialen“ Trennhorizont, der hauptsächlich im Bereich von Straßburg vorkommt. Im östlichen Bereich des Verbreitungsgebiets handelt es sich vermutlich um Umlagerungssedimente (Schwemmlöss) vom Vorbergzonenrand. Der Feinklastische Horizont 3 ist maximal 7,5 m mächtig, meist liegt seine Mächtigkeit jedoch unter 5 m.

Am deutlichsten ist der Feinklastische Horizont 4 ausgebildet. Nördlich von Bühl geht er in die Ludwigshafen-Formation (früher: Oberer Zwischenhorizont, OZH) über. Dies führt zu einer weiteren hydrogeologischen Unterteilung der Ortenau-Formation oben in die Ortenau-Formation oben (oberer Abschnitt) und die Ortenau-Formation oben (unterer Abschnitt). Der Feinklastische Horizont 4 tritt lückenhaft zwischen Dundenheim im Süden und südlich von Baden-Baden auf, weiter im Norden ist er flächenhaft ausgebildet. Er liegt im Norden des Teilgebiets Mitte ab der Höhe von Bühl im Niveau der Ludwigshafen-Formation (Oberer Zwischenhorizont, OZH) (HGK, 2007) und wurde mit dieser zusammengeführt. Er erreicht eine Mächtigkeit von über 9 m, meist ist er jedoch weniger als 2 m mächtig.

Die schichtig abgelagerten fluviatilen Lockersedimente der Ortenau-Formation weisen eine hohe vertikale Anisotropie auf, die im Verbreitungsgebiet der Feinklastischen Horizonte noch stärker ausgeprägt ist. Hydrostratigraphisch bildet die Ortenau-Formation unten zwischen Offenburg im Süden und südlich von Karlsruhe den Unteren Grundwasserleiter und die Ortenau-Formation oben den Oberen Grundwasserleiter.

## Hydraulische Eigenschaften




*Durchlässigkeiten im oberen Abschnitt des oberen Grundwasserleiters (im oberen Abschnitt der Ortenau-Formation, Tiefenstufe 0–20 m)*

Die Durchlässigkeiten der Ortenau-Formation oben liegen zwischen $0{,}002 \cdot 10^{-3}$ und $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ m/s (arithmetischer Mittelwert: $5{,}6 \cdot 10^{-3}$ m/s, Median $3{,}0 \cdot 10^{-3}$ m/s, Standardabweichung $9{,}91 \cdot 10^{-3}$ m/s). Die Transmissivität der Ortenau-Formation oben liegt zwischen 0,01 und $900 \cdot 10^{-3}$ $m^2$/s (arithmetischer Mittelwert: $36{,}9 \cdot 10^{-3}$ m/s, Median $25{,}0 \cdot 10^{-3}$ m/s) (Wirsing & Luz, 2007; Meinken & Stober, 1997b).

Die Ortenau-Formation unten hat Durchlässigkeiten zwischen $0{,}03 \cdot 10^{-3}$ m/s und $12{,}71 \cdot 10^{-3}$ m/s (arithmetischer Mittelwert: $2{,}28 \cdot 10^{-3}$ m/s, Median $1{,}18 \cdot 10^{-3}$ m/s, Standardabweichung $3{,}12 \cdot 10^{-3}$ m/s). Die Transmissivität liegt zwischen 0,5 und $178 \cdot 10^{-3}$ $m^2$/s (arithmetischer Mittelwert: $24{,}4 \cdot 10^{-3}$ m/s, Median $8{,}25 \cdot 10^{-3}$ m/s) (Wirsing & Luz, 2007; Stober et al., 2002a).

Die lithofaziellen Unterschiede der Ortenau-Formation sowie Unterschiede in der Lagerungsdichte wirken sich auf die Durchlässigkeiten aus. Die Durchlässigkeit der Schwarzwaldkiese ist um mehr als eine Zehnerpotenz geringer als die der vorherrschend oder rein alpinen Kiese (HGK, 1979b). Mit zunehmender Tiefe nimmt die Durchlässigkeit grundsätzlich ab. Im Bereich der holozänen Rheinaue wurden die Kiese im oberen Abschnitt im Holozän umgelagert. Die damit verbundene lockere Lagerung führt zu hohen Durchlässsigkeiten von im Mittel $2{,}7 \cdot 10^{-3}$ m/s (HGK, 1979b).

Die Karte der Durchlässigkeitsverteilung im oberen Abschnitt der Ortenau-Formation zwischen Offenburg und nördlich von Rastatt zeigt die höchsten Durchlässigkeiten in Rheinnähe. Zum Grabenrand hin nimmt die Durchlässigkeit deutlich ab. Etwa mittig zwischen dem Rhein im Westen und dem östlichen Grabenrand deutet sich eine rheinparallele, langgestreckte Zone erhöhter Durchlässigkeiten an.

## Hydrologie

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag beträgt im Verbreitungsgebiet der Ortenau-Formation im langjährigen Mittel (Periode 1981–2010) 3,8 l/(s · $km^2$). Das sind, bezogen auf die Fläche von ca. 900 $km^2$, 3420 l/s.

Ebenso wie in der Neuenburg-Formation tragen auch in der Ortenau-Formation einige Flüsse aus dem Schwarzwald durch Versickerung zur Grundwasserneubildung bei. So geben z. B. die Unditz und der Tieflachkanal bei Schutterwald Wasser in den Untergrund ab. Für die Murg wurde eine durchschnittliche Einspeisung von 22 Mio. $m^3$/Jahr abgeschätzt (HGK, 1978). Die Infiltrationsmengen sind zeitlichen Änderungen unterworfen. Bereichsweise können sich Infiltration und Exfiltration an derselben Gewässerstrecke abwechseln. Als weitere Komponente kommt der unterirdische Grundwasserzustrom aus dem Festgestein entlang des Ostrandes der Oberrheinebene hinzu. Die bedeutendsten Zutritte dürften in den Bereichen vorkommen, in denen die Kluftgrundwasserleiter des Buntsandsteins, des Muschelkalks und des Hauptrogensteins an den Kiesgrundwasserleiter angrenzen. Die Verbreitung des Hauptrogensteins endet jedoch nördlich der Linie Straßburg–Appenweier. Die Zuflüsse aus diesen Einheiten werden auf mehrere l/s · km geschätzt (HGK, 1980b). Für den Abschnitt zwischen Niederschopfheim und Achern wird ein Zustrom von größenordnungsmäßig 30 l/s · $km^2$ angenommen (HGK, 1979b).

Niedrige Grundwasserflurabstände von meist weniger als einem Meter finden sich in der Rheinaue der nördlichen Oberrhein-Niederung sowie im Bereich des Rench-Flutkanals. Die größten Flurabstände von über 10 m treten im Bereich der Niederterrasse auf. In der östlich anschließenden Kinzig-Murg-Rinne nimmt der Flurabstand wieder auf weniger als einen Meter ab. Diese naturräumliche Gliederung ist im Bereich des Kinzig-Mündungstrichters nicht mehr vorhanden, da hier die Niederterrasse zwischen der Rheinaue und der Kinzig-Murg-Rinne fehlt (HGK, 1979b). Nach Süden nehmen die Unterschiede im Flurabstand zwischen der Niederterrasse und der Rheinaue generell ab, da in dieser Richtung der Höhenunterschied zwischen den beiden morphologischen Einheiten geringer wird.

Das Grundwasser strömt in den Kiesen und Sanden vom Grabenrand in nordnordwestliche Richtung ab. Im Norden des Verbreitungsgebietes der Ortenau-Formation strömt das Grundwasser nach Nordwesten in Richtung Rhein ab.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Ebenso wie in der Neuenburg-Formation dominieren in der Ortenau-Formation hydrogenkarbonatisch-erdalkalische Süßwässer (Ca-$HCO_3$-Typ). Dies liegt am großen Anteil an karbonatischen Geröllen in den quartären Kiesen und Sanden. Das Grundwasser in den östlichen Randbereichen weist dagegen niedrigere Karbonat- und Gesamthärtewerte auf (HGK, 1979b). Hier bestehen die Kiese weitgehend aus Schwarzwaldmaterial, außerdem infiltriert weiches Oberflächenwasser aus dem Schwarzwald (z. B. aus der Kinzig oder der Rench) in den Aquifer.

Im Bereich der Kinzig-Murg-Rinne und in der Rheinaue ist das Grundwasser sauerstoffarm. Damit gehen lokal erhöhte Eisen- und Manganwerte einher.

Im Kinzigtal südlich von Ohlsbach steigen entlang einer Verwerfung im kristallinen Grundgebirge chloridhaltige Wässer mit einer Konzentration von bis zu 8500 mg/l Chlor auf. Von dort zieht eine Fahne mit stark erhöhten Chloridgehalten nach Nordwesten zum Rhein (Stober et al., 1999).

## Geschütztheit des Grundwassers

Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung ist für das Grundwasser in der Ortenau-Formation im Bereich der Hardtebenen meist sehr gering bis gering. In der nördlichen Oberrhein-Niederung ab Rastatt ist sie überwiegend gering bis mittel.

## Grundwassernutzung

Das Grundwasservorkommen in der Ortenau-Formation ist von überregionaler Bedeutung und wird zur Trinkwasserversorgung sowie zu gewerblichen und landwirtschaftlichen Zwecken genutzt. Bedeutende Trinkwasserentnahmen befinden sich z. B. bei Offenburg und Schutterwald am Ausgang des Kinzigtales sowie im Rheintal bei Kehl, Rheinau, Sinzheim, Baden-Baden oder Rastatt.

Neben ihrer Funktion als wasserwirtschaftlich überregional bedeutender Lockergesteinsgrundwasserleiter bilden die quartären Kiese und Sande im Oberrheingraben eine der mengenmäßig wichtigsten Gruppen der Steine und Erden-Rohstoffe (Kiese, sandig). Hieraus können sich Zielkonflikte hinsichtlich der langfristigen Sicherung abbauwürdiger Rohstoffe einerseits und dem Schutz genutzter und nutzbarer Grundwasservorkommen andererseits ergeben.

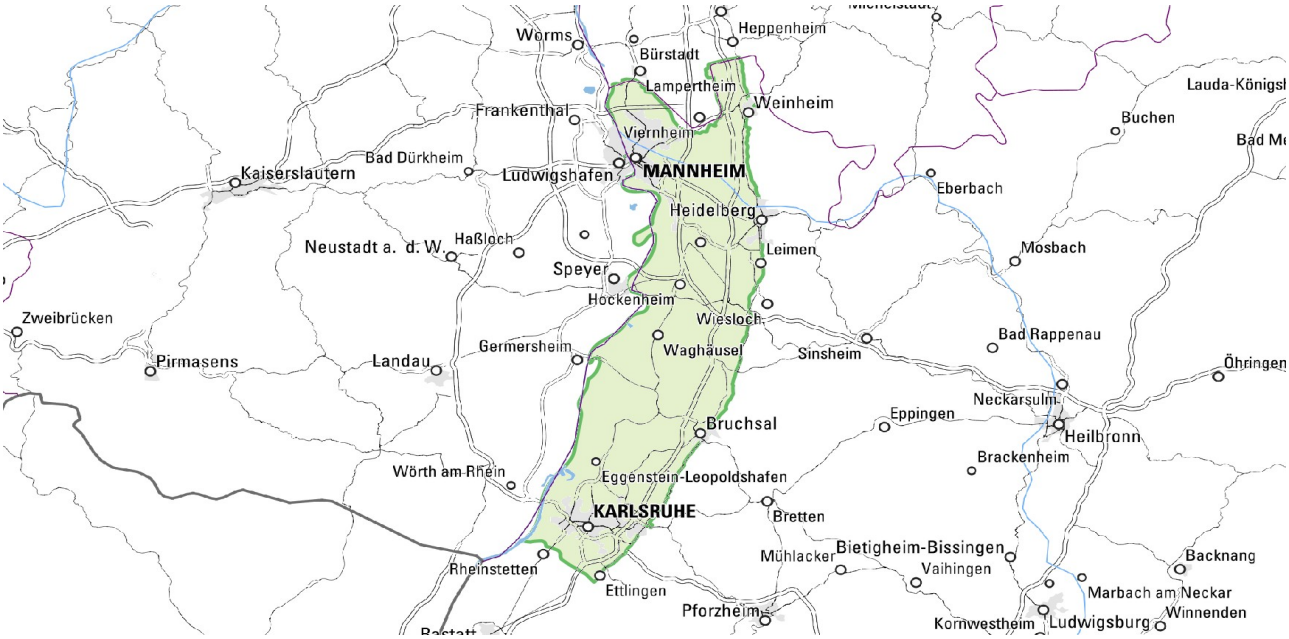
## Literatur


- Brost, E. & Ellwanger, D. (1991). *Einige Ergebnisse neuerer geoelektrischer und stratigraphischer Untersuchungen im Gebiet zwischen Kaiserstuhl und Kehl.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe E, 48, S. 71–81.
- HGK (1978). *Oberrheinebene – Raum Rastatt (Karlsruhe-Bühl).* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 52 S., 6 Karten, Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- HGK (1979b). *Bühl–Offenburg.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 68 S., 7 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- HGK (1980b). *Oberrheingebiet – Raum Lahr.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 63 S., 6 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- HGK (2007). *Raum Karlsruhe-Speyer. Fortschreibung 1986 – 2005.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 90 S., 13 Karten, 1 CD-ROM, Stuttgart (Umweltministerium Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz).
- Herrgesell, G. (1995). *Grundwassermodell Offenburg-Süd, PfA 7.1 der Ausbau und Neubaustrecke Offenburg – Basel der Deutschen Bahn AG.* – Gutachten Geol. Landesamt Baden-Württ., Az.: 2307.11 / 91-4763, Freiburg i. Br. [unveröff.]
- Meinken, W. & Stober, I. (1997b). *Permeability distribution in the Quaternary oft he Upper Rhine glacio-fluvial aquifer.* – Terra Nova, 9(2), S. 113–116.
- Stober, I., Richter, A., Brost, E. & Bucher, K. (1999). *The Ohlsbach Plume – Discharge of deep saline water from the crystalline basement of the Black Forest, Germany.* – Hydrogeology Journal, 7/3, S. 273–283.
- Stober, I., Wendt, O. & Traub, R. (2002a). *Tiefenabhängige hydrogeologische Untersuchungen im Quartär und Pliozän des Oberrheingrabens – Ergebnisse der Erkundungs- und Messstellenbohrungen Marlen bei Kehl.* – Abhandlungen LGRB, 15, S. 255–301.
- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:02):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick/ortenau-formation

# Mannheim-Formation




## Geologie

*Die Mannheim-Formation (Obere kiesig-sandige Abfolge, OksA, früher: Oberes Kieslager, OKL) besteht aus Kiesen und sandigen Kiesen bis Mittelsanden. Nach Norden nimmt der Anteil an alpinen Geröllen ab (LGRB-Archiv-Nr. BO 6717/1217)*

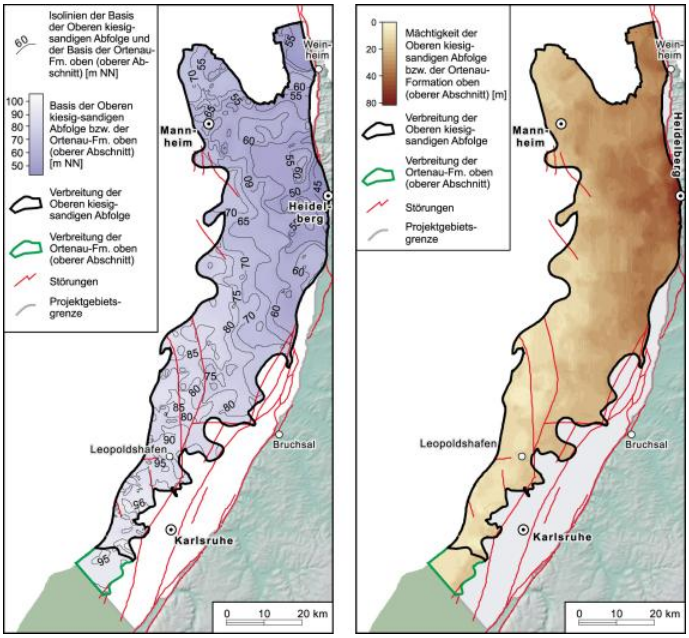
Die Mannheim-Formation bildet die oberste Grundwasser führende Lockergesteins-Einheit im nördlichen Oberrheingraben. Sie besteht aus Kiesen und sandigen Kiesen bis Mittelsanden, das Material stammt entweder aus den Alpen oder es ist lokalen Ursprungs (Schwarzwald, Vogesen, Odenwald). Lokalmaterial kommt insbesondere im Bereich der in das Rheintal einmündenden Schwemmfächer vor. Der Schwemmfächer des Neckars bei Heidelberg wurde intensiv untersucht (Ellwanger et al., 2012a).

Die Mannheim-Formation (Obere kiesig-sandige Abfolge) entspricht der Oberen sandig-kiesigen Abfolge (Plum et al., 2008) sowie nach früherer hydrogeologischer Nomenklatur dem Oberen Kieslager (OKL) (HGK, 1999).

Die Mannheim-Formation geht südlich von Karlsruhe kontinuierlich aus der Ortenau-Formation hervor.

Die Basis der Mannheim-Formation fällt vom Rhein generell zum östlichen Grabenrand ein. Im Süden des Gebiets liegt die Grenzfläche in Rheinnähe bei ca. 90 bis 95 m NHN und somit ca. 20 bis 40 m höher als am Nordrand (50 bis 70 m NHN). Am tiefsten liegt sie mit ca. 45 m NHN in der Gegend um Heidelberg. Die Grenzfläche zur unterlagernden Ludwigshafen-Formation geht oft mit einer markanten lithologischen Grenze einher, die von einer Vielzahl von Bohrungen durchteuft wurde. Insbesondere im mittleren und östlichen Abschnitt des nördlichen Oberrheingrabens sind die Übergänge zwischen Mannheim-, Ludwigshafen- und Viernheim-Formation vielerorts auch fließend (z. B. im Bereich Walldorf-Sandhausen sowie weite Bereiche nördlich von Karlsruhe).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau 




*Verbreitung und Basis der Oberen kiesig-sandigen Abfolge (Mannheim- Formation), links und Mächtigkeit der Oberen kiesig-sandigen Abfolge (Mannheim-Formation), rechts*

Die Mächtigkeit nimmt generell von Süden nach Norden und von Westen nach Osten zu. Die größte Mächtigkeit erreicht die Mannheim-Formation im Heidelberger Raum mit ca. 70 m. Im Süden beträgt sie zwischen 10 und 20 m. Entlang des Rheins bleibt die Mächtigkeit nach Norden bis etwa auf die Höhe von Hockenheim in diesem Schwankungsbereich, weiter nördlich nimmt sie gebietsweise auf ca. 30 m zu.

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Mannheim-Formation ist ein Porengrundwasserleiter mit meist hoher Durchlässigkeit und Ergiebigkeit.

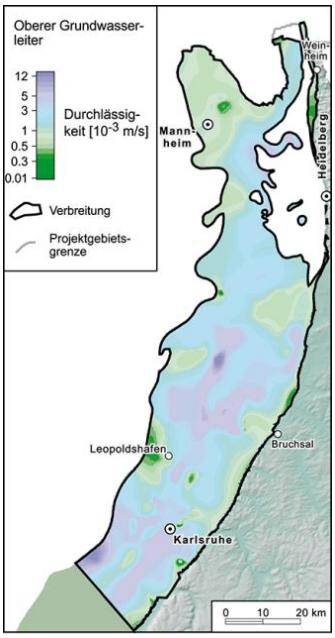
Nach der hydrogeologischen Gliederung tritt in der Mannheim-Formation im östlichen Rhein-Neckar-Raum ein tonig-schluffiger Zwischenhorizont auf (Zwischenhorizont 1, ZH1). Seine Verbreitung beschränkt sich auf den östlichen Grabenrand mit Schwerpunkt im Heidelberger Raum (HGK, 1999; Wirsing & Luz, 2007). Dabei handelt es sich vermutlich nicht um einen durchgehenden Horizont, sondern um ein Niveau, in dem vermehrt tonig-schluffige Linsen unterschiedlicher Ausdehnung auftreten (HGK, 1999). Auch im Raum Ludwigshafen wurde der ZH1 als 1 bis 5 m mächtige Ton-/Schlufflage kartiert. Weiter westlich konnte er nicht mehr identifiziert werden (Kärcher et al., 2000). Durch den ZH1 wird die Mannheim-Formation hydrogeologisch in die Obere kiesig-sandige Abfolge oben (OksAo) und die Obere kiesig-sandige Abfolge unten (OksAu) unterteilt. Neben dem ZH1 können lokal verbreitet weitere tonig-schluffige bis feinsandige Trennhorizonte auftreten, die eine lokale Stockwerkstrennung innerhalb der Mannheim-Formation ausüben können.

Auf der Grabenrandscholle außerhalb des Verbreitungsgebietes der Ludwigshafen-Formation wurde die Obere kiesig-sandige Abfolge mit der Mittleren sandig-kiesigen Abfolge als ein Grundwasserleiter zusammengefasst.

Grundwasserpotenzialunterschiede zwischen der OksAo und der OksAu sind meist nicht nachweisbar oder sehr gering. Die Trennwirkung des ZH1 macht sich allerdings in der unterschiedlichen hydrochemischen und isotopenhydrologischen Zusammensetzung der Grundwässer über bzw. unter dem ZH1 bemerkbar (HGK, 1999). Gebietsweise, wie z. B. im Bereich der Rhein-Niederung und der Aue des frühholozänen Neckarlaufs entlang der Bergstraße, ist das Grundwasser in der Mannheim-Formation gespannt bis halbgespannt. Dort sind die Kiese bis zu den überlagernden bindigen Auesedimenten grundwassererfüllt (HGK, 1980a).

Die Mannheim-Formation korreliert hydrogeologisch mit der südlich anschließenden Ortenau-Formation oben (oberer Abschnitt) (Wirsing & Luz, 2007). Hydrostratigraphisch bildet die Mannheim-Formation zwischen Karlsruhe und Mannheim den Oberen Grundwasserleiter. Im Verbreitungsgebiet des Zwischenhorizontes ZH1 wird sie in einen Oberen Grundwasserleiter oben (OGWLo) und einen Oberen Grundwasserleiter unten (OGWLu) untergliedert.

## Hydraulische Eigenschaften




*Durchlässigkeiten im Oberen Grundwasserleiter (Mannheim-Formation), Teilgebiet Nord*

Die Durchlässigkeit der Mannheim-Formation ist vergleichsweise hoch. Die im LGRB dokumentierten Durchlässigkeitswerte liegen zwischen $0{,}07 \cdot 10^{-3}$ und $17{,}2 \cdot 10^{-3}$ m/s (arithmetischer Mittelwert: $2{,}52 \cdot 10^{-3}$ m/s, Median $1{,}74 \cdot 10^{-3}$ m/s, Standardabweichung $2{,}32 \cdot 10^{-3}$ m/s). Ihre Transmissivität bewegt sich zwischen 0,73 und $138{,}5 \cdot 10^{-3}$ m$^2$/s (arithmetischer Mittelwert: $25{,}09 \cdot 10^{-3}$ m/s, Median $19{,}3 \cdot 10^{-3}$ m/s) (Wirsing & Luz, 2007). Aus einem Pumpversuch bei Forst wurde für die Ortenau-Formation eine mittlere Anisotropie von horizontaler zu vertikaler Durchlässigkeit von 4,1 ermittelt. Ein ähnlicher Wert von 5 für die mittlere Anisotropie wird auch für den Rhein-Neckar-Raum angenommen (HGK, 1988).

Die Karte der Durchlässigkeitsverteilung in der Mannheim-Formation (Oberer Grundwasserleiter) zeigt im zentralen Verbreitungsgebiet annähernd grabenparallel verlaufende Abschnitte erhöhter Durchlässigkeiten.

## Hydrologie

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag beträgt im Verbreitungsgebiet der Mannheim-Formation im langjährigen Mittel (Periode 1981 bis 2010) etwa 3,8 l/(s · km$^2$), das entspricht, bezogen auf die Fläche von ca. 1085 km$^2$, einer Neubildung von ca. 4120 l/s.

Im Verbreitungsgebiet der Mannheim-Formation trägt die Infiltration aus Oberflächengewässern wesentlich zur Grundwasserneubildung bei. Insbesondere angrenzend an den Rhein kommt es bereichsweise zu starker Grundwasserneubildung durch Rhein-Uferfiltrat. Weitere wichtige Grundwasserneubildung erfolgt durch die aus der Vorbergzone kommenden Gewässer, die meist am Rheintalrand und im Bereich der Schwemmfächer massiv in das Grundwasser einspeisen. Die Infiltration von Weschnitz und Neckar sind besonders gut dokumentiert (HGK, 1999). Der Neckar infiltriert hauptsächlich im Bereich seines Schwemmfächers ins Grundwasser. Für den Abschnitt Heidelberg–Wieblingen/Ladenburger Wehr wurden Infiltrationsmengen von mehreren Hundert Litern abgeschätzt (HGK, 1980a). Seine ursprüngliche Wirkung als Vorflut hat der Neckar aufgrund seines Ausbaus für die Schifffahrt streckenweise verloren, da die Kraftwerks- und Schifffahrtskanäle weitgehend abgedichtet sind (HGK, 1980a). Wegen der Belastung des Neckarwassers durch Spurenstoffe wird die Uferfiltraton intensiv untersucht (AWBR, 2017).

Das Grundwasser in der Mannheim-Formation zeigt oberflächennah eine enge Anbindung an das aktuelle Grundwasserneubildungsgeschehen und nur geringe Grundwasserverweilzeiten. Als Folge der z. T. großen Aquifermächtigkeiten und der oft geringen Grundwasserabstandsgeschwindigkeiten können die Mittleren Grundwasserverweilzeiten mit zunehmender Aquifermächtigkeit stark zunehmen und an der Basis mehrere Jahrzehnte betragen.

Der Grundwasserspiegel in flachen Brunnen in der Mannheim-Formation kann frei oder halbungespannt sein. In tiefen Brunnen reagiert das Grundwasser in der Regel gespannt (lokale Wirkung von Trennschichten sowie als Folge der Anisotropie).

Das Grundwasser strömt vom Grabenrand generell in nordwestliche Richtung zur Rheinniederung ab. In der Rheinniederung verläuft die Grundwasserfließrichtung mehr oder weniger rheinparallel. Dort bildet der Rhein mit seinen Nebenflüssen die Vorflut. Daneben wirken sich weitere Uferfiltratstrecken auf die Grundwasserfließrichtung aus. Die natürliche Grundwasserströmung wird durch zahlreiche Grundwasserentnahmen zur Trinkwasserversorgung sowie insbesondere im Raum Karlsruhe durch mehrere Baggerseen überprägt.

In der Rheinniederung ist der Grundwasserflurabstand mit ein bis vier Metern durchweg gering, der durchschnittliche Flurabstand beträgt ca. 2,5 m (HGK, 2007). Die geringsten Flurabstände finden sich am Fuß des Hochgestades sowie im Bereich verlandeter Altrheinarme. Der Geländesprung zum Hochgestade zeichnet sich deutlich im Flurabstand ab. An seinem Rand beträgt der Flurabstand 5 bis 15 m. Mit zunehmendem Abstand davon nimmt er in östliche Richtung ab. Im Bereich des Neckarschwemmfächers sowie bei Ettlingen/Bruchsal finden sich die größten Flurabstände von über 15 m.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Das anthropogen nicht oder nur gering beeinflusste Grundwasser in der Mannheim-Formation ist zu charakterisieren als Calcium-Hydrogenkarbonat-Sulfat-Grundwasser (Ca-HCO-$SO_4$-Typ) mit einer Gesamthärte von etwa 17 °dH. Der Chloridgehalt ist mit 20 mg/l vergleichsweise niedrig.

Durch die Randzuflüsse und die Einspeisung aus oberirdischen Gewässern wird der Grundwasserchemismus modifiziert. Das Wasser, das im Bereich des Kristallins und Buntsandsteins über den östlichen Grabenrand als infiltrierendes Oberflächenwasser oder oberflächennahes Grundwasser dem Oberrheingraben zuströmt, ist gering mineralisiert. Im Bereich der Langenbrücker Senke oder wo Muschelkalk oder Tertiär das Randgebirge bilden, strömen dem Rheintal z. T. hoch mineralisierte Grundwässer zu.

## Geschütztheit des Grundwassers

Das Grundwasser in der Mannheim-Formation ist im Bereich der Hardtebenen östlich der nördlichen Oberrheinniederung nur sehr gering vor Verunreinigungen von der Erdoberfläche geschützt. Eine geringe bis mittlere Schutzfunktion liegt aufgrund der Deckschichtensituation in der Rheinniederung sowie in der Neckar-Rheinebene vor. Hier wird die Mannheim-Formation von Auenmergel und Auenlehm überlagert, die zu einer Erhöhung der Schutzfunktion beitragen.

# Grundwassernutzung

Das Grundwasservorkommen in der Mannheim-Formation ist von überregionaler Bedeutung und wird weit verbreitet zur Trinkwasserversorgung sowie zu gewerblichen und landwirtschaftlichen Zwecken genutzt. Beispiele für die Trinkwassernutzung sind die Hardtgruppe Sandhausen, die Hardtwaldgruppe St. Leon sowie die Brunnen bei Kronau, Mannheim-Rheinau und Mannheim-Käfertal.

Neben ihrer Funktion als wasserwirtschaftlich überregional bedeutender Lockergesteinsgrundwasserleiter bilden die quartären Kiese und Sande im Oberrheingraben eine der mengenmäßig wichtigsten Gruppen der Steine und Erden-Rohstoffe (Kiese, sandig). Hieraus können sich Zielkonflikte hinsichtlich der langfristigen Sicherung abbauwürdiger Rohstoffe einerseits und dem Schutz genutzter und nutzbarer Grundwasservorkommen andererseits ergeben.

Die weitflächige urbane Nutzung des Rheintals spiegelt sich insbesondere in der Beschaffenheit des Grundwassers der Mannheim-Formation wieder (Aufhärtung, Schadstofffahnen, Belastungen mit Nitrat und Rückständen von Pflanzenschutzmitteln, etc.). Trotz des hohen Grundwasserdargebotes schränkt dies die Neuerschließung für Trinkwasserversorgungen stark ein.

## Literatur

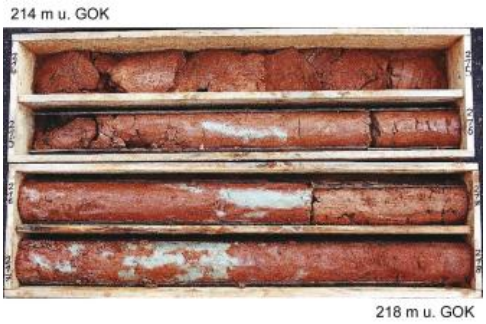

- AWBR (2017). *Jahresbericht 2017* Karlsruhe (Koordinierungsstelle der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee- Rhein (AWBR) am TZW). Verfügbar unter https://www.awbr.org/timm/download.php?file=data/docs/bericht/awbr_jb17d_web.pdf [07.05.2019].
- Ellwanger, D., Franz, M. & Wielandt-Schuster, U. (2012a). *Die Forschungsbohrung Heidelberg und Beiträge zum Quartär in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 26, S. 1–216.
- HGK (1980a). *Rhein-Neckar-Raum. Analyse des Ist-Zustands.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 71 S., 14 Karten, Stuttgart (Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg; Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Umwelt, Landwirtschaft und Forsten; Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz).
- HGK (1988). *Raum Karlsruhe-Speyer. Analyse des Ist-Zustands; Aufbau eines mathematischen Grundwassermodells.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 111 S., 11 Anlagen, Stuttgart (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz).
- HGK (1999). *Rhein-Neckar-Raum. Fortschreibung 1983 – 1998.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 155 S., 18 Karten, 1 CD-ROM, Stuttgart (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten; Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz).
- HGK (2007). *Raum Karlsruhe-Speyer. Fortschreibung 1986 – 2005.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 90 S., 13 Karten, 1 CD-ROM, Stuttgart (Umweltministerium Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz).
- Kärcher, T., Beinhorn, M., Goldschmitt, M., Kryzanowski, J. & Wanner, T. (2000). *Hydrogeologisches Strukturmodell, Stadtgebiet Ludwigshafen – Mannheim.* 22 S., 21 Anl., Mainz (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz). [unveröff.]
- Plum, H., Ondreka, J. & Armbruster, V. (2008). *Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 20, S. 1–106.
- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:02):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick/mannheim-formation

# Iffezheim-Formation

## Geologie




*Iffezheim-Formation in der Bohrung Hartheim: (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/492)*

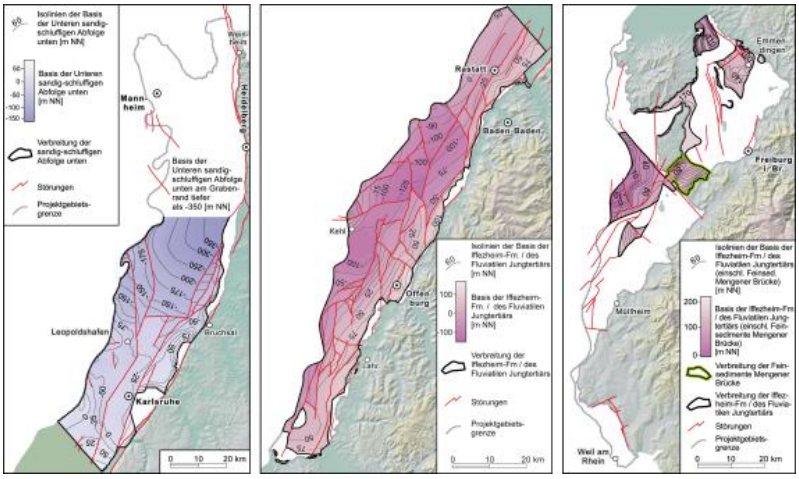
Die Iffezheim-Formation besteht südlich des Kaiserstuhls aus stark schluffig-tonigen, z. T. schwach kiesigen, meist kalkfreien Sanden bzw. Schluffen lokalen Ursprungs. Im unteren Abschnitt treten graue und grauviolette Diamikte mit völlig zersetzten Kristallingeröllen auf. Nördlich des Kaiserstuhls wurde die Iffezheim-Formation in typischer Ausbildung in der Bohrung Iffezheim angetroffen.

*Iffezheim-Formation in der Bohrung Nambsheim: (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/494)*

In die karbonatfreien, vorwiegend hell gefärbten glimmerhaltigen Sande („weißes Pliozän“) (HGK, 1980b; Bartz, 1982) sind Fein- bis Mittelkiese sowie weißgraue und grünlichgraue bis schwarze Schluff- und Tonbänke mit Torf- und Holzresten eingelagert. Im nördlichen Oberrheingraben ist die Iffezheim-Formation durch eine Wechsellagerung von Sanden, Schluffen und Tonen mit Kieseinlagerungen charakterisiert. Diese lithologische Ausbildung setzt sich bis an die nördliche Landesgrenze fort.

Die Iffezheim-Formation ist die älteste Lockergesteins-Einheit im Oberrheingraben und nicht an der Geländeoberfläche aufgeschlossen. Im Südgraben wird sie von der Breisgau-Formation, im mittleren Graben von der Ortenau-Formation und im Nordgraben von der Viernheim-Formation überlagert. Sie wird im größten Teil des Oberrheingrabens von älteren tertiären Einheiten unterlagert, die häufig aus Feinsedimenten oder stark verwittertem Festgestein (Tonstein, Siltstein, Feinsandstein) bestehen und in der Regel kalkig ausgebildet sind.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

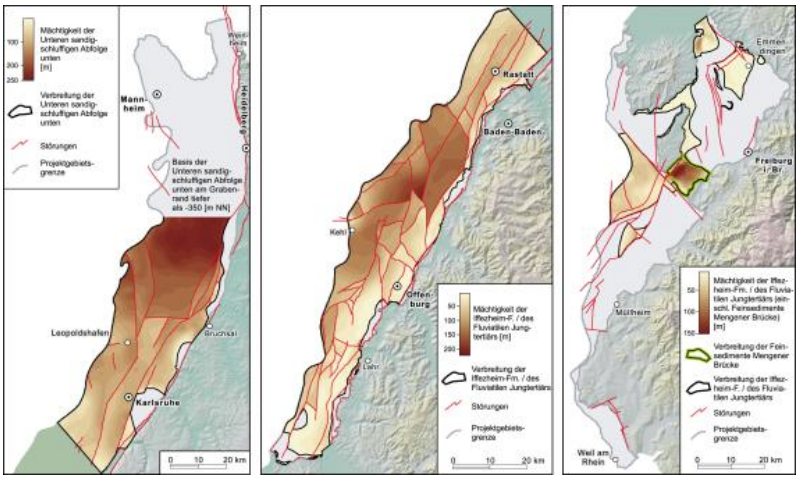


*Verbreitung und Basis der Unteren sandig- schluffigen Abfolge unten (Iffezheim-Formation) / des Fluviatilen Jungtertiärs*

*links: nördlich der Linie Rheinstetten–Ettlingen; Mitte: nördlich des Kaiserstuhls; rechts: südlich des Kaiserstuhls und in der Freiburger Bucht sowie der Feinsedimente der Mengener Brücke (grün umrahmt)*

Frühere Bezeichnungen für die Iffezheim-Formation waren Jungtertiär II, Fluviatiles Jungtertiär, Fluviatiles Jungtertiär 2 (Schad, 1964), Fluvatiles Pliozän (HGK, 1980b), Weißes Pliozän oder Pliozän (Bartz, 1982). Nach der hydrogeologischen Gliederung entspricht die Iffezheim-Formation nördlich von Karlsruhe der Unteren sandig schluffigen Abfolge unten (Wirsing & Luz, 2007).

Die Iffezheim-Formation ist nördlich des Kaiserstuhls auf der gesamten Grabenscholle, sowie zwischen Grötzingen, Weingarten und Bruchsal z. T. zusätzlich auf der Randscholle verbreitet. Östlich von Forst, Kronau und Walldorf fehlt sie auf der Randscholle. Dies ist dort nachweislich tektonisch bedingt, da die Verbreitung an Störungen endet. Südlich des Kaiserstuhls tritt die Iffezheim-Formation nur in einigen Bereichen auf, die vermutlich ebenfalls von Störungen begrenzt sind. Aufgrund der geringen Bohrpunktdichte sind hier die Verbreitungsgrenzen allerdings sehr unsicher.



*Mächtigkeit der Unteren sandig- schluffigen Abfolge unten (Iffezheim-Formation) / des Fluviatilen Jungtertiärs*

*links: nördlich der Linie Rheinstetten–Ettlingen; Mitte: nördlich des Kaiserstuhls; rechts: südlich des Kaiserstuhls und in der Freiburger Bucht sowie der Feinsedimente der Mengener Brücke (grün umrahmt)*

Die Mächtigkeit der Iffezheim-Formation schwankt zwischen wenigen Metern am Beckenrand und mehreren hundert Metern im Subsidenzzentrum des Heidelberger Beckens (Ellwanger, 2010b). Die Iffezheim-Formation erreicht südlich des Kaiserstuhls eine Mächtigkeit von bis zu 50 m, nördlich des Kaiserstuhls nimmt die Mächtigkeit zu. Dies geht mit dem Abtauchen der Basis der Einheit in diese Richtung einher. Im Raum Linkenheim erreicht sie ca. 130 bis 140 m, weiter nördlich von Kirrlach sowie im Raum St. Leon bis 250 m, im Subsidenzzentrum bei Heidelberg wird sie mehrere Hundert Meter mächtig. Auf den Randschollen nimmt die Mächtigkeit z. B. südlich von Kronau auf 80 m bzw. nordöstlich von Forst auf 10 bis 20 m ab.

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Iffezheim-Formation ist im südlichen und mittleren Oberrheingraben ein Grundwassergeringleiter. Südlich von Karlsruhe nimmt zumindest im oberen Abschnitt der Kiesanteil zu. Im nördlichen Oberrheingraben bildet die Iffezheim-Formation einen intensiv geschichteten mittel bis mäßig durchlässigen Porengrundwasserleiter mit mittlerer bis mäßiger Ergiebigkeit. An der Basis tritt eine mehrere Meter mächtige Kies- und Grobsandlage auf. Deren Durchlässigkeit dürfte aber wegen der Beimengung von Feinmaterial sowie der dichten Lagerung verhältnismäßig gering sein (HGK, 1988). Die Mächtigkeit der in die Schluffe und Tone eingeschalteten Sandlagen und z. T. auch der Kiese nimmt von ein bis zwei Meter im Raum Durmersheim über 50 m im Raum Karlsruhe/Friedrichstal auf 60 m auf Höhe von Philippsburg/St. Leon zu. Auf der östlichen Randscholle sind die Kiessande wesentlich geringer mächtig, bei Bruchsal sind es 20 m (HGK, 1988).

Hydrostratigraphisch bildet die Iffezheim-Formation südlich von Karlsruhe als Grundwassergeringleiter die Basis des quartären Kiesgrundwasserleiters. Weiter nördlich bildet sie den Unteren Grundwasserleiter unten (Wirsing & Luz, 2007) bzw. den „Unteren Pliozänen Grundwasserleiter“ (HGK, 1988).

## Hydraulische Eigenschaften

Informationen über die Durchlässigkeit der Iffezheim-Formation liegen nur in Einzelfällen vor.

Im Bereich, in dem sie Grundwasser führt, bedingt die enge Wechsellagerung grundwasserleitender und grundwassergeringleitender Schichten eine starke vertikale Anisotropie. Aufgrund der fluviatil limnischen Genese der Ablagerungen ist davon auszugehen, dass die sandigen Lagen nur von begrenzter lateraler Ausdehnung sind und sich miteinander verzahnen. Das Grundwasser in der Iffezheim-Formation ist in der Regel stark gespannt und steigt z. T. in Vorflutnähe in die hangenden Grundwasserleiter auf.

Nördlich von Karlsruhe werden für die Iffezheim-Formation geringe bis mittlere Durchlässigkeiten angenommen.

## Hydrologie

Das Grundwasser in der Iffezheim-Formation wird vermutlich überwiegend am östlichen Grabenrand durch vertikale Zusickerung aus den überlagernden Grundwasservorkommen neu gebildet. Ein von oben nach unten gerichtetes Druckgefälle am Grabenrand ist aus dem Raum Bruchsal bekannt. In geringerem Umfang tritt Grundwasser möglicherweise über Randzuströme aus der Vorbergzone zu. Kohlenstoff-14-Untersuchungen zeigen, dass das Grundwasser nur in sehr langen Zeiträumen erneuert wird. Die Neubildungsrate des Grundwassers in der Iffezheim-Formation ist somit sehr niedrig. Das vom Grabenrand zur Grabenmitte zunehmende Grundwasseralter weist auf eine sehr langsame Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers hin. Sie dürfte in der Größenordnung von unter einem Meter pro Jahr bis wenige Meter pro Jahr liegen.

Flächenhafte Aussagen über die Grundwasserfließrichtung in der Iffezheim-Formation liegen nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass das Grundwasser ähnlich wie in den überlagernden Grundwasservorkommen generell vom Grabenrand in nordwestliche Richtung abströmt. Dies wird durch die Kohlenstoff-14-Untersuchungen gestützt.

Südlich von Karlsruhe wurden im zentralen Graben in der Iffezheim-Formation wenige Zentimeter bis zwei Dezimeter höhere Grundwasserstände als im überlagernden Grundwasser festgestellt. Es wird daher angenommen, dass das Grundwasser der Iffezheim-Formation unter natürlichen (nicht durch Entnahmen beeinflussten) hydraulischen Bedingungen in Rheinnähe in die überlagernden Grundwasserleiter übertritt.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Das Grundwasser in der Iffezheim-Formation ist südlich von Karlsruhe vergleichsweise niedrig mineralisiert. In nördlicher Richtung nimmt die Mineralisation mit zunehmender Tiefenlage der grundwasserführenden Schichten zu.

Es handelt sich um sauerstoffarme, etwa pH-neutrale Erdalkali-Hydrogenkarbonatwässer mit mittlerem Gehalt an gelösten Bestandteilen. Eisen und Mangan sind deutlich im Grundwasser nachzuweisen. Der Chloridgehalt kann geogen bedingt schwach erhöht sein.

## Geschütztheit des Grundwassers

Das Grundwasser in der Iffezheim-Formation ist durch die überlagernden Grundwasservorkommen und die langen Fließzeiten sehr gut vor Verunreinigungen von der Erdoberfläche aus geschützt. Bei Grundwasserförderung werden die natürlichen Grundwasserfließverhältnisse umgekehrt und Grundwässer können aus dem Hangenden in die Iffezheim-Formation eindringen.

## Grundwassernutzung

Das Grundwasserdargebot in der Iffezheim-Formation ist aufgrund der geringen Erneuerungsrate mengenmäßig sehr begrenzt. Es wird z. T. zur Mineralwassergewinnung genutzt. Im nördlichen Oberrheingraben, wo die Iffezheim-Formation sehr hohe Mächtigkeiten erreicht, wird es auch zur Trinkwassergewinnung genutzt. Die geringe bis mäßige Ergiebigkeit wird durch sehr tiefe Brunnen kompensiert.

## Literatur


- Bartz, J. (1982). *Quartär und Jungtertiär II im Oberrheingraben im Großraum Karlsruhe.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe A, 63, S. 3–237, 2 Taf.
- Ellwanger, D. (2010b). *Iffezheim-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000014.
- Ellwanger, D., Franz, M. & Wielandt-Schuster, U. (2012a). *Die Forschungsbohrung Heidelberg und Beiträge zum Quartär in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 26, S. 1–216.
- HGK (1980b). *Oberrheingebiet – Raum Lahr.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 63 S., 6 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- HGK (1988). *Raum Karlsruhe-Speyer. Analyse des Ist-Zustands; Aufbau eines mathematischen Grundwassermodells.* – Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg, 111 S., 11 Anlagen, Stuttgart (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg; Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz).
- Plum, H., Ondreka, J. & Armbruster, V. (2008). *Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 20, S. 1–106.
- Schad, A. (1964). *Feingliederung des Miozäns und die Deutung der nacholigozänen Bewegungen im Mittleren Rheingraben. Eine Auswertung erdölgeologischer Arbeiten.* – Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 5, S. 1–56, 22 Beil.
- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.

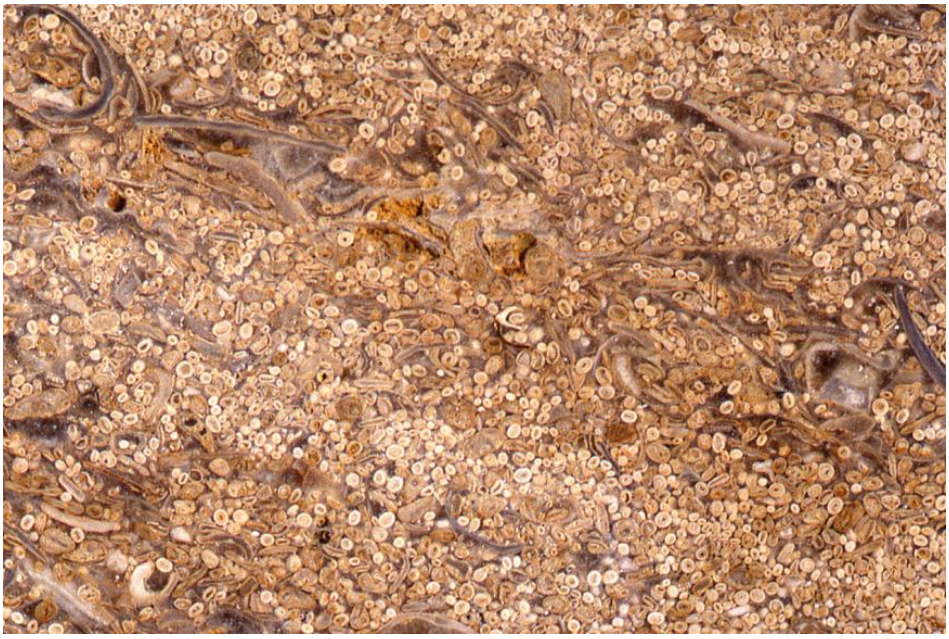

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:04):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/pliozaene-quartaere-kiese-sande-oberrheingraben/hydrogeologischer-ueberblick/iffezheim-formation

# Hauptrogenstein

## Übersicht, Bezeichnung und Verbreitung

Der Hauptrogenstein tritt im südlichen Oberrheingraben zwischen Freiburg und Lörrach sowie im Elsass zu Tage. In größerer Tiefe erstreckt er sich bis in den Schweizer Jura und in westlicher Richtung bis in das Pariser Becken. Diese oolithischen Kalksteine werden dem Mitteljura, auch als Braunjura oder Dogger bezeichnet, zugeordnet. Im Markgräflerland wird er seit römischer Zeit für die Gewinnung von Mauer- und Werksteinen sowie zur Herstellung von Branntkalk abgebaut.



*Nahaufnahme einer angeschliffenen Platte von Hauptrogenstein, Steinbruch Merdingen*

Die Sedimentgesteine des untersten und obersten Mitteljuras sind tonig-mergelig beschaffen und bilden am südlichen Oberrhein Verebnungsflächen, wohingegen der Mittlere Braunjura durch seinen hohen Anteil an Kalkoolithen „den festen Kern der Vorberge“ bildet (Ohmert in: Groschopf et al., 1996, S. 116). Im Markgräfler Hügelland, zwischen dem Südschwarzwald und dem weiten Oberrheintal gelegen, prägen die Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation das Landschaftsbild, weil die Kuppen vieler Vorberge aus diesem, der Erosion mehr Widerstand entgegensetzenden Karbonatgestein bestehen. Bei diesen Vorbergen des Schwarzwalds handelt es sich um tektonische Bruchschollen. Beispiele sind der St. Michaelsberg südlich von Riegel am Kaiserstuhl, der Nimberg und der Tuniberg zwischen Merdingen und Niederrimsingen, der Schönberg südlich von Freiburg mit Steinberg und Ölberg sowie der Biegener und Krozinger Berg.

Die Kalksteine des Hauptrogensteins bestehen aus dicht gepackten, ein bis maximal zwei Millimeter großen, konzentrisch-schaligen Karbonatkörnern, den sog. Ooiden; weil diese Kalkooide die wichtigsten Komponenten und das charakteristische Merkmal sind, werden die aus ihnen bestehenden Gesteine als „Oolithe“ bezeichnet. Form und Größe der Ooide erinnern an Fischrogen, was zur Bezeichnung „Rogenstein“ führte. Der Begriff „Hauptrogenstein“ weist darauf hin, dass es sich um die mächtigsten Kalkoolithe des südwestdeutschen Mitteljuras handelt.

*Aufgelassener Hauptrogensteinbruch südlich von Müllheim mit nach Westen einfallender Schichtung*

Ein großer Teil der Hauptrogenstein-Formation ist durch die Erosion der einst über dem Schwarzwaldkristallin liegenden Sedimentdecken während des Tertiärs abgetragen worden. Aus ihrem Abtragungsschutt sind z. B. die Kalksandsteine vom Typus Pfaffenweiler und die Tertiärkonglomerate entstanden. Die maximale Mächtigkeit der nutzbaren Kalksteinpakete liegt im betrachteten Gebiet zwischen 50 und 60 m. Im Markgräflerland zwischen Staufen und Sulzburg, östlich von Müllheim sowie südlich davon bis nach Schliengen-Liel (Kreis Lörrach) gibt es zahlreiche kuppen- und tafelartige Geländerücken, die aus einigen Zehnermeter mächtigen, nach Nordwesten gekippten Schichtpaketen von Mittlerem und Unterem Hauptrogenstein bestehen. Südlich von Müllheim weisen einzelne tektonische Schollen noch maximale Kalksteinmächtigkeiten von 70–80 m auf.

## Geologisches Alter, Entstehung

Die Sedimentation der Ooidsande, aus denen der Hauptrogenstein entstand, erfolgte im Zeitraum von etwa 168 bis 165,5 Mio. Jahren (DSK, 2002). Der Untere Hauptrogenstein wird dem oberen Teil des Unter-Bajociums, der Mittlere und Obere Hauptrogenstein dem Ober-Bajocium zugeordnet (Groschopf et al., 1996). Die Kalkooide wurden in einem subtropischen Flachmeer auf ausgedehnten Barren bei einer Wasserbedeckung von nur 1–2 m gebildet (vgl. Füchtbauer, 1988; Press & Siever, 2003). Im kalkübersättigten, warmen Wasser wurden um die als Kristallisationskeime wirkenden kleinen Fossilbruchstücke konzentrische Kalkkrusten abgeschieden. Besonders an älteren Steinbruchwänden sind im Hauptrogenstein Schrägschichtungskörper gut zu erkennen; sie führen vor Augen, dass die Ooide unter dem andauernden Einfluss von Wasserströmungen abgelagert wurden (Sandbarren). Anzeichen von bewegtem Wasser sind auch die vielen Schilllagen.

*Leicht angewitterte Bruchfläche von Hauptrogenstein mit Schilllagen*

Das Bildungsmilieu im durch Wellengang und Gezeitenströmungen gekennzeichneten Flachwasser bedingt, dass wenig Ton zur Ablagerung kommt. Oolithische Kalksteine sind infolge dieser Entstehung recht rein (s. Tabelle) und daher auch für die Erzeugung von hochwertigen Kalkprodukten geeignet. Von rohstoffwirtschaftlicher Bedeutung ist besonders der Untere Hauptrogenstein.

Tabelle: Chemische Zusammensetzung des Hauptrogensteins (HR) im Gebiet südlich von Müllheim, ermittelt an Kernen der LGRB-Bohrung Ro8211/B3 im Gebiet Sonnholen, südöstlich von Vögisheim, und an einer Haufwerksprobe aus dem Stbr. Merdingen (RG 7912-2). Lage der Bohrung: O 397795 / N 5293016, Ansatzhöhe + 407 m ü. NHN

| Probenintervall | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | MnO | MgO | CaO | Kalzit | $Na_2O$ | $K_2O$ | $P_2O_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ro8211/B3/ 6,6–16,25 m (Mittlerer HR)** | 2,66 | 0,55 | 0,71 | 0,03 | 0,44 | 53,00 | 95,30 | 0,005 | 0,10 | 0,01 |
| **Ro8211/B3/ 16,25–64,75 m (Unterer HR)** | 1,15 | 0,46 | 0,66 | 0,02 | 0,38 | 53,54 | 97,10 | 0,02 | 0,04 | 0,01 |
| **Stbr. Merdingen (Unterer HR), Mischprobe** | 1,37 | 0,37 | 0,65 | 0,14 | 0,40 | 54,00 | 97,50 | 0,01 | 0,08 | 0,02 |

# Vorkommens- und Gesteinsbeschreibung

*Hauptrogenstein im Steinbruch Bollschweil, südlicher Teil*

Das Verbreitungsgebiet des Hauptrogensteins im südlichen Oberrheingraben ist, wie eingangs erwähnt, von ausgeprägter Bruchschollen-Tektonik gekennzeichnet. Die Schichten sind überwiegend mit 5–30° nach Westen oder Nordwesten verkippt. Aufgrund der intensiven tektonischen Beanspruchung am Grabenrand wird das Verbreitungsgebiet des Hauptrogensteins von zahlreichen Störungen durchzogen, die vor allem NO–SW-, NW–SO- und NNW–SSO-Richtung aufweisen. Die Störungen verlaufen meist in Abständen von einigen Hundert Metern, bisweilen auch in engeren Abständen. Das in den zahlreichen Steinbrüchen gut bestimmbare Kluftmuster zeigt dominant NO–SW- und dazu fast orthogonal orientierte NW–SO-verlaufende Klüfte (Köster, 2009). Beiden Bruchmustern folgend reihen sich im Bereich der Hauptrogensteintafeln Hunderte von lehmerfüllten Dolinen und Karstsenken „perlschnurartig“ aneinander.

Die Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation bestehen ganz überwiegend aus hellbeigen, z. T. grauen und grauweißen, schalendetritusreichen Oolithen. In Bereichen höherer Gesteinsporosität sind sie oft durch eisenhaltige Verwitterungslösungen braun oder gelblich braun verfärbt und dann dem Pierre de Jaumont aus dem Gebiet bei Metz recht ähnlich. Der Oolith von Jaumont, auch Oolithe de Jaumont, meist aber Pierre de Jaumont oder als Pierre de Soleil (Sonnenstein) bezeichnet, ist ein lithologisches Äquivalent des südbadischen Hauptrogensteins. Die derzeit genutzten 10–25 m mächtigen, gebankten Karbonatgesteine werden zeitlich dem Bajocium (Mitteljura) zugeordnet, was dem Hauptrogenstein entspricht. Es handelt sich um einen mittelkörnigen Kalkoolith mit zahlreichen Bioklasten, vor allem Lumachellenschill. Die ockergelbe bis ockerbeige Färbung des „Sonnensteins“ geht auf Eisenoxide zurück; der durchschnittliche Gehalt wird mit 1,5 % $Fe_2O_3$ angegeben. Nach Angaben der Fa. Vaglio S. A. beträgt die Rohdichte 2,36 g/cm$^3$, die Reindichte 2,62 g/cm$^3$, die effektive Porosität 10,9 Vol.-%. Prominente Verwendungsbeispiele sind die Kathedrale von Metz sowie Präfektur, Theater, Justizpalast, Stadtmauern und viele Privathäuser in Metz, das Château de Malbrouck, die Dresdner Bank in Mannheim und die Frankfurter Börse. Nach dem Deutsch-Französischen Krieg 1870/71 gehörten Malancourt und der Steinbruch zum Deutschen Reich. Kaiser Wilhelm I. schätzte dieses Material ganz besonders. Die Ooide sind überwiegend 0,5–1 mm groß, einzelne erreichen Durchmesser von 3 mm. Vorherrschendes Mineral ist Calcit; in sehr geringer Menge sind detritische Körner von Quarz, Feldspat, Kaolinit und Illit enthalten. Die chemische Analyse (s. Tabelle oben) weist den Hauptrogenstein als reines Kalkgestein aus. Besonders der tiefere Teil des Unteren Hauptrogensteins, im Niveau der Unteren Pentacrinus-Bänke, ist teilweise dolomitisiert. Der Gesamtkarbonatgehalt in den genutzten Kalksteinabfolgen bei Merdingen und Bollschweil liegt zwischen 97 und 98 % (LGRB, 2010b), im südlichen Markgräflerland sind die Verhältnisse nahezu identisch: In vorangegangener Tabelle ist die durchschnittliche chemische Zusammensetzung des Mittleren und Unteren Hauptrogensteins im Gebiet südlich von Müllheim zusammengestellt (LGRB-Forschungsbohrung Ro8211/B3).

Die Analysen der Bohrkerne der Erkundungsbohrung Ro8211/B3 zeigen (s. Tabelle oben), dass es sich beim Unteren Hauptrogenstein auch bei Mächtigkeiten von ca. 50 m um einen recht reinen Kalkstein handelt. Im Profilabschnitt 33,6–45,3 m der Bohrung Ro8211/B3 beträgt der $CaCO_3$-Gehalt sogar 99,2 %. Der Tongehalt (angezeigt durch $Al_2O_3$ und $K_2O$) liegt stets unter 1 %. Den Aufbau der Hauptrogenstein-Schichten im Markgräflerland zeigt das Profil der Kernbohrung Ro8211/B3 (LGRB-Archivnr. BO8211/1080) südlich von Müllheim, die vom LGRB zur Erkundung der Kalksteinvorkommen am südlichen Oberrhein durchgeführt worden war:

| | |
|---|---|
| - 6,60 m | Boden, Lösslehm und lehmige Aufwitterungszone des Hauptrogensteins ( Quartär) |
| - 16,25 m | Kalkstein, oolithisch, korallenführend, hellgrau bis braungrau (sog. korallenführender Hauptrogenstein, Mittlerer Hauptrogenstein) |
| - 54,50 m | Kalkstein, oolithisch, schräggeschichtet, hellgrau bis beige, reiner Kalkstein (Schräggeschichteter Oolithkomplex, Unterer Hauptrogenstein) |
| - 64,75 m | Kalkstein, oolithisch, schillführend, graubeige (Obere Pentacrinusbänke, Unterer Hauptrogenstein) |
| - 70,50 m | Kalkstein, oolithisch, grauweiß, schwach tonig (Mergelige Zwischenschichten, Unterer Hauptrogenstein) |
| - 71,48 m | Kalkmergelstein mit zahlreichen Ooid- und Schilllagen (Mergelige Zwischenschichten, Unterer Hauptrogenstein) |
| - 74,00 m | Kalkstein oolithisch, Seelilienbruchstücke (Untere Pentacrinus-Bänke, Unterer Hauptrogenstein) |
| - 78,23 m | (Endteufe der Bohrung): Kalkmergelstein, fossilschuttführend, dunkelgrau (Blagdeni-Schichten, Ostreenkalk-Formation) |

## Technische Eigenschaften, Verwendung

Die Rohdichte des frischen Hauptrogensteins variiert zwischen 2,56 und 2,67 g/cm$^3$, im durch Aufwitterung gebleichten Kalkstein beträgt sie aber nur 2,49 g/cm$^3$. Die Wasseraufnahme unterscheidet sich noch deutlicher: frischer Kalkoolith enthält max. 0,55 M.-% Wasser, gebleichter aber bis 4,3 M.-% (LGRB-Analysen, Stbr. Merdingen und Bollschweil). Durch die Einwirkung saurer Oberflächenwässer wird die Matrix zwischen den Ooiden und Schalenbruchstücken selektiv herausgelöst, wodurch der Kalkoolith poröser wird. Kalzitäderchen und -drusen sind partienweise häufig, was ebenfalls Auswirkungen auf die Gesteinseigenschaften hat. Wechselnde Porositäten und diese Neubildungen aus grobspätigem Calcit führen zur deutlichen Variabilität der gesteinsphysikalischen Prüfwerte.

*Steinbruch Merdingen mit frisch gesprengtem Haufwerk, im Hintergrund das Kalkwerk*

Dahl (2006) führte einaxiale Druck- und Spaltzugversuche am Hauptrogenstein vom Tuniberg durch und entnahm hierfür aus ehemaligen Steinbrüchen und dem in Betrieb befindlichen Stbr. bei Merdingen (RG 7912-2) Bohrkerne. Es zeigte sich, dass die Druckfestigkeit im Kalkoolith insgesamt starken Schwankungen unterworfen ist: die Mittelwerte der Messreihen reichen von 51 bis 133 MPa, Einzelwerte sogar von 34 bis 153 MPa. Anders als bei deutlich geschichteten Sandsteinen treten Maximal- und Minimalwerte der Druckfestigkeit sowohl senkrecht als auch parallel zur Schichtung auf (die Druckfestigkeit kann also z. B. parallel zur Schichtung höher sein als senkrecht dazu). Die Mittelwerte der E-Module lagen zwischen 22 und 49 GPa. Nachmessungen an senkrecht zur Schichtung gewonnenen Bohrkernen aus zwei verschiedenen Kalksteinbänken erbrachten Druckfestigkeiten von 53,8–55,8 MPa und 79,5–89,8 MPa (Bissen & Henk, 2006) und somit ebenfalls signifikante Schwankungen, ohne dass am Gestein makroskopisch erkennbare Unterschiede festzustellen waren. Die Dünnschliffanalyse zeigte, dass es zahlreiche, feine Calcitneubildungen in Form von Drusen, Äderchen und Klufttapeten gibt. Sedimentäre Unterschiede spielen also eine wesentlich geringere Rolle als spätere Überprägungen durch Tektonik, Mineralisation und jungen Lösungstransport.

| Gesteinsphysikalische Daten [1)] | Proben aus dem Hauptrogenstein der Tunibergscholle |
|---|---|
| **Rohdichte** | 2,56–2,67 g/cm$^3$ (frisches Gestein), 2,49 g/cm$^3$ (randlich gebleichter Kalkstein) |
| **Wasseraufnahme** | 0,55 M.-% (frisches Gestein), 4,3 M.-% (gebleichter Kalkstein) |
| **Druckfestigkeit** | 51–133 MPa, Einzelwerte 34 bis 153 MPa (D); 53,8–55,8 und 79,5–89,8 MPa (B, Messungen an zwei Bohrkernen) |
| **E-Modul** | 22–49 GPa (D) |

[1)] nach Dahl (2006) (D) sowie Bissen & Henk (2006) (B)

Je nach petrographischer und struktureller Beschaffenheit (s. o.) können die Rohblöcke entweder als langfristig stabile Werksteine, Mauersteine, Blöcke für den Hang- und Uferverbau, Garten- und Landschaftsbau und/oder nur als Körnungen für den Wegebau sowie für die Branntkalkproduktion genutzt werden. Eine sorgfältige Materialauslese ist von besonderer Bedeutung, wenn Quader aus Hauptrogenstein für Massivbauten oder Renovierungen verwendet werden sollen; mehrjährige Lagerung unter natürlichen Witterungsbedingungen ist vor der Bearbeitung zu empfehlen. Rohblöcke, die vom Steinmetz genutzt werden sollen, dürfen nicht durch brisantes Sprengen gewonnen werden. Die vielen, schon nach wenigen Jahren aufreißenden, ursprünglich aber sehr festen Blöcke für den Hangverbau und im Trockenmauerwerk im Freiburger Umland und im Markgräflerland belegen, dass durch brisantes Sprengen gelöste Oolithblöcke Mikrorisse aufweisen.

**Verwendung**: Die überwiegend feste Bindung, die Mächtigkeit der Kalksteinbänke sowie die gute Bearbeitbarkeit machten den Hauptrogenstein am südlichen Oberrhein auch zu einem viel verwendeten, witterungsstabilen Bau- und Werkstein. Die Klufttektonik erlaubt aber nur selten die Gewinnung größerer Rohblöcke. Im Gebiet des Oberrheingrabens südlich von Freiburg bestehen die meisten der bis zum Anfang des 20. Jh. entstandenen Gebäude und Dorfkirchen oder Brücken aus Hauptrogenstein. Schon zu römischer Zeit war er als Baumaterial für Quadermauerwerk geschätzt. Im Mittelalter sind auch zahlreiche Burgen aus ihm erbaut worden, wie die Schneeburg bei Ebringen (aus Blöcken im Tertiärkonglomerat), die Staufener Burg, die Burg Badenweiler und die Burg Rötteln bei Lörrach zeigen. Moderne Baustoffe haben nach dem Zweiten Weltkrieg den Hauptrogenstein als Mauerstein verdrängt; seither dient er vor allem der Erzeugung von Putzen, Mörteln und anderen Kalkbaustoffen (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2006b). Zur Erhaltung oder Neuanlage von Weinbergs- und Gartenmauern spielt er zusammen mit den Kalksandsteinen des Tertiärs aber weiter eine wichtige Rolle im Markgräferland (Höchtl et al., 2011).

## Wichtige Abbaugebiete

Steinbrüche im Hauptrogenstein sind am südlichen Oberrhein zahlreich. Die größten liegen bei Bollschweil am Südausläufer des Schönbergs (Allental, Ölberg), bei Merdingen am Tuniberg sowie im Markgräflerland südlich und östlich von Müllheim. Historische Steinbrüche, auf die schon römische Baumeister zurückgriffen, befinden sich z. B. am Schlossberg bei Badenweiler.

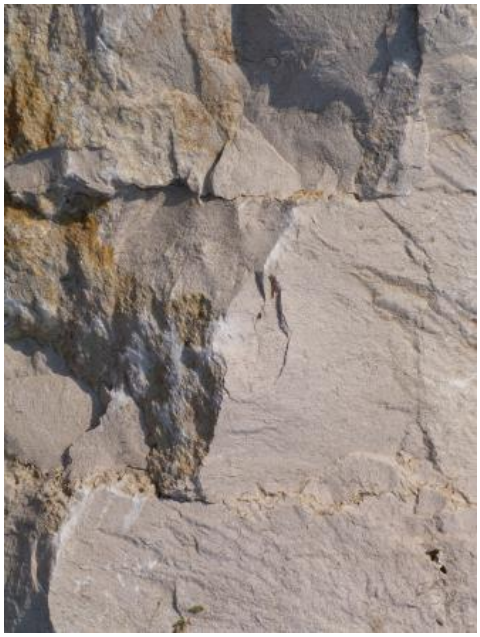
Im Steinbruch **Merdingen** (RG 7912-2) und seiner Umgebung erreichen die oolithischen Kalksteine eine Mächtigkeit von 50 m. Im oberen Bereich der Abfolge sind 6–7 m mächtige, stark kalkhaltige oolithische Kalkmergelsteine eingeschaltet. Die Kalksteine am Tuniberg fallen mit 2–10° nach Osten ein. Hinzu kommen tektonische Störungen, die zur Tuniberg-Westrandverwerfung gehören. Diese Störungen bilden kleine Horst- und Grabenstrukturen. Der schichtförmige Hauptrogensteinkörper bei **Bollschweil** (RG 8012-1) z. B. fällt aufgrund der tektonischen Aufrichtung des Schwarzwälder Grundgebirges mit 20–30° nach Nordwesten ein. Direkt überlagert wird dieser 40–50 m mächtige Hauptrogensteinkörper von den Tertiärkonglomeraten, die als Hauptkomponenten große Gerölle von Hauptrogenstein enthalten.

Die Kalksteinvorkommen im Niveau des Mittleren und Unteren Hauptrogensteins in der Vorbergzone zwischen **Müllheim** und der Ortschaft Feldberg stellen die größte noch verbliebene oberflächennahe Kalksteinreserve in der Region Südlicher Oberrhein dar. In rund einem Dutzend seit Jahrzehnten stillgelegten Steinbrüchen südöstlich von Müllheim bzw. östlich und südöstlich von Vögisheim wurden über Jahrhunderte hinweg Kalksteine vor allem zur Gewinnung von Mauersteinen und Branntkalk abgebaut.

## Gewinnung, Verarbeitung und Bezugsmöglichkeiten

Wichtigster Abnehmer des aus dem Hauptrogenstein erzeugten Kalks ist die Baustoffindustrie. Er dient vor allem zur Herstellung von Wärmedämmstoffen, Spezialputzen, Beton, Porenbeton, Kalksandsteinen und Portlandzementen. Weitere Produkte gehen in die Stahl-, Glas-, Nahrungsmittel- und chemische Industrie sowie in die Wasserreinigung, Rauchgasreinigung und in die Land- und Forstwirtschaft (Düngekalk). Branntkalk wird auch zur Bodenstabilisierung eingesetzt. Straßenbaustoffe, Mauersteine, Blöcke für den Hangverbau und Werksteinblöcke werden nur noch ganz untergeordnet produziert. Obwohl er sich gut bearbeiten lässt, wird er als Werkstein nur gelegentlich für Grenz- und Brunnensteine bzw. für Renovierungsarbeiten eingesetzt.

Das Kalksteinvorkommen bei **Bollschweil-Ellighofen** (RG 8012-1) wurde über Jahrhunderte zur Gewinnung von Baumaterialien und zur Erzeugung von Branntkalk genutzt. Die industrielle Verwendung begann im Jahr 1911, als der alte Steinbruch im Allental von Franz Koch aus Bollschweil erworben wurde. 1920/21 errichtete er dort die ersten Kalköfen; aus diesem Werk entwickelte sich einer der größten Kalkproduzenten in Baden-Württemberg. Steinbruch und Werk der Fa. Koch-Marmorit wurden im Jahr 1982 von der Knauf Gips KG übernommen und als Fa. Knauf Marmorit weiter betrieben. Der dickbankige Kalkstein diente untergeordnet auch zur Gewinnung von Blöcken für Garten- und Weinbergstrockenmauern sowie für Zyklopenmauern zum Hangverbau. Seit Anfang 2011 ist der Abbau vor allem aus Gründen abnehmender Lagerstättenqualität und zunehmender Gewinnungsprobleme eingestellt.



*Block von Hauptrogenstein im bis 2011 in Betrieb befindlichen Steinbruch Bollschweil mit parallel zur Schichtung verlaufenden Drucklösungssuturen*

Regelmäßiger Abbau zur Gewinnung von Kalkrohstoff findet im großen Steinbruch bei **Merdingen** (RG 7912-2) seit 1929 statt. Die Fa. Mathis, später unter dem Namen „Maxit Baustoff- und Kalkwerk Mathis GmbH“ über die Grenzen Baden-Württembergs hinaus bekannt, produzierte vor allem Körnungen für Branntkalke, Putze und Mörtel. Heute wird der im Eigentum der Firma Saint-Gobain Weber befindliche Steinbruch von der Fa. H. G. Hauri (Bötzingen) betrieben. Aufgrund des Abbaus mit hochbrisanten Sprengstoffen fallen derzeit wenig großformatige, für den Werksteinbereich und den GaLa-Bau geeignete Blöcke an. Bei größeren Aufträgen zur Gewinnung von Werksteinmaterial könnte besonders auf der oberen Sohle unter Verwendung von Reißbaggern abgebaut werden.

Südöstlich von **Müllheim** bzw. östlich und südöstlich von Vögisheim wurde in rund 30 Steinbrüchen über Jahrhunderte hinweg der Hauptrogenstein zur Gewinnung von Mauersteinen und Branntkalk abgebaut. Genutzt wurde überwiegend der stratigraphische Abschnitt zwischen der Mumienbank und den Unteren Pentacrinusbänken bis knapp über den mergeligen Blagdenischichten (Köster, 2009), also der Mittlere und Untere Hauptrogenstein. Besonders groß war der Mauerstein- und Kalkmörtelbedarf im ausgehenden 18. und im 19. Jahrhundert, wie man aus dem Alter der meisten aus Hauptrogenstein-Kalkstein errichteten Gebäude in Müllheim und Umgebung ablesen kann. Mit Ausnahme des bis 20 m hohen Stbr. am Rheintalbächle zwischen Vögisheim und Feldberg und im Stbr. am Josberg ostsüdöstlich von Müllheim (heute Schießanlage), in dem besonders in der ersten Hälfte des 20. Jh. Abbau mit Bohren und Sprengen umging, fand die Gewinnung überwiegend händisch mit einfachen Werkzeugen statt. Die Gewinnung wurde i. d. R. dort eingestellt, wo der Kalkstein durch die oberflächennahe Auflockerung entlang von Klüften und Lagerfugen nicht mehr händisch gewinnbar war, anschließend also aufwändigere Bohr- und Sprengarbeiten erforderlich waren.

## Potenzial

Die eingangs beschriebene tektonische Situation am südlichen Oberrhein, d. h. im Gebiet zwischen dem Tuniberg und dem Markgräflerland bei Lörrach, führt dazu, dass der Hauptrogenstein nur in relativ kleinen, kompliziert aufgebauten Körpern zu Tage tritt. Rasch tauchen die Kalksteinschichten nach Westen unter jüngere Gesteine ab. Bei Bollschweil wurde der Abbau vor allem deshalb eingestellt, weil die nach Westen einfallende Hauptrogenstein-Lagerstätte nicht mehr im Tagebau zu gewinnen ist und die zuletzt genutzten, nördlichsten Lagerstättenteile stark verkarstet waren. Das Vorkommen am Westabbruch des Tunibergs, zwischen Merdingen und Niederrimsingen, weist entlang eines schmalen Streifens nutzbare Mächtigkeiten von im Mittel ca. 50 m auf; gegen Osten überdecken mächtige Lössdecken die Lagerstätte. Die größten Vorkommen von Hauptrogenstein mit insgesamt rund 170 ha Fläche und Mächtigkeiten zwischen 20 und 55 m liegen südlich von Müllheim.

Die genannten Lagerstätten im Hauptrogenstein sind zwar im Vergleich zum Muschelkalk und zum Oberjura der Schwäbischen Alb klein, jedoch könnten noch Vorräte für Jahrhunderte erschlossen werden. Diese enthalten auch ausreichend mächtige Bänke mit werksteintauglichem Material, welche jedoch nur nach Gewinnung mit schonenden Abbaumethoden (nichtbrisantes Sprengen, Reißen, Bohren und Keilen) für die Bearbeitung durch den Steinmetz oder als frostbeständiges Material für den GaLa-Bau verwendbar sind.

## Kurzfassung

Die bis über 50 m mächtigen, hellgrauen, fossilschuttreichen Kalksteine des Hauptrogensteins (Braun- bzw. Mitteljura) bestehen aus dicht gepackten, 1–2 mm großen, konzentrisch-schaligen Karbonatkörnern, den sog. Ooiden. Die größten oberflächennahen Vorkommen befinden sich am Schönberg südlich von Freiburg, am Tuniberg und im Markgräflerland südlich von Müllheim. Die feste Bindung der Komponenten und der Matrixminerale sowie die gute Bearbeitbarkeit machen den Hauptrogenstein am südlichen Oberrhein zu einem seit römischer Zeit geschätzten Baustein. Für Steinmetz- und Bildhauerarbeiten wurde er selten verwendet. Er ist an zahlreichen historischen Gebäuden, Dorfkirchen oder Brücken ebenso wie an vielen Burgen zu finden. Vor allem im Markgräflerland wird er seit Jahrhunderten für die Gewinnung von Mauersteinen sowie zur Herstellung von Branntkalk abgebaut. Heute dient er wegen seiner hohen Kalkgehalte primär zur Erzeugung von Putzen, Mörteln und anderen Kalkbaustoffen. Zur Erhaltung von Weinbergs- und Gartenmauern spielt er aber weiter eine Rolle. Als Werkstein- oder Blockmaterial für den Garten- und Landschaftsbau sollte er nur verwendet werden, wenn er mit schonenden Methoden abgebaut wurde.

## Weiterführende Links zum Thema

- Firma Vaglio S. A.
- Fa. Hans G. Hauri Mineralstoffwerk

## Literatur

- Bissen, R. & Henk, A. (2006). *Felsmechanische Untersuchungen am Hauptrogenstein (bjHR) der Vorbergzone des südlichen Oberrheingrabens (Poster).* – Phillip, S., Leiss, B., Vollbrecht, A. & Gudmundsson, A. (Hrsg.): Symposium Tektonik, Struktur- und Kristallingeologie, TSK, 11, S. 1–2, Göttingen. [Kurzfassung]

- Dahl, S. (2006). *Geologische Kartierung in der Vorbergzone des Schwarzwalds (östlich von Bombach) und kluft- und felsmechanische Untersuchungen an Gesteinen der Vorbergzone des Schwarzwaldes.* – Dipl.-Arb. Univ. Freiburg, 199 S., 2 Kt., Freiburg i. Br. [118 Abb., 11 Tab., 5 Anh., unveröff.]
- Deutsche Stratigraphische Kommission (2002). *Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2002* (GeoForschungsZentrum Potsdam; Courier Forschungsinst. Senckenberg, Frankfurt). [Koordination und Gestaltung: Menning, M. & Hendrich, A.]
- Füchtbauer, H. (1988). *Sedimente und Sedimentgesteine.* 4. Aufl., XVI + 1141 S., Stuttgart (Schweizerbart). [660 Abb., 113 Tab.]
- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Höchtl, F., Petit, C., Konold, W., Eidloth, V., Schwab, S. & Bieling, C.(2011). *Erhaltung historischer Terrassenweinberge – Ein Leitfaden.* – Culterra, 58, 190 S., Freiburg i. Br. (Institut für Landespflege).
- Köster, M. H. (2009). *Kartierung, Dokumentation und rohstoffgeologische Betrachtungen zum Braunen Jura und Hauptrogenstein im Markgräflerland.* – Dipl.-Arb. FU Berlin, 174 S., 9 Anl, 3 Kt., Berlin. [152 Abb., unveröff.]
- LGRB (2010b). *Blatt L 7910/L 7912 Breisach am Rhein/Freiburg i. Br.-Nord, mit Erläuterungen.* –Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 258 S., 35 Abb., 10 Tab., 2 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau). [Bearbeiter: Wittenbrink, J. & Werner, W., m. Beitr. v. Selg, M.]
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2006b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006 – Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen.* – LGRB-Informationen, 18, S. 1–202, 1 Kt.
- Press, F. & Siever, R. (2003). *Allgemeine Geologie. Einführung in das System Erde.* 723 S., Heidelberg, Berlin (Springer Spektrum).

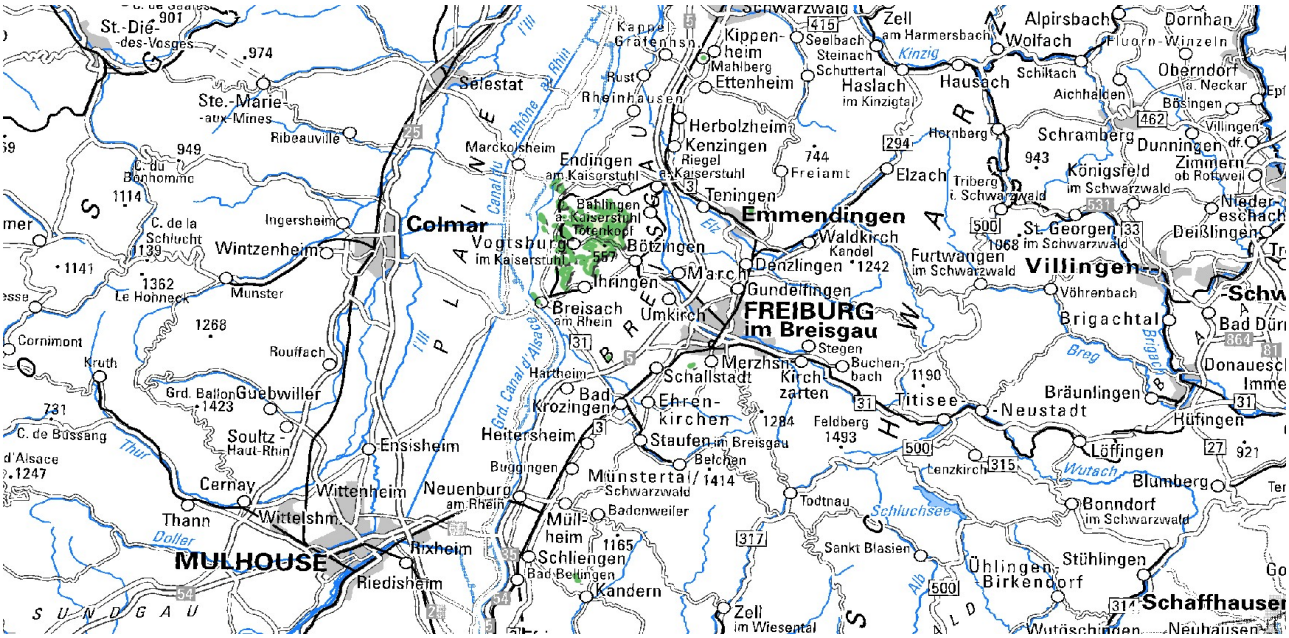

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 23.01.23 - 08:16):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/hauptrogenstein

# Rheingraben- und Jüngere Südschwarzwald-Magmatite

Lithostratigraphische Untergruppe




## Übergeordnete Einheit

### Jüngere Magmatite und Begleitsedimente

Die Untergruppe der Rheingraben- und Jüngeren Südschwarzwald-Magmatite fasst die postjurassischen vulkanischen Gesteine im Oberrheingebiet und Südschwarzwald zusammen. Dazu zählen vulkanische Laven, Intrusiva und Tuffe des Kaiserstuhls und Limbergs, Schlotfüllungen und Gänge ultrabasischer Magmatite in den Randschollen des Oberrheingrabens sowie Vorkommen von ultrabasischen Vulkaniten und Tuffbrekzien im Südschwarzwald.

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

Am Westrand der Freiburger Bucht zwischen Riegel und Breisach liegt das Vulkanmassiv des Kaiserstuhls. Die hier anstehenden Kaiserstuhl-Magmatite bilden das größte Vulkanitvorkommen im Oberrheingraben. Die heutige Geländeform ist der Erosionsrest eines großen, komplex aufgebauten Stratovulkans mit mehreren ehemaligen Ausbruchszentren. Der ursprünglich viel höhere Vulkanberg ist heute von mehreren jungen Flusstälern zerschnitten und randlich teilweise von tertiären und quartären Ablagerungen überdeckt. Die Vulkanite des Massivs nehmen einschließlich der Vorkommen am Limberg und Lützelberg eine Fläche von ca. 92 km$^2$ ein (Wimmenauer, 2003).
Die Jüngeren Rheingraben- und Südschwarzwald-Magmatite bilden kleine Vorkommen von Vulkanitgängen und Tuffschloten. In den Randschollen des südlichen Oberrheingrabens, im Grundgebirge östlich von Freiburg und im Südschwarzwald entlang der Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone sind mehr als ein Dutzend kleine Vorkommen nachgewiesen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Karbonatit aus Vogtsburg-Schelingen*

*Essexit, ein magmatisches Ganggestein im Kaiserstuhl*

## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

*Phonolith aus Bötzingen*

Die Vulkanite des Kaiserstuhls sind in der Formation der Kaiserstuhl-Magmatite zusammengefasst. Das Vulkanitmassiv wird überwiegend von Tuffen, pyroklastischen Brekzien und Lapillituffen, Laven und Ganggesteinen aufgebaut, unter denen nach ihrer Zusammensetzung Tephrite, Basanite, Phonolithe und Nephelinite sowie Essexite und Theralite unterschieden werden können. Vulkanische Tuffe und Tuffbrekzien sind die Polygenen Pyroklastite des östlichen Kaiserstuhls. Laven aus Limburgit und Basanit treten im westlichen Teil des Vulkanitmassivs auf, ebenso Olivinnephelinit-Laven und Pyroklastite. Weit verbreitet sind Tephrit-Laven und Pyroklastite. Subvulkanische Gesteine im Zentralbereich des Kaiserstuhls sind überwiegend Essexite und Theralite, die meist in Stöcken und Gängen auftreten. Dazu gesellen sich dort auch trachytische und phonolitische subvulkanische Gesteine. Zum Teil treten subvulkanische Brekzien auf. Eine Besonderheit stellen Vorkommen von Karbonatit dar, einem Vulkanit mit hohem Anteil an Calcit und Kalksilikatmineralen, der aus einer Schmelze erstarrt ist. Am Kontakt mit den umgebenden Tertiärsedimenten kam es örtlich zur kontaktmetamorphen Bildung von Hornfels („Bandjaspis“), auf der Karte dargestellt als Kontaktmetamorphes Tertiär. Vereinzelt sind tuffitische oder konglomeratische Umlagerungssedimente zwischen den Vulkaniten eingeschlossen, in denen auch tertiäre Fossilien gefunden wurden.

Die Rheingrabenrand-Magmatite und Südschwarzwald-Magmatite sind Schlot- und Gangfüllungen. Tuffschlote der Rheingrabenrand-Magmatite bestehen teils aus Tuffen oder Brekzientuffen, örtlich auch aus Brekzien mit sehr geringen Tuffanteilen. Die magmatischen Ganggesteine sind schwarzgraue, dichte oder schwach porphyrische Vulkanite (melilithführende Olivin-Nephelinite, vgl. Wimmenauer et al. 2010).

*Aufschluss eines zu den Rheingrabenrand- Magmatiten gehörenden Tuffschlotes bei Ebringen*

## Mächtigkeit

Das Vulkanitmassiv des Kaiserstuhl nimmt eine Fläche von ca. 92 km$^2$ ein. Die Kaiserstuhl-Magmatite bedecken dabei ein etwa rautenförmiges Gebiet mit einer Ausdehnung von ca. 16 km in SW–NE-Richtung und quer dazu von ca. 13 km (Wimmenauer, 2003).

Die meist rundlichen Tuffschlote der Rheingrabenrand-Magmatite können Durchmesser zwischen wenigen Zehnermeter bis zu 700 m aufweisen, wie z. B. der Schlot am Schönbergsattel südwestlich von Freiburg.

## Alterseinstufung

Die Kaiserstuhl-Magmatite sind alle innerhalb einer über mehrere Millionen Jahre andauernden Phasevulkanischer Aktivität im frühen bis mittleren Miozän entstanden. Radiometrische Altersbestimmungen an verschiedenen Tuffen, Eruptivgesteinen und Ignimbriten der Kaiserstuhl-Magmatite zeigen Entstehungsalter zwischen 15 und 19 Mio. Jahren (Wimmenauer, 2003). Damals entstand ein komplex aufgebauter Stratovulkan, dessen Eruptionen über mehrere Millionen Jahre hinweg an verschiedenen Ausbruchszentren lokalisiert waren (Geyer et al., 2011).

Radiometrische Datierungen an Rheingrabenrand-Magmatiten und Südschwarzwald-Magmatiten ergeben ein Altersspektrum zwischen Oberer Unterkreide und Miozän (Baranyi et al., 1976, Horn et al., 1972, Lippolt et al., 1974). Dabei konzentrieren sich die Bildungsalter der Gesteine auf drei tektonisch-magmatische Epochen (Geyer et al., 2011). Die ältesten vulkanischen Gänge sind im Aptium (vor ca. 117 Mio. Jahren) entstanden, die meisten Gesteine dieser Altersgruppe in der Oberkreide bis ins Alttertiär (Coniacium bis Seelandium, 88 Mio. Jahre bis 60 Mio. Jahre), sind also älter als der Oberrheingraben. Eine jüngere Gruppe bildete sich im Eozän bis Oligozän (Lutetium bis Rupelium, 44 Mio. Jahre bis 31 Mio. Jahre) während der tektonischen Hauptphase des Oberrheingrabens. Die Vulkanite der jüngsten Phase entstanden im unteren Miozän (Burdigalium, zwischen 18 und 16 Mio. Jahren), etwa zur Zeit des Kaiserstuhl-Vulkanismus.

## Sonstiges

Nach Ende des Vulkanismus im Miozän folgte im Kaiserstuhl eine mehrere Millionen Jahre andauernde Erosionsphase; im Pleistozän überdeckten bis 30 m (örtlich bis 60 m) mächtige Löss- und Schwemmlössablagerungen Teile der Vulkanruine (Geyer et al., 2011).

## Literatur


- Baranyi, I., Lippolt, H. J. & Todt, W. (1976). *Kalium-Argon-Altersbestimmungen an tertiären Vulkaniten des Oberrheingrabens, II: Die Alterstraverse vom Hegau nach Lothringen.* – Oberrheinische Geologische Abhandlungen, 25, S. 41–62.
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Horn, P., Lippolt, H. J. & Todt, W. (1972). *Kalium-Argon-Altersbestimmungen an tertiären Vulkaniten des Oberrheingrabens, I: Gesamtgesteinsalter.* – Eclogae Geologicae Helvetiae, 65, S. 131–156.
- Lippolt, H. J., Todt, W. & Horn, P. (1974). *Apparent Potassium-Argon Ages of Lower Tertiary Rhine Graben Volcanics.* – Illies, J. H. & Fuchs, K. (Hrsg.). Approaches to Taphogenesis, S. 213–221 (IUCG Report 8).
- Wimmenauer, W. (2003). *Erläuterungen zum Blatt Kaiserstuhl.* – 5. völlig neu bearbeitete Aufl., Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, IX + 280 S., 8 Taf., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [26 Abb., 14 Tab.]
- Wimmenauer, W., Franz, M., Martin, M. & Wiebe, V. (2010). *Vulkanische Gesteine im Untergrund der Freiburger Altstadt.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 100, S. 147–158.


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 15.12.23 - 09:12):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/tertiaer/juengere-magmatite-begleitsedimente/rheingraben-juengere-suedschwarzwald-magmatite

# Jura

Lithostratigraphische Hauptgruppe

## Übergeordnete Einheit

Mesozoikum

Der Jura bildet das mittlere erdgeschichtliche System des Erdmittelalters. Wegen des Fehlens der Kreide in Baden-Württemberg ist der Jura die oberste lithostratigraphische Hauptgruppe des mesozoischen Deckgebirges.

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

Sedimentgesteine des Juras bilden in Baden-Württemberg die Schichtstufe der Schwäbischen Alb und streichen in einem 30–60 km breiten Streifen von deren Hochfläche bis in das Albvorland zu Tage aus. Nach Süden setzt sich der Jura der Alb südlich der Donau im Randengebiet fort. Kleinere Ausstrichgebiete liegen im westlichen Kraichgau (Langenbrückener Senke) und in den Randschollen des Oberrheingrabens.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Oberjura-Schichtstufe (Albtrauf) bei Hechingen – Blick vom Raichberg nach Norden; Foto: N. Wannenmacher*

## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Die durchgehend marinen Ablagerungen bestehen im unteren und mittleren Jura überwiegend aus Tonsteinen, Tonmergelsteinen und Mergelsteinen mit eingelagerten Kalksteinbänken. Sandsteine sind im tieferen Unterjura auf die östliche Hälfte des Landes beschränkt und treten erst im unteren und mittleren Mitteljura landesweit in Erscheinung. In unterschiedlichen Niveaus des Mitteljuras treten eisenoolithische Kalk- und Mergelsteinbänke auf, wobei im Osten und Südwesten des Landesgebiets auch Eisenoolithe vorkommen, die im 20. Jahrhundert zeitweise in Abbau standen. Der Oberjura besteht überwiegend aus Bankkalksteinen mit oder ohne Mergelstein-Zwischenlagen, Mergelsteinen und wenig bis nicht geschichteten Massenkalken. Durch den häufigen seitlichen Wechsel mächtigerer Massenkalke und weniger mächtiger Bankkalk-Fazies entstehen besonders im mittleren und oberen Oberjura starke kleinräumige Mächtigkeitsunterschiede.

*Wasserfallschichten der Opalinuston-Formation (Zillhausen-Subformation) in Balingen-Zillhausen*

## Mächtigkeit

Die größte Mächtigkeit erreicht der Jura im Gebiet der Mittleren Alb mit etwa 900 m. Von hier nimmt sowohl die primäre Mächtigkeit der Schichtglieder nach Südwesten und Osten auf 700 bis 750 m ab, wobei die jüngsten Schichten in den Gebieten der Ostalb und Südwestalb nördlich der Donau vielfach nicht mehr erhalten sind. Im Gebiet des Oberrheingrabens und Kraichgaus sind die Schichtglieder des Unteren und Mittleren Juras teils geringer mächtig, teils mächtiger. Reste von Oberjura sind hier nur in einem kleinen Gebiet südlich von Freiburg erhalten.

## Alterseinstufung

Der Jura umfasst die internationalen Stufen vom Hettangium bis zum Tithonium (201,5–145 Mio. Jahre vor heute), wobei in Baden-Württemberg nur das unterste Tithonium erhalten ist. An der Untergrenze zur Trias besteht im Landesgebiet eine Schichtlücke von 2–3 Mio. Jahre, wohingegen die Schichtlücke zum Tertiär rund 100 Mio. Jahre umfasst.

*Ammoniten (Arietenkalk-Formation, Unterjura) im Felsbett der Starzel in Ofterdingen*

## Sonstiges

*Wedelsandstein mit Wühlspuren (Wedelsandstein-Formation, Mitteljura); Reutlingen*

Der Schwäbische Jura ist besonders für seinen Reichtum an Fossilien berühmt, aus denen die Ammoniten wegen ihrer Formenvielfalt und Häufigkeit herausragen. Diese wurden seit Mitte des 19. Jahrhunderts für die Gliederung der Schichtenfolge herangezogen, weshalb auch einige Formationen noch heute nach besonders auffälligen Vertretern benannt sind.

Jurafossilien haben bereits in der Steinzeit die Aufmerksamkeit der Menschen erregt, wie der aus Ammoniten gefertigte, 23 000 Jahre alte Schmuck an der Kleidung eines Eiszeitjägers zeigt, dessen Grab in einer Höhle der östlichen Schwäbischen Alb gefunden wurde.

Cookie-Einstellungen

---

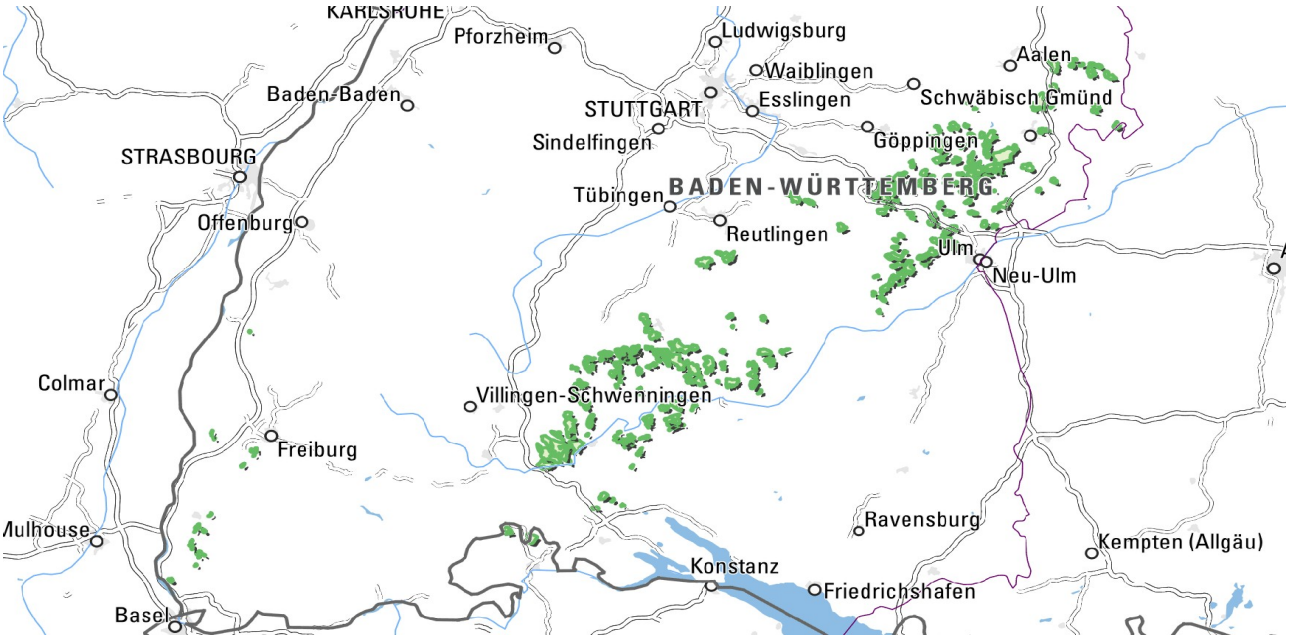
**Quell-URL (zuletzt geändert am 08.08.23 - 09:21):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/jura

# Kalksteine im Oberjura und Mitteljura

**Verbreitungsgebiet**: Schwäbische Alb von Blumberg über Geisingen, Tuttlingen, Stetten am kalten Markt, Winterlingen, Veringenstadt, Münsingen, Blaubeuren, Heidenheim, Neresheim bis zum Nördlinger Ries, kleine Vorkommen am südlichen Oberrhein

**Erdgeschichtliche Einordnung**: Oberjura (Weißer Jura, früher auch Malm)

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

*Detailaufnahme eines Massenkalksteins*

Das größte geschlossene Verbreitungsgebiet von Karbonatgesteinen in Süddeutschland, vor allem von **Massen- und Bankkalksteinen**, stellt die Schwäbisch-Fränkische Alb dar. In Baden-Württemberg ist die Schwäbische Alb mit Erhebungen von 700–1000 m NN der morphologisch markanteste Teil des südwestdeutschen Schichtstufenlands. Im Gegensatz dazu treten die Kalksteine aus dem Oberjura aufgrund der geologischen Situation am Oberrheingraben als relativ kleine tektonische Schollen zu Tage. Hier sind vor allem die Gesteine der Korallenkalk-Formation (früher auch als Rauracien-Kalk bezeichnet) von wirtschaftlichem Interesse.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Typisches Beispiel für einen Steinbruch im Oberjura*

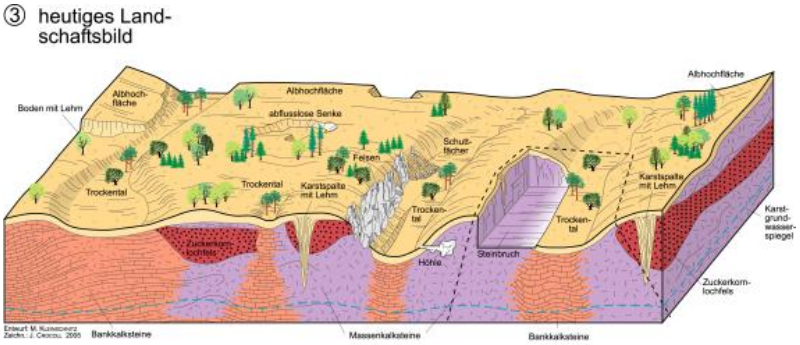
Die Karbonatgesteine der Schwäbischen Alb und am südlichen Oberrhein weisen ein großes Potenzial für Rohstoffe für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag, lokal als hochreine Kalksteine sowie als Zementrohstoffe auf. Die **Oberjura-Kalksteine** bilden einen geschichteten bis undeutlich geschichteten, flächigen Lagerstättenkörper.

*Karbonatgestein, das durch Umwandlung aus Dolomitstein hervorgegangen ist*

Die Form und Ausdehnung der Lagerstätten ist in den Massen- und Bankkalksteinen von verschiedenen Faktoren abhängig. Eine sekundäre Umwandlung der Massenkalksteine führt z. B. zur Bildung von Dolomitsteinen, welche nur eingeschränkt nutzbar sind. Durch eine nachfolgende **Recalcitisierung bzw. Dedolomitisierung** der Dolomitsteine entstehen körnige, löchrige Kalksteine, sog. Zuckerkornlochfels. Dieser Gesteinstyp tritt in weiten Teilen der Schwäbischen Alb auf und ist wirtschaftlich nicht verwertbar. Damit verbunden ist die **Verkarstung und Verlehmung** der Kalksteine. Verkarstungserscheinungen und Verlehmung können auch in nicht sekundär umgewandelten Kalksteinen auftreten. In den Bankkalksteinen ist die Verkarstung aufgrund der mergeligen bis tonigen Zwischenlagen nicht so deutlich ausgebildet wie in den Massenkalksteinen.

## Gestein

Bei den Oberjura-Kalksteinen handelt es sich um Ablagerungen einer Karbonatplattform, die Teil eines von Rumänien über Polen, Süddeutschland, Portugal bis Florida reichenden Gürtels darstellt. Im Gebiet der heutigen Schwäbischen Alb fiel die Karbonatplattform am Rand der Tethys rampenartig flach nach Südosten ein. In diesem Epikontinentalmeer („auf dem Kontinent befindliches Meer“) wurden im Zeitraum vor 152–135 Mio. Jahren die Sedimente in Tiefen zwischen 50 und 150 m abgelagert. Der Sedimentationsraum der heutigen Schwäbischen Alb ist gegliedert in Becken und „Riffe“, was zur Ausbildung einer **Bankkalkfazies** und **Massenkalkfazies** führte.

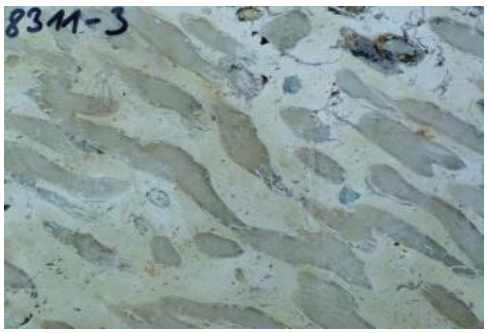



**Die Kalksteine der Schwäbischen Alb – von der Entstehung bis zur Nutzung**

*Schematisches geologisches Blockbild der Albhochfläche mit den zwei wichtigsten, ineinander verzahnten Fazies des Oberjuras: Bankkalksteine und Massenkalksteine. Die meisten Steinbrüche sind in den Massenkalksteinen zu finden, weil hier hochwertige Straßenbaustoffe gewonnen werden können.*

*Bankkalksteine der Hangende-Bankkalke-Formation*

Da in der Massenkalkfazies keine echten Gerüstbildner wie z. B. **Korallen** auftreten – mit Ausnahme der Mergelstetten-Formation im Raum Nattheim–Gerstetten – handelt es sich nicht wirklich um „Riffe", sondern um „mud mounds" oder allgemein um **Bioherme**.
Üblicherweise wird der Massenkalk als Schwamm-Mikroben-Biohermfazies angesprochen (z. B. Geyer et al., 2011; Gwinner, 1976). Die Massenkalksteine bilden einen undeutlich geschichteten bis massigen, weißen bis gelbbraunen Gesteinskörper. Lateral und vertikal verzahnen sich die Massenkalksteine mit deutlich geschichteten, meist schwach tonigen, weißlichen bis grauen Kalksteinen der Bankkalk- oder Biostromfazies, welche in den Becken („Schüsseln") um die „mud mounds" abgelagert wurden. Zwischen den Kalksteinbänken der Bankkalkfazies treten tonige bis mergelige Einschaltungen auf. In der Obere-Felsenkalke-Formation und in der zeitgleichen Massenkalkfazies kommen auch **oolithische Kalksteine** (Oolithe) vor, welche in bewegtem, flachem Wasser entstanden sind.



*Korallenkalk*

Zusammenschwemmungen von kalkigem Fossilschutt werden auch als Trümmerkalksteine bezeichnet. Sie sind insbesondere auf der östlichen Schwäbischen Alb zu finden. Im Gegensatz zur Schwäbischen Alb herrschten im Bereich des heutigen Oberrheins Flachwasserbedingungen, in denen Korallen vorherrschten. Hieraus bildeten sich massige Korallen- und Riffschuttkalke sowie die sog. Splitterkalke der keltischen oder rauracischen Fazies.
Nach der Ablagerung waren die Kalksteine der Schwäbischen Alb einer Reihe von **tektonischen und stofflichen Veränderungen** unterworfen (z. B. Geyer et al., 2011, Giese & Werner, 1997, Villinger, 2006a).

*Schwamm-Mikroben-Kalkstein, Unterer Massenkalk, Steinbruch Teufel, Straßberg*

## Petrographie

Die chemische Zusammensetzung der einzelnen stratigraphischen Einheiten im Oberjura der Mittleren Schwäbischen Alb wurde im Zuge der Erkundungsarbeiten zur Erstellung der Lagerstättenpotentialkarte für die Region Neckar-Alb anhand von 407 großen Durchschnittsproben ermittelt (Werner et al., 1995b). Danach haben die z. T. gebankten und z. T. massigen Karbonatgesteine im Raum Trochtelfingen–Mehrstetten–Albstadt–Winterlingen im Niveau der **Unteren-Felsenkalke-Formation** (joFU) einen $CaCO_3$-Gehalt von durchschnittlich **91,6 %** (min. 84,7 %, max. 96,4 %), in der **Oberen-Felsenkalke-Formation** (joFO) einen $CaCO_3$-Gehalt von durchschnittlich **95,2 %** (min. 81 %, max. 99,7 %) und in der **Liegende-Bankkalke-Formation** (joLB) von durchschnittlich **97,2 %** (min. 94,6 %, max. 99,5 %). Die im Raum Lennigen–Urach untersuchten Gesteine der **Hangende-Bankkalke-Formation** (joHB) weisen durchschnittlich einen $CaCO_3$-Gehalt von **94,0 %** auf.

## Mächtigkeiten

*Massige Kalksteine des Oberjuras*

**Geologische Mächtigkeit**: Der Oberjura der Schwäbischen Alb – auch als Weißer Jura (früher auch Malm) bezeichnet – wird heute von einer etwa **500–600 m** mächtigen Wechselfolge von Kalksteinen in massiger oder gebankter Ausbildung mit unterschiedlichem Dolomit- bzw. Dedolomitgehalt sowie tonigen Kalksteinen und Kalkmergelsteinen aufgebaut.

*Abbau von Bankkalkstein aus dem Oberjura*

**Genutzte Mächtigkeit**: Die nutzbare Mächtigkeit der Oberjura-Kalksteine ist abhängig von der Gesteinsqualität (Dolomitisierung/Dedolomitisierung), Verkarstung sowie der Überdeckung und variiert zwischen **10–140 m**.

## Gewinnung und Verwendung

*Abbau von Kalksteinen im Oberen Massenkalk*

**Gewinnung**: Die Kalksteine aus dem Oberjura sind – gemeinsam mit den Kalksteinen aus dem Oberen und Unteren Muschelkalk – neben den sandigen Kiesen die mengenmäßig wichtigste Gruppe der Steine und Erden-Rohstoffe. Der Anteil der Kalksteine aus dem Oberjura liegt dabei bei rund 30 %.

Die Kalk- und Dolomitsteine werden entweder durch Bohren und Sprengen oder – in der Nähe von Wohnbebauung – durch Reißen mit schweren Baggerfahrzeugen gelöst. In der Regel findet auch die Weiterverarbeitung der gelösten Karbonatgesteine unmittelbar neben dem Gewinnungsort statt.

*Gebrochene Kalksteine aus dem Oberjura*

**Verwendung**: Die Kalksteine des Oberjuras sind eine bedeutende Ressource für die Rohstoffgewinnung in Baden-Württemberg. Abgebaut werden geschichtete Kalksteine (Bankkalke), massig entwickelte Schwammriffkalksteine (Massenkalke) und untergeordnet auch oolithische Kalksteine, wie der Brenztal-Trümmerkalk bei Ulm. Die Karbonatgesteine des Oberjuras können verschiedenen Nutzungen zugeführt werden:

**1. Natursteine für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag**

*Aufbereitung in einem Kalksteinbruch auf der Schwäbischen Alb*

Insbesondere beim Straßenbau werden die Kalksteine des Oberjuras in großem Umfang als Brechsand, Splitt, Schotter und grobstückige Schroppen eingesetzt. Kornabgestufte Gemische – die besonders gut verdichtbar sind – dienen bei stark setzungsfähigem Untergrund als Bodenaustauschmaterial. Große Blöcke werden zur Uferbefestigung eingesetzt. Bei diesen Verwendungsmöglichkeiten müssen die Kalksteine frostsicher sein. Dies ist z. B. bei Kalksteinen der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation (joW) selten gegeben, weshalb sie hauptsächlich für den nicht qualifizierten Wegebau eingesetzt werden. Günstig sind hingegen die Materialeigenschaften der Massenkalksteine; sie eignen sich zur Herstellung einer großen Zahl güteüberwachter Produkte für den Straßen- und Betonbau.

**2. Zementrohstoffe**

*Kalk- und Kalkmergelsteine der Mergelstetten- und der Hangende-Bankkalke-Formation*

Auf der mittleren und östlichen Schwäbischen Alb stellen tonige Kalk- und Kalkmergelsteine der Zementmergel-Formation bzw. Mergelstetten-Formation des Oberjuras die Grundlage der Zementindustrie dar, da ihre Zusammensetzung von Natur aus etwa der des, 1843 in England entwickelten, künstlichen Portlandzements entspricht. Nicht zufällig steht daher im Raum Ulm die „Wiege der deutschen Zementindustrie“. Ab 1864 wurde in Allmendingen erstmals in Deutschland Portlandzement produziert. Derzeit werden in neun großen Steinbrüchen rd. 7 Mio. t Zementrohstoffe abgebaut.

**3. Hochreine Kalksteine**

*Hochreine Kalkgesteine mit CaCO3-Gehalten von mehr als 98,5 %*

Die besten und reinsten Kalkvorkommen befinden sich in der Oberjura-Massenkalk-Formation der Schwäbischen Alb. Oberjura-Kalksteine mit einem Kalkgehalt von über 99 % werden derzeit vorwiegend in der chemischen Industrie, Papier-, Pharma-, Bau- und Nahrungsmittelindustrie sowie zur Glasherstellung und Trinkwasserbehandlung verwendet. Kalksteine mit geringeren Karbonatgehalten (80 bis ca. 97 % $CaCO_3$) dienen vor allem der Erzeugung von Kalk- und Zementputzen.

**4. Naturwerksteine**

Kalksteine des Oberjura wurden und werden aus verschiedenen Horizonten auch zur Werksteingewinnung abgebaut:

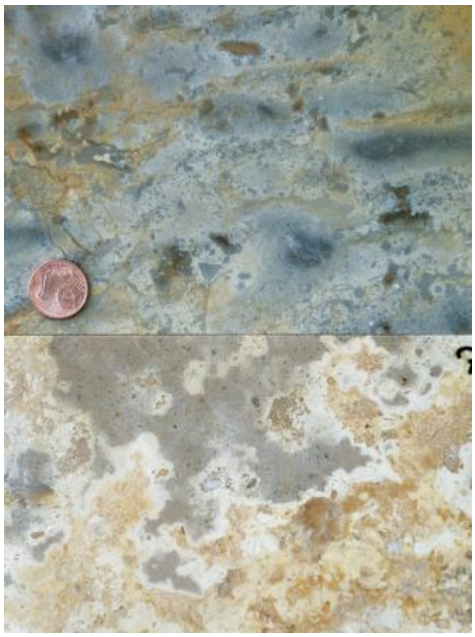
- Plattenkalke, z. B. von Kolbingen, Renquishausen und Nusplingen
- Steinweiler Platten
- Tuttlinger Marmor (Tuttlinger Jurakalkstein)
- Falkensteinmarmor
- Uracher Kalkstein
- Schopflocher Elfenbeinmarmor
- Korallenkalkstein von Arnegg (Marmor von Arnegg)
- Brenztal Trümmerkalk

Ausführliche Informationen sind über das Buch „Naturwerksteine in Baden-Württemberg“ erhältlich (Werner et al., 2013).

*Bodenvase aus Elfenbeinmarmor*

**5. Dolomitsande, Dolomitsteine**

Im Oberjura der Schwäbischen Alb treten Dolomitsteine auf, die in Oberflächennähe oftmals zu Sand zerfallen sind. Viele alte Sandgruben auf der Schwäbischen Alb gehen auf diese dolomitischen Karbonatsande oder Dolomitsande zurück. Auf der Ostalb im Raum Bopfingen treten verhältnismäßig reine, graubraune Dolomitsteine auf, die bis 2014 für den Verkehrswegebau und untergeordnet zur Düngung genutzt wurden. Möglichst reine Dolomitsteine, also solche mit einem hohen Gehalt des Minerals Dolomit ($CaMg[CO_3]_2$), werden in der Glasindustrie (Flach- und Hohlgläser), der chemischen Industrie sowie der Eisen- und Stahlindustrie verwendet. Das Potenzial zur Gewinnung reiner Dolomitsande bzw. -steine für diese höherwertigen Einsatzbereiche ist in Südwestdeutschland bisher noch nicht geprüft worden.



*Dolomitisierte Massenkalke*

## Lagerstättenpotenzial

Die Kriterien für Natursteine der Untergruppe Kalksteine wurden bereits im Rahmen der für die Region Bodensee-Oberschwaben erstellten Lagerstättenpotenzialkarten für die Oberjura-Kalksteine definiert (Werner, 2000b), wobei die umfangreichen LGRB-Erkundungsarbeiten auf der Mittleren Schwäbischen Alb in den Jahren 1993 bis 1995 (Giese & Werner, 1997; Werner, 2000d) hierbei berücksichtigt wurden.

**Geringes LP:**

1. Ausreichende Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, keine oder geringe Mergelanteile, Zerklüftung kann aber deutlich erhöht sein
2. Zuckerkörnige Umwandlung und Verkarstung sind örtlich deutlich ausgeprägt oder müssen aufgrund der geologischen Verhältnisse aus der Nachbarschaft als möglicherweise lokal intensiv prognostiziert werden
3. Nutzbare Mächtigkeiten im Mittel 50–60 m, teilweise deutlich darüber und darunter
4. Geringe bis mittlere flächenhafte Erstreckung von 20–50 ha, bei geringerer Mächtigkeit auch deutlich darüber, bei großer Mächtigkeit auch darunter
5. Keine großen tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet, aber randlich zum Vorkommen möglich; Hinweise auf Zonen mit intensiver Zerklüftung sind vorhanden
6. Das Vorkommen ist verkehrs- und abbautechnisch gut erreichbar und überwiegend im Hangabbau gewinnbar, jedoch ist z. T. auch ein kombinierter Hang-/Kesselabbau notwendig, um die wirtschaftlich notwendige Abbaumächtigkeit zu erreichen
7. Unmittelbare Konflikte mit Siedlungsflächen sind nicht zu erwarten

**Mittleres LP**:

1. Vorwiegend hohe Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, keine oder geringe Mergelanteile, meist geringe Zerklüftung, lokal aber deutlich erhöht
2. Örtlich geringfügige Umwandlung (Zuckerkornlochfels oder Dolomitstein) oder kleinere Vorkommen von Dedolomit, die beim Abbau aber i. d. R. ausgehalten werden können; die Verkarstung kann örtlich intensiv sein
3. Hohe bis mittlere nutzbare Mächtigkeiten, im Mittel um 60 m und darüber
4. Zumeist große flächenhafte Ausdehnung über 50 ha
5. Keine bedeutenden tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet
6. Das Vorkommen ist verkehrs- und abbautechnisch gut erreichbar und überwiegend im Hangabbau gewinnbar, jedoch ist z. T. auch ein kombinierter Hang-/Kesselabbau notwendig, um die wirtschaftlich notwendige Abbaumächtigkeit zu erreichen
7. Unmittelbare Konflikte mit Siedlungsflächen oder Hauptverkehrswegen sind nicht zu erwarten, die flächenhafte Ausdehnung des Vorkommens ist ausreichend groß, um den erforderlichen Abstand zu Wohngebieten ohne Einschränkung der Rohstoffgewinnung einhalten zu können

**Hohes LP**:

1. Hohe Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, keine oder sehr geringe Mergelanteile und geringe Zerklüftung
2. Keine oder nur sehr geringfügige Umwandlung in Dedolomit/Zuckerkornlochfels oder Dolomitstein und geringe Verkarstung
3. Hohe nutzbare Mächtigkeiten, im Mittel über 80 m
4. Große flächenhafte Erstreckung von 100 ha und mehr
5. Keine tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet
6. Das Vorkommen ist verkehrs- und abbautechnisch gut erreichbar und überwiegend im Hangabbau gewinnbar
7. Unmittelbare Konflikte mit Siedlungsflächen oder Hauptverkehrswegen sind nicht zu erwarten, die flächenhafte Ausdehnung des Vorkommens ist ausreichend groß, um den erforderlichen Abstand zu Wohngebieten ohne Einschränkung der Rohstoffgewinnung einhalten zu können.

## Literatur

- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S.,

Stuttgart (Schweizerbart).
- Giese, S. & Werner, W. (1997). *Zum strukturellen und lithologischen Bau des Oberjuras der Mittleren Schwäbischen Alb.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, 37, S. 49–76.
- Gwinner, M. P. (1976). *Origin of the Upper Jurassic Limestones of the Swabian Alb (Southwest Germany).* – Contributions to Sedimentology, 5, S. 1–75.
- Villinger, E. (2006a). *Die Schwäbische Alb – eine geologische Bilderbuchlandschaft.* – Rosendahl, W., Junker, B., Megerle, A. & Vogt, J. (Hrsg.). Schwäbische Alb, S. 8–23, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 18).
- Werner, W. (2000b). *Lagerstättenpotenzialkarte der oberflächennahen Rohstoffvorkommen in der Region Bodensee-Oberschwaben.* 70 S., 1 Karte, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [unveröff.]
- Werner, W. (2000d). *Regional-planning-related exploration for non-metallic minerals – a case history from southwestern Germany.* – Zeitschrift für Angewandte Geologie, 46, S. 3–14. [11 Abb.]
- Werner, W., Giese, S. & Bock, H. (1995b). *Lagerstättenpotentialkarte für die Region Neckar-Alb. Rohstoffgeologische Untersuchung der Kalksteinvorkommen des Weißen Juras.* 161 S., 5 Anl., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). [unveröff.]
- Werner, W., Wittenbrink, J., Bock, H. & Kimmig, B. (2013). *Naturwerksteine aus Baden-Württemberg – Vorkommen, Beschaffenheit und Nutzung.* 765 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).

Cookie-Einstellungen

---

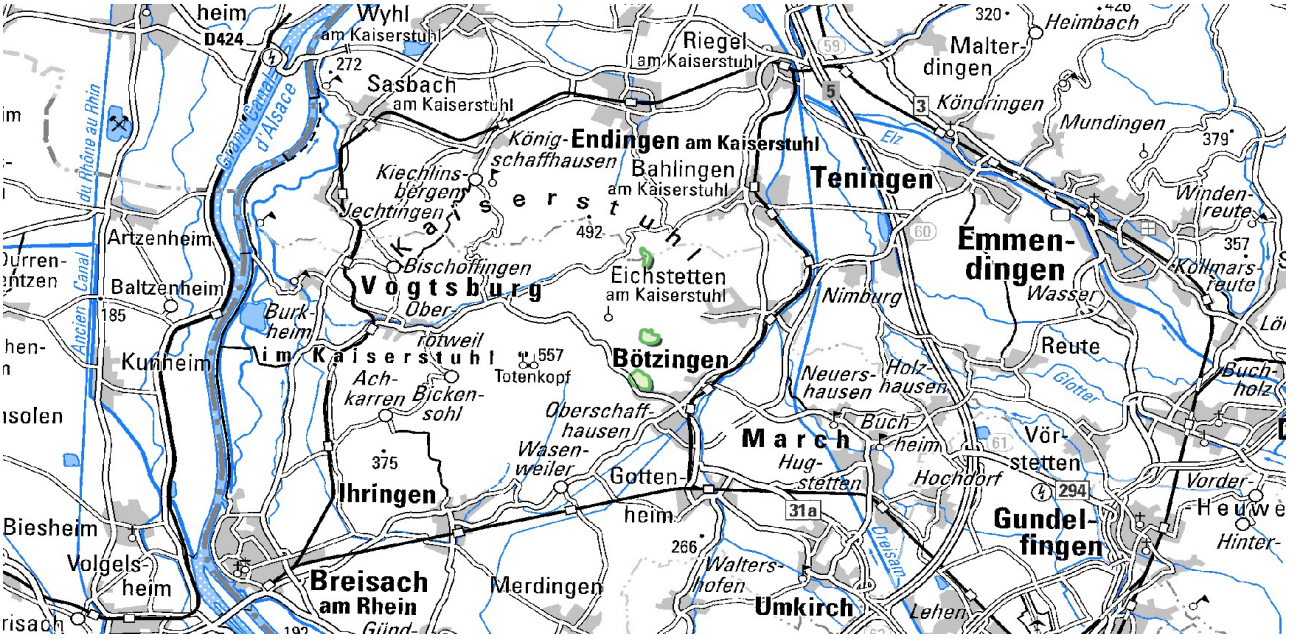
**Quell-URL (zuletzt geändert am 01.02.23 - 14:34):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/kalksteine-im-oberjura-mitteljura

# Phonolith

**Verbreitungsgebiete**: Kaiserstuhl

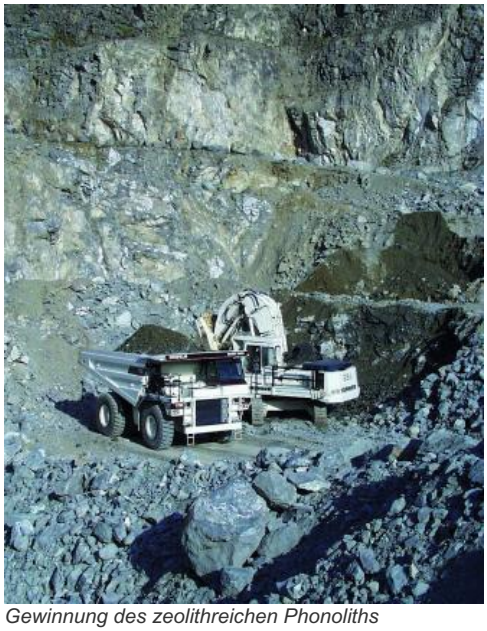
**Erdgeschichtliche Einstufung**: Kaiserstuhl-Magmatite (tMK), Tertiär

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Phonolithe („Klangsteine“) sind graue bis hellgraue **Alkalibasalte**, die als Gänge, Laven oder subvulkanische Stöcke im Kaiserstuhl und Hegau auftreten. Hiervon besitzen nur die **zeolithreichen Kaiserstühler Phonolithvorkommen** wirtschaftliche Bedeutung. Die Rohstoffkörper der Phonolithe sind aufgrund ihrer vulkanischen Entstehungsweise unterschiedlich geformt. **Lavadecken** bilden unregelmäßige Gesteinskörper, welche z. T. die bestehende Morphologie ausgleichen, Täler auffüllen oder sich horizontal ablagern. Die **Phonolithstöcke** bilden dagegen pilz- bis ballonartige, kuppelförmige Gesteinskörper, die beim Aufstieg in Vulkanschloten stecken geblieben sind. Die Phonolithe des Kaiserstuhls nehmen **Flächen bis 20 ha** ein. Begrenzt werden die Körper durch nicht nutzbare vulkanische oder sedimentäre Nebengesteine und Verwitterungszonen.



*Gewinnung des zeolithreichen Phonoliths*

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

# Gestein

*Phonolith aus dem Steinbruch Endhalen*

Die dichten bis massigen Gesteine des Fohberges bei Bötzingen im **Kaiserstuhl** bestehen aus einem hellgrauen bis grauen, z. T. grünlich grauen, feinkörnigen, porphyrischen Phonolith mit Einsprenglingen. Die bis zu **2 mm großen Einsprenglinge** setzen sich aus Ägirin-Augit, Melanit und seidenglänzenden, nadeligen Wollastonitkristallen zusammen. In der Grundmasse treten Alkalifeldspat und die Feldspatvertreter Hauyn, Sodalith und Nephelin auf. Während der autohydrothermalen Überprägung des Phonoliths wurde der ursprüngliche Mineralbestand, insbesondere die **Feldspatvertreter,** in Calcit, Epidot, Analcim und Zeolithe umgewandelt. Die Kristalle der Zeolithe liegen fein verteilt im Gestein vor bzw. haben sich auf Klüften angereichert. Der hohe **Zeolithgehalt** (s. u.) des Phonoliths ist der Grund für vielseitige Verwendungsmöglichkeiten des Gesteins, z. B. als **Trassrohstoff**. Als Trassrohstoff werden Gesteine bzw. Gesteinsmehle bezeichnet, die hydraulisch bei der Gegenwart von Wasser und Calciumhydroxid erhärten. Diese Eigenschaft wird auch als Puzzolanität bezeichnet.

# Petrographie

| Chemie | Anteil [%] |
|---|---|
| $SiO_2$ | 50,0 |
| $TiO_2$ | 0,4 |
| $Al_2O_3$ | 17,2 |
| $Fe_2O_3$ | 4,5 |
| MnO | 0,3 |
| MgO | 0,7 |
| CaO | 7,9 |
| $Na_2O$ | 5,4 |
| $K_2O$ | 5,1 |
| $P_2O_5$ | 0,2 |
| Glühverlust | 7,7 |
| Gesamtkarbonat | 10,4 |

Die **Zeolithgehalte** in den Steinbrüchen im östlichen Teil des Kaiserstuhls variieren zwischen **15** und etwa **50 %**.

# Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Lavadecken aus Phonolith erreichen Mächtigkeiten von wenigen Metern bis mehreren Zehnermetern, wie z. B. im Gebiet bei Bötzingen. Die Phonolithstöcke bei Bötzingen weisen zurzeit eine aufgeschlossene Mächtigkeit von **50–60 m** auf (Stand 2013). Die Tiefenerstreckung des Phonolithstocks am Fohberg bei Bötzingen konnte bisher mit geophysikalischen Methoden nicht ermittelt werden.

**Genutzte Mächtigkeit**: Die genutzte Mächtigkeit im Steinbruch am Fohberg bei Bötzingen beträgt ca. **60 m**.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Dünnschliffbild eines Phonoliths*

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Die zeolithreichen Phonolithe gehören zu den seltenen Rohstoffen in Baden-Württemberg und werden im Kaiserstuhl in einem Steinbruch bei Bötzingen gewonnen. Der Abbau erfolgt mittels **Großbohrlochsprengungen**. Die weitere Aufbereitung wie **Brechen, Mahlen, Sieben und Tempern** findet vor Ort statt.

**Verwendung**: Die **Gesteinsmehle** des Phonoliths werden im natürlichen oder getemperten Zustand als **Zumahlstoff** für Kompositzement, Abbindeverzögerer in Putzen, Rauchgasreinigung, Wasseraufbereitung, Bodenverbesserung und **Düngung** in Forst- und Landwirtschaft, Naturfango, **Zusatzstoff** in Kosmetika, **Füllstoff** in Arzneimitteln, Tiernahrungsherstellung, Glasindustrie, Bitumenherstellung und zur Produktion von Dämmstoffen genutzt.

Cookie-Einstellungen

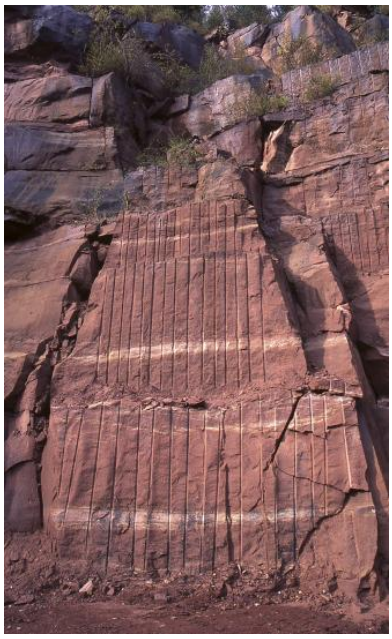
---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 12.05.22 - 16:32):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/vulkanite/phonolith

# Buntsandstein

## Übersicht, Bezeichnung

Unter dem seit etwa 1780 gebräuchlichen Begriff „Buntsandstein“ bzw. „bunter Sandstein“ wird sowohl ein charakteristischer, für die Werksteinindustrie wichtiger Gesteinstypus als auch ein erdgeschichtlicher Zeitabschnitt verstanden. Schon im Handstück zeigt dieser zumeist mittel- bis grobkörnige Quarzsandstein zahlreiche verschiedene Farbtöne, in den großen Steinbrüchen von Schwarzwald und Odenwald dominieren jedoch meist die kräftig roten Felsen, in die schichtweise hellere Bänder eingeschaltet sind. Schon im Hand- oder Werkstück ändert sich das Farbmuster der Sandsteine häufig.



*Steinbruchwand aus roten, dickbankigen Sandsteinen des Unteren Buntsandsteins im Steinbruch Rockenau*

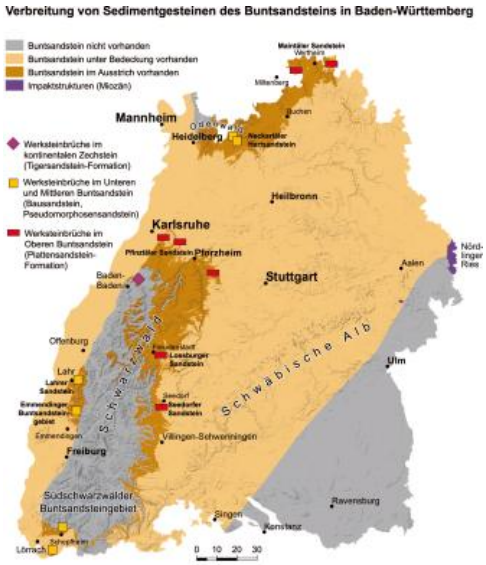
Der Zeitabschnitt, in dem die Sedimente abgelagert wurden, welche uns heute als Buntsandstein entgegentreten, ist hinsichtlich seiner erdgeschichtlichen Ober- und Untergrenzen unter Geologen seit rund 170 Jahren umstritten. Zu Missverständnissen und Verwirrung trägt bei, dass der Buntsandstein als unteres Glied der Germanischen Trias im faziellen und lithologischen Sinne in Südwestdeutschland bereits im Perm, genauer im terrestrischen Zechstein, beginnt (also älter als Trias ist). Der sog. Tigersandstein des Schwarzwalds entwickelt sich aus den groben, schnell geschütteten, oft schlecht sortierten Sedimenten des Rotliegenden. Früher wurde er von süddeutschen Geologen dem Unteren Buntsandstein zugeordnet, erst durch überregionale Vergleiche stellte sich heraus, dass er noch dem Perm (jüngstes Erdaltertum) zugehörig ist. In der Internetplattform Wikipedia ist zur Entwicklung des Begriffs Buntsandstein zu finden: „Der Begriff Buntsandstein (im Sinne von „bunter Sandstein“ im Gegensatz zum „roten Sandstein“ = Rotliegend) geht auf Abraham Gottlob Werner zurück, der ihn etwa ab 1780 in seinen Vorlesungen an der Bergakademie in Freiberg benutzte. 1834 bei der Etablierung des Systems der Trias durch Friedrich August von Alberti war der Begriff als „Bunter Sandstein“ bereits allgemein anerkannt. Seit den 1990er Jahren wird der Buntsandstein als Gruppe im Sinne der lithostratigraphischen Hierarchie betrachtet und in Formationen unterteilt, deren Grenzen und relative Lage zu anderen Formationen genau definiert sind“.

*Buntsandstein-Handstück aus dem Steinbruch Rockenau*

Die Trias besteht aus drei lithostratigraphischen Einheiten: Dem Buntsandstein, dem darüber lagernden Muschelkalk und dem Keuper als jüngste Einheit. Während Buntsandstein und Keuper der Germanischen Trias (im Gegensatz zur alpinen Trias) überwiegend festländisch geprägte Gesteinsserien enthalten, sind die des Muschelkalks unter dominant marinen Bedingungen entstanden, wie z. B. die schönen schill- und crinoidenreichen Kalksteinbänke des Crailsheimer Muschelkalks und die mächtigen Steinsalzlager eindrucksvoll zeigen. Die Trias wiederum ist die unterste Periode des Erdmittelalters (Mesozoikums); darüber folgen Jura und Kreide. Während Kreidesedimente in Südwestdeutschland völlig fehlen (Festlandsbereich mit Abtragung), enthalten die Sedimentgesteine des Juras in Südwestdeutschland viele weitere wichtige Naturwerksteinlagerstätten (s. Angulatensandstein, Arietenkalk, Eisensandstein, Hauptrogenstein, Plattenkalke, Posidonienschiefer und Weißjura).

## Verbreitung

Die Verbreitung der erdgeschichtlichen Einheit des Buntsandsteins in Südwestdeutschland mit den darin enthaltenen überwiegend roten, mächtigen Sandsteinpaketen ist in der Übersichtskarte dargestellt. Wie die Karte zeigt, sind die Sedimentgesteine östlich der Kristallingebiete des Schwarzwalds und Odenwalds sowie in den tektonischen Schollen der Lahr-Emmendinger-Vorbergzone und im Südschwarzwald am Rand des Oberrheingrabens aufgeschlossen. Inklusive des Tigersandsteins bedecken die Gesteine des Buntsandsteins in Baden-Württemberg eine Fläche von ca. 2900 km$^2$ (Auswertung der digitalisierten geologischen Karten des LGRB mittels geographischem Informationssystem. Diese Flächenangabe beinhaltet natürlich auch alle nicht nutzbaren Bereiche innerhalb des Buntsandsteins). In den Kristallingebieten wurden die Gesteine bereits durch die Erosion abgetragen. Die hellbraune Färbung in der Karte bezeichnet die Gebiete, in denen der Buntstandstein von jüngeren Schichten überlagert wird und nur durch Bohrungen nachgewiesen werden kann. Südöstlich der Linie Konstanz–Ulm–Nördlingen sind keine Sandsteine mehr zu finden. Diese Region war zur Zeit des Buntsandsteins Abtragungsgebiet.




*Verbreitung der Sedimentgesteine des Buntsandsteins in Baden-Württemberg*

Die **Mächtigkeit** der erdgeschichtlichen Einheit des Buntsandsteins nimmt in den südwestdeutschen Verbreitungsgebieten von Süden nach Norden deutlich zu: Im Südschwarzwald ist er nur wenige Meter bis Zehnermeter mächtig, schwillt im Gebiet der Lahr-Emmendinger Vorberge schon auf 200 m an und umfasst im Nordschwarzwald rund 150–300 m mächtige Sedimentgesteine, am Nordrand des Nordschwarzwalds erreicht er schon etwa 400 m und mit den Sand- und Tonsteinen der Tigersandstein-Formation steigt die Mächtigkeit der klastischen Abfolge um weitere 50–60 m an. Im Odenwald ist er sogar 400–500 m mächtig (Rupf & Nitsch, 2008; Geyer et al., 2011). Anhand der vielen Steinbrüche und Bohrungen lässt sich abschätzen, dass etwa 95 % der gesamten klastischen Folge von Tigersandstein bis Plattensandstein im Oberen Buntsandstein aus Sandsteinen bestehen; dabei handelt es sich fast ausschließlich um Quarzsandsteine, nur sehr untergeordnet um Arkosesandsteine. Den Rest machen Schluff- und Tonsteine aus.

Etwa die Hälfte der Sandsteine eignet sich zur Verwendung im Baubereich im weitesten Sinne. Daher wird diesen bedeutenden Sandsteinvorkommen ein umfangreiches Kapitel gewidmet. Die Mächtigkeiten der hochwertigen Werksteinbereiche in den genannten Regionen schwanken stark; sie werden in den Kapiteln des Buntsandstein-Themenbaums dargestellt.

## Gesteinsmerkmale

Für die mit Naturwerksteinmaterial planenden und schaffenden Praktiker – Architekten, Natursteinindustrie, Steinmetze, Bildhauer und Denkmalpfleger – ist der historische und heute als Werksteinmaterial verwendete südwestdeutsche Buntsandstein ein Gestein mit folgenden wichtigen Merkmalen:

- Überwiegend fester Quarzsandstein mit lateral meist geringer Schwankung in der Gesteinszusammensetzung
- Meist kräftig und monoton rot gefärbt, seltener gelblich, bräunlich oder weißlich gefleckt oder gestreift, oft bräunlich oder braunschwarz gesprenkelt (Limonit, Wad)
- Überwiegend in dicken Bänken und in weit aushaltenden, mächtigen Lagerstätten (mehrere Zehnermeter, teilweise bis 100 m) auftretend
- In den guten Werksteinbänken oft massig wirkend, meist gut korngrößensortiert
- In den mittel- bis grobkörnigen Sandsteintypen überwiegend „kieselig“ gebunden, d. h. durch Quarz verkittet oder durch Quarzanwachssäume und stark suturierte Korngrenzen fest gebunden: gutes Bau- und Werksteinmaterial, meist langfristig witterungsbeständig
- In den feinkörnigen, dann überwiegend kräftig roten bis violettroten und hellglimmerreichen Typen (besonders im Plattensandstein) tonig-ferritisch, auch fleckenhaft kieselig gebunden: gutes Bildhauermaterial mit geringerer Witterungsbeständigkeit
- Unregelmäßiges Auftreten von bei der Bearbeitung störenden Einschaltungen von Quarzgeröllen und kräftig roten Tonsteingeröllen oder -linsen („Gallen“); sie können in allen Niveaus unvermittelt auftreten (auch wenn sie in bestimmten deutlich angereichert sind) und lassen sich nicht mit letzter Sicherheit vorhersagen. Vor der Bearbeitung von gesägten Blöcken zu aufwändigen Bildhauerarbeiten sollten daher Ultraschallmessungen durchgeführt werden.

## Verwendung

Tausende von Bauwerken – von der Gartenmauer bis zur Kathedrale – sind auch in Baden-Württemberg besonders in den letzten ca. 800 Jahren aus Werk- und Mauersteinen aus Buntsandstein errichtet worden. Aufgrund der Vielfalt an unterschiedlichen Werksteintypen hat der Buntsandstein in Südwestdeutschland jedoch keine so überragende Bedeutung erlangt wie in Rheinland-Pfalz und Hessen, wo früher fast alle Steinbauten aus rotem und gelblich-braunem Buntsandstein errichtet wurden. Wichtige Bauwerke aus dem in Baden-Württemberg vorherrschend roten Sandstein sind z. B. das Freiburger Münster, die Herz-Jesu Kirche und die Kollegiengebäude I und III der Universität in Freiburg, das Festspielhaus Baden-Baden, die Klosteranlagen Alpirsbach, Hirsau und Kloster Allerheiligen, die Barockschlösser in Rastatt, Karlsruhe, Bruchsal und Mannheim, das Heidelberger Schloss sowie das Residenzschloss Ludwigsburg. Wegen ihrer großen Härte und weiten Verbreitung wurden besonders die schichtungslosen, massigen Typen bis Mitte des 20. Jh. als Pflaster- und stark belastbare Mauersteine verwendet, Mahl- bzw. Mühlsteine aus verkieseltem Buntsandstein wurden in ganz Europa verwendet.

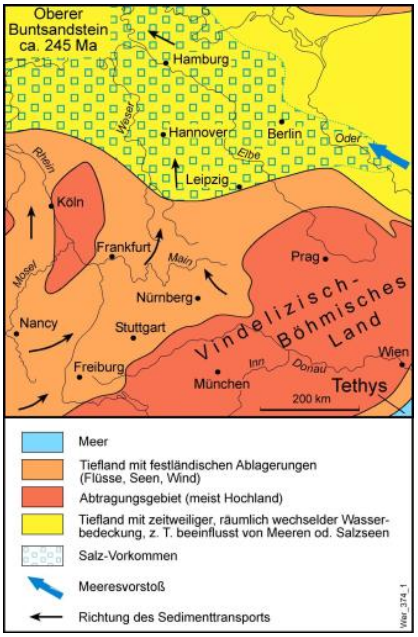
*Turm des Freiburger Münsters aus Sandsteinen des Mittleren Buntsandsteins*

Heute wird der Schwarzwälder Buntsandstein zwar auch für die Renovierung denkmalgeschützter Bauwerke, für Bildhauerarbeiten, Bodenbeläge, Innenausstattungen und Fassadenverkleidungen eingesetzt, überwiegend dient er aber derzeit der Herstellung von Treppen, Brunnen, Pflanztrögen und Schalen, Gartenplastiken, Gehwegplatten, Garten- und Mauersteinen. Der besonders widerstandsfähige Neckartäler Hartsandstein und der Rote Mainsandstein dienten früher auch zur Herstellung von säurebeständigen Gefäßen und Trögen, Beiz- und Säurebottichen, Schleifsteinen sowie von Wasserbau- und Pflastersteinen. Seit die Bearbeitung von Quarzsandsteinen – früher wegen der Härte ein technisches Problem und wegen des feinen Quarzstaubs auch ein gesundheitliches (Silikose) – mit moderner Technik problemlos möglich ist, werden Schwarzwälder und Odenwälder Buntsandstein auch wieder verstärkt zur Herstellung von reich profilierten Werkstücken verwendet.

Beschreibungen der Gesteine und ihrer technischen Eigenschaften sind in nachfolgenden, nach Buntsandsteinvarietäten und -verbreitungsgebieten gegliederten Kapiteln zu finden.

# Geologisches Alter, Entstehung

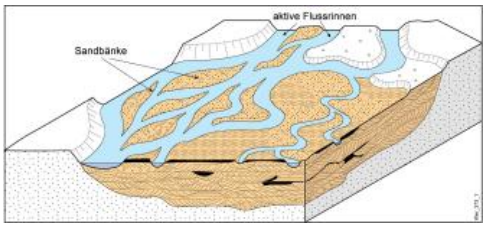
**Alter**: Der Buntsandstein im geologisch-stratigraphischen Sinne weist ein Alter von 251–243 Mio. Jahren auf (DSK, 2002, Stratigraphische Tabelle von Deutschland; Symbolschlüssel Geologie LGRB, 2011c). Sandsteine treten in „Buntsandstein-Fazies“ aber schon im Oberperm, dem Zechstein, auf; diese Schichten werden als „Tigersandstein-Formation“ bezeichnet und zeitlich in die Spanne 255–251 Mio. Jahre eingestuft.



*Paläogeographische Situation des Germanischen Beckens während des Oberen Buntsandsteins*

**Bildungsbedingungen**: Baden-Württemberg und ganz Süddeutschland lagen zur Zeit des Buntsandsteins und des Perms am Südrand des Germanischen Beckens. Der dort am Beckenrand anfallende Verwitterungsschutt wurde nach Norden ins Becken transportiert. Nahe am Liefergebiet entstanden große Schwemmfächer mit grobkörnigen Sedimenten, wie sie auch heute in ariden Gebieten vor den Gebirgen auftreten. Beckenwärts schlossen sich weite Schwemmebenen an. Hier kann zwischen Fließrinnen- (sandige, z. T. geröllführende Sedimente) und Überflutungsablagerungen (feinkörnige Sedimente, Ton- und Schluffsteine) unterschieden werden. In dieser Schwemmebene verlagern sich die Flussarme ständig. Sie bilden ein Stromgeflecht und ein netzartiges Muster, dessen einzelne Rinnen („Arme“) sich teilen, wieder vereinen und dabei seitlich und stromabwärts verlagern. Durch diese wiederholte Verlagerung der Rinnen kommt es zu einer ständigen Aufarbeitung und Umlagerung der Sedimente und einer flächenhaften, weitreichenden Ausdehnung der Ablagerungen. Solche Flusssysteme werden als verwilderte Flüsse bezeichnet (engl. „braided river“). Sie sind kennzeichnend für die Ablagerungen im Unteren und Mittleren Buntsandstein. Genetisch ähnliche Ablagerungen roter klastischer Sedimente aus dem Abtragungsschutt naher Kristallingebirge sind rezent z. B. in den Wüstengebieten Namibias zu finden.

Die unterschiedlich dicken, meist aber einige Meter mächtigen Rinnenfüllungen sind Kornverfeinerungssequenzen. Sie beginnen am Rinnenboden mit grobkörnigen, z. T. geröllführenden Sandsteinen; sehr häufig sind hier Lagen von 5–20 cm, max. bis ca. 40 cm großen Tonsteingeröllen zu beobachten, die auf die Erosion und Umlagerung von Überflutungsablagerungen zurückgehen, in die sich die verlagernden Rinnen eingeschnitten hatten. Mit Auffüllung und Verflachung der Rinnen und damit stetig abnehmender Strömungsenergie entwickeln sich die Ablagerungen im Idealfall zu einer vollständig ausgebildeten fluviatilen Sequenz von Mittel- und dann Feinsandsteinen schließlich zu Silt- und Tonsteinen.



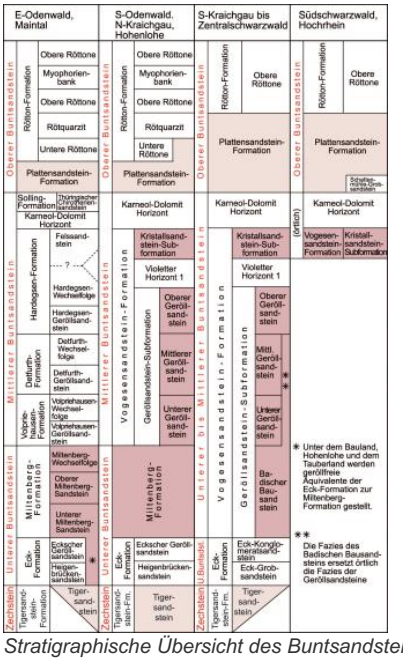
*Schematische Darstellung eines verwilderten oder verflochtenen Flusses*

Die Sande wurden in großen Barren und Megarippeln transportiert und sind dementsprechend intensiv schräggeschichtet. Aufgrund der z. T. häufigen Verlagerung der Flussrinnen sind diese Kornverfeinerungssequenzen oft nur unvollständig entwickelt, da ihre Entwicklung in unterschiedlichen Stadien unterbrochen wurde. Die feinkörnigen Überflutungssedimente sind nur selten als Silt- und Tonsteinlagen erhalten, da sie meist flächenhaft durch die sich verlagernden Flussrinnen erodiert wurden. Die kennzeichnenden Tonsteingerölle an der Rinnenbasis (s. o.) geben aber ein Zeugnis vom ehemals häufigen Auftreten der Überflutungsablagerungen.

Im Oberen Buntsandstein veränderte sich das fluviatile Regime in Richtung zu stärker mäandrierenden Flüssen. Die Rinnenfüllungen bestehen ebenfalls aus Kornverfeinerungssequenzen. Charakteristisch für diesen Flusstyp sind lateral weit(er) aushaltende Gleithangablagerungen und ausgedehnte Überflutungsebenen mit mächtigeren tonig-siltigen Sedimenten.

# Stratigraphie

Nördlich des Mains wird der Buntsandstein in für das gesamte Germanische Becken einheitliche Formationen gegliedert. In Baden-Württemberg bereitet diese Korrelation aber Schwierigkeiten, da sich der Ablagerungsraum am Rand des Beckens befindet, welcher durch rasche Wechsel in Sedimentation und Erosion gekennzeichnet ist. Südlich der Linie Eberbach–Buchen verschwimmen die zeitlich-stratigraphischen Grenzen daher in einer lateral wechselhaften Randfazies aus Grobsandsteinen mit schwankendem Geröllanteil. Diese Variabilität führte zu einer Vielzahl von unterschiedlichen Namen auf den geologischen Karten des Landes.



*Stratigraphische Übersicht des Buntsandsteins in Baden-Württemberg*

Die heute gültige stratigraphische Gliederung des Buntsandsteins ist in der nebenstehenden Grafik dargestellt (Geyer et al., 2011; LGRB , 2011c). Im Bereich des Odenwalds wird der Untere und Mittlere Buntsandstein in die geröllfreie Miltenberg- sowie in die geröllführenden Grobsandsteinhorizonte der Volpriehausen-, Detfurth- und Hardegsen-Formation gegliedert. Hierbei handelt es sich um sog. Sohlbankfolgen (Boigk, 1957, 1959) aus Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen. Da südlich des Neckars diese Formationen nicht mehr eindeutig zu unterscheiden sind, wurden die geröllfreien und geröllführenden Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins im Kraichgau und Schwarzwald zur Vogesensandstein-Formation zusammengefasst.

In den Sandsteinen der oberen Vogesensandstein- und Plattensandstein-Formation treten wiederholt fossile Bodenhorizonte auf (VH1–VH6). Aufgrund der bei der Bodenbildung entstandenen violettroten Färbung, die auf im Porenraum neugebildete Hämatitkristalle zurückgeht, werden diese Paläoböden auch als „Violette Horizonte“ (Ortlam, 1967; Mader, 1983a & b) bezeichnet.

## Externe Lexika

WIKIPEDIA
- Buntsandstein

## Literatur


- Boigk, H. (1957). *Vorläufige Mitteilung über eine neue Gliederung des Mittleren Buntsandsteins im Raume Südhannover.* – Geologisches Jahrbuch, 72, S. 325–340. [3 Abb., 1 Tab.]
- Boigk, H. (1959). *Zur Gliederung und Fazies des Buntsandsteins zwischen Harz und Emsland.* –Geologisches Jahrbuch, 76, S. 597–636. [6 Abb., 1 Tab., Anh.]
- Deutsche Stratigraphische Kommission (2002). *Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2002* (GeoForschungsZentrum Potsdam; Courier Forschungsinst. Senckenberg, Frankfurt). [Koordination und Gestaltung: Menning, M. & Hendrich, A.]
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- LGRB (2011c). *Symbolschlüssel Geologie Baden-Württemberg – Verzeichnis Geologischer Einheiten (Ausgabe 2011).* – S., 1 Tab., Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Mader, D. (1983a). *Primäre und sekundäre Eisenoxide im Buntsandstein der Westeifel – ein Beitrag zur Genese der Rotfärbung in der germanischen Trias. Teil I.* – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 11, S. 603–637. [7 Abb., 2 Tab.]
- Mader, D. (1983b). *Verteilung der Eisenoxide und Merkmale der Rotfärbung. Teil II Deutung der Pigmentgenese.*

– Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 11, S. 729–767. [6 Abb., 2 Tab.]
- Ortlam, D. (1967). *Fossile Böden als Leithorizonte für die Gliederung des Höheren Buntsandsteins im nördlichen Schwarzwald und südlichen Odenwald.* – Geologisches Jahrbuch, 84, S. 485–590, 5 Taf. [28 Abb., 4 Tab.]
- Rupf, I. & Nitsch, E. (2008). *Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzung und erste geologische Ergebnisse.* – LGRB-Informationen, 21, S. 1–81, 10 Beil.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 17.03.23 - 14:30):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/buntsandstein

# Oberrhein- und Hochrheingebiet

Steinbrüche, Gruben und Wegaufschlüsse erschließen im Oberrhein- und Hochrheingebiet ein breites geologisches Spektrum. Neben den Kiesgruben in eiszeitlichen Flussablagerungen des Rheins und seiner Zuflüsse aus dem Schwarzwald handelt es sich meist um Aufschlüsse in Gesteinen der Trias, des Juras und des Tertiärs im Bereich der Vorbergzone des Schwarzwalds. Von Bedeutung sind außerdem die Vulkanite des Kaiserstuhls sowie Aufschlüsse in den weit verbreiteten Lössdecken.

Vor dem Besuch von Abbaustellen sind Betretungsrechte und Hinweise auf mögliche Gefahren zu klären bzw. zu beachten.

## Bisher bearbeitete Objekte

Kiesgrube Heidelberg-Grenzhof

Lösswand von Riegel am Kaiserstuhl

Vulkanite am Kaiserstuhl

Lösshohlweg Leimtalgasse östlich von Kippenheim

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 03.02.22 - 13:25):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/aufschluesse/oberrhein-hochrheingebiet

# Odenwald, Spessart

*Teltschik-Turm bei Wilhelmsfeld*

Im Odenwald bieten sich besonders am Rand zum Oberrheingraben, aber beispielsweise auch auf dem Vulkanberg Katzenbuckel oder hoch über dem tief eingeschnittenen Neckartal interessante Aussichten.

An dieser Stelle sollen nach und nach einige Aussichtstürme und sonstige besondere Aussichtspunkte im Odenwald vorgestellt werden. Dazu werden kurze Erklärungen zu Landschaft und Geologie sowie Verlinkungen zu den weiterreichenden fachlichen Inhalten in LGRBwissen angeboten.

## Bisher bearbeitete Objekte

Aussichtsturm auf dem Katzenbuckel

## Weiterführende Links zum Thema

- Geo-Naturpark Bergstraße-Odenwald

Cookie-Einstellungen

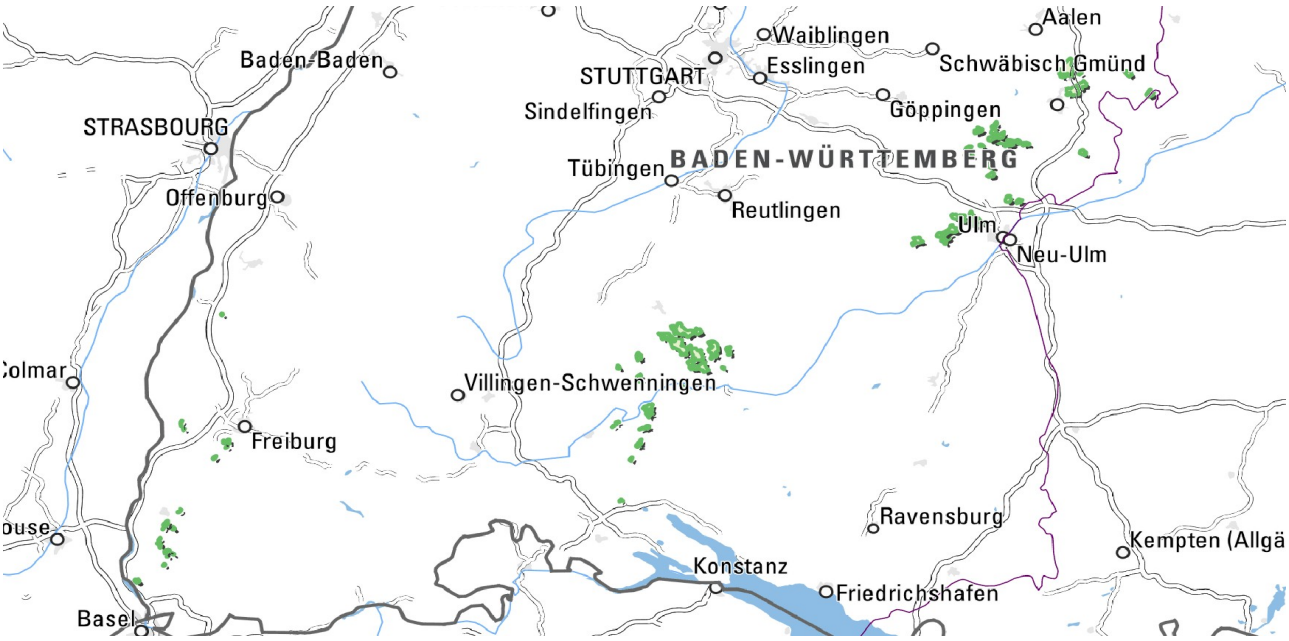
**Quell-URL (zuletzt geändert am 08.01.21 - 14:07):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/ausgewaehlte-aussichtspunkte-0/odenwald-spessart

# Hochreine Kalksteine für Weiß- und Branntkalke

**Verbreitungsgebiete:** Östliche Schwäbische Alb, südliche Mittlere Alb, Westalb, südlicher Oberrhein

**Erdgeschichtliche Einstufung:** Tertiär (t), Oberjura (jo), Mitteljura (jm)

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

*Massenkalk-Formation, Steinbruch Waibertal, nördlich von Heidenheim*

**1)** Die hochreinen Kalksteine der Schwäbischen Alb – mit Fortsetzungen in die Fränkische Alb (Bayern) – sind sowohl schichtig also auch „kirschkernartig“ in die **Massenkalkfazies** (Massenkalk-Formation) eingeschaltet. Es handelt sich dabei einerseits um **Schwamm-Mikroben-Bioherme**, also riffartige Strukturen, als auch um karbonatdetritusreiche, unregelmäßige Schüttungskörper. Eine Begrenzung der industriell verwertbaren hochreinen Kalksteinkörper ist meist durch Zonen intensiver Verkarstung, mit Verlehmung und Verbraunung (Eisenzufuhr) oder durch den lateralen wie vertikalen Übergang zu tonigeren Karbonatgesteinen gegeben. In einigen Gebieten auf der mittleren und östlichen Alb treten störende Kieselknollen in großer Zahl in Hochreinkalken auf.

**2)** Im Mitteljura des Markgräflerlands, d. h. in der Vorbergzone am südlichen Oberrheingraben, bilden die oftmals recht reinen, oolithischen Kalksteine der **Hauptrogenstein-Formation** plattenförmig-schichtige Körper von 20 bis 60 m Mächtigkeit, die allerdings durch zahlreiche tektonische Störungen in Blöcke getrennt werden. Die Abgrenzung der nutzbaren Kalksteine erfolgt häufig entlang von breiten Störungszonen, die durch intensive Verkarstungen, Verbraunungen und Verlehmungen sowie Dolinen und Karstsenken gekennzeichnet sind.

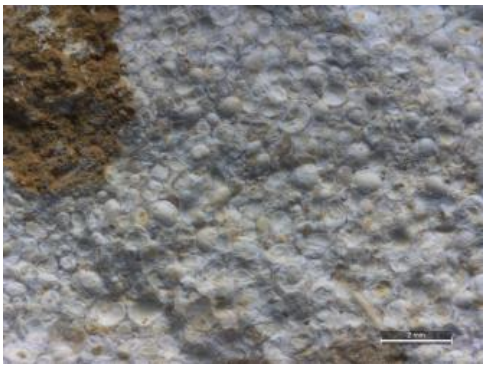
© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

**3)** Im Zuge der raschen Heraushebung der Grabenflanken des Oberrheingraben und die damit verbundene Erosion der Gesteine vom Muschelkalk bis in den Oberjura entstanden die Gesteine der Küstenkonglomerat-Formation (tKK) an den Grabenrändern. Diese als Tertiärkonglomerat bekannten Gesteine bildeten sich als Schuttfächer an den Grabenflanken und erreichen 40 bis 90 m Mächtigkeit. Die wirtschaftlich nutzbaren Bereiche sind abhängig von den Mächtigkeiten und der Zusammensetzung und Reinheit des Materials. Zudem können Verkarstung und Verlehmung eine Verwertung des Gesteins erschweren.

**4)** Die massigen bis grobbankigen **Korallen- und Splitterkalke** der Korallenkalk-Formation des Oberjuras am südlichen Oberrhein kommen in Störungsschollen in der Vorbergzone zwischen Istein-Huttingen und Liel vor. Der sehr reine Splitterkalk kann Mächtigkeiten von 23–25 m erreichen. Der darunter liegende Korallenkalk ist bei Istein 40–42 m mächtig. Bedingt durch die **intensive Tektonik** am Grabenrand zeigen die Kalksteinkörper eine unregelmäßige Durchklüftung mit einhergehender Verkarstung, sowie mit der Bildung von Dolinen und Bohnerztonen.

*Korallen in beige-hellgrauem Kalkstein*

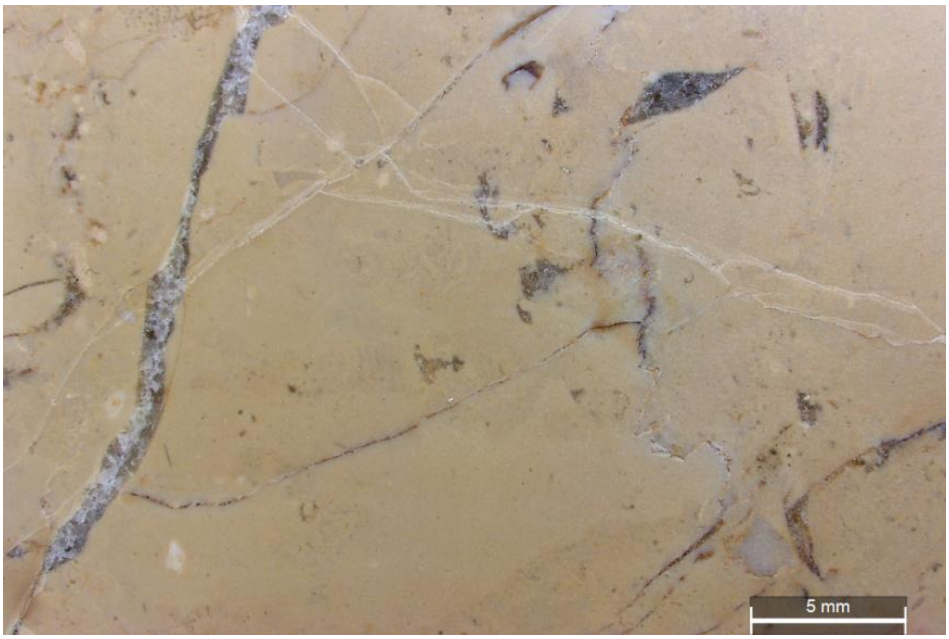
## Gestein



*Konzentrisch-schalige Ooide im mittleren Hauptrogenstein*

**1)** Bei den hochreinen Kalksteinen der Schwäbischen Alb handelt es sich zumeist um massige, **weiße bis leicht gelbliche Kalksteine** („Jura-Weiß“). Sie bestehen vor allem aus massig-ungeschichteten Schwamm-Mikroben-Kalksteinen, partikelreichen **Schwammkalksteinen** und **Partikelkalksteinen**. Der Kalkgehalt liegt meist bei über 99 %.

**2)** Die **oolithischen, hellbeigen Kalksteine** der Hauptrogenstein-Formation mit lagenweise angereichertem **Fossilschutt** bilden eine plattig–bankige Schichtenfolge. Untergeordnet treten eingeschaltete **geringmächtige Mergel-, Kalkmergel- und Tonlagen** auf. Der Gesamtkarbonatgehalt liegt meist bei > 96 %.




*Massiger Kalkstein mit zahlreichen Klüften, Oberer Massenkalk, aufgelassener Steinbruch bei Neuhausen ob Eck*

**3)** Die Schichten der Küstenkonglomerat-Formation setzten sich aus verschiedenen Schüttungen zusammen: grobe Kalkstein-Konglomeraten, die hauptsächlich aus Geröllen der Hauptrogenstein-Formation bestehen, verzahnen sich kleinräumig lateral und vertikal mit plattigen Kalksandsteinen und geröllführenden mergeligen Schuttkalken. Zwischen den Schüttungskörpern tritt Kalk- bis Tonmergelstein auf. Die Karbonatgehalte sind abhängig von der Zusammensetzung der Gesteine und können deutlichen Schwankungen unterworfen sein, so dass sich die Gesteine der Küstenkonglomerat-Formation nur lokal als reine bis hochreine Kalksteine eignen.

**4)** Die Kalksteine der Korallenkalk-Formation bestehen aus **hellweißem bis gelblichem, schichtungslos dichtem Splitterkalk** mit Ooiden und Fossilführung sowie dem unregelmäßig **bankigen bis massigen Korallenkalk** mit Rasenkorallen und großen Einzelkorallenstöcken. Der Kalkgehalt liegt bei rund 98 %, der MgO-Anteil bei 0,4–0,5 %, der Gehalt an $SiO_2$, $Al_2O_3$ und $K_2O$ zusammen bei deutlich unter 1 %, der Eisenanteil ist mit 0,1–0,2 % $Fe_2O_3$ ebenfalls niedrig (Istein).

## Petrographie

Kalksteine bestehen vor allem aus dem Mineral Calcit (**$CaCO_3$**). Sie enthalten i. d. R. Beimengungen von Dolomit, Quarz und Tonmineralen. Sehr helle, eisen- und tonarme Varietäten werden als **Weißkalkstein** bezeichnet. Während „normale“ Kalksteine mit guter Kornbindung aufgrund ihrer Festigkeit zur Rohstoffgruppe „Natursteine für den Verkehrswegebau, für Baustoffe und als Betonzuschlag“ (Hartgesteine) gerechnet werden, spricht man bei solchen mit mehr als 98,5 % Calciumkarbonat von „**hochreinen Kalksteinen**“, da sie aufgrund ihrer chemischen und mineralischen Reinheit verschiedenen hochwertigen Nutzungen in der Baustoff-, Papier-, chemischen Industrie usw. zugeführt werden können (s. Diagramm). Sind hochreine Kalksteine zusätzlich reinweiß, werden sie als Weißkalksteine bzw. Weißkalke bezeichnet.

*Schwamm-Mikroben-Kalkstein, Unterer Massenkalk, Steinbruch Teufel, Straßberg*

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeiten**: Stark wechselnd, überwiegend aber zwischen **25 und 50 m**, z. T. bis **80 m**.

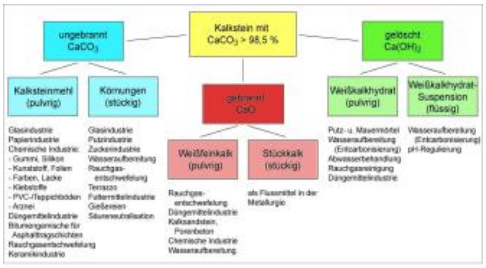
## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: In den Steinbrüchen der Schwäbischen Alb treten Kalksteine mit $CaCO_3$-Gehalten von über 98,5 % nur partienweise auf (s. Lagerstättenkörper). Deshalb müssen beim Abbau die hochreinen Partien ausgehalten und von den tonigen, dolomitischen oder stärker eisenhaltigen Kalksteinen getrennt werden. Der reine Kalkstein wird anschließend **gesiebt, gebrochen, gewaschen, getrocknet, z. T. auch gemahlen**.

*Aufgehaldete Splitte und Schotter*

Wo ein Aushalten hochreiner Partien beim Abbau aufgrund starker Verlehmung nicht möglich ist, wird das gesamte Haufwerk mittels **spezieller Aufbereitung** (Trocknen, mehrfaches Brechen und Sieben mit Abtrennen der Feinanteile) der lehmige Anteil vom reinen Kalkstein getrennt. Teilweise wird der Kalkstein in einem Ofen gebrannt und **Branntkalk** (CaO) oder **Kalkhydrat** ($Ca(OH)_2$) hergestellt. Am Oberrhein werden bei Merdingen am Tuniberg Kalkoolithe der Hauptrogenstein-Formation (Mitteljura) gewonnen; im traditionsreichen Kalkwerk bei Istein werden die Korallenkalke (auch Rauracien-Kalke) und Splitterkalke des Unteren Oberjuras genutzt.

**Verwendung**:
A) **Weiß- und Branntkalke**
B) Körnungen für **Baustoffindustrie** (Putze, Mörtel, Terrazzo etc.)
C) Körnungen für **Glasindustrie, Wasseraufbereitung, Futtermittelindustrie** etc.
D) **Mehle** für chemische und sonstige weiterverarbeitende Industrie (Kunststoff, Farben, Lacke etc., Papierindustrie, Rauchgasentschwefelung)
E) **Weißfeinkalk** (gemahlener gebrannter Kalkstein), z. B. für Kalksandstein und Porenbetonstein oder zur Rauchgasentschwefelung
F) **Weißkalkhydrat** (pulvrig) z. B. für Baustoffindustrie (Putz- und Maurermörtel), z. T. als Kalkmilch (Weißkalkhydrat-Suspension) für Wasseraufbereitung.



*Anwendungsgebiete von hochreinen Kalken*

*Gebankte Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation (Steinbruch Merdingen am westlichen Rand des Tunibergs)*

Kalksteine mit unter 90 % liegenden, aber gleichmäßigen Gehalten an $CaCO_3$, können für Branntkalk und für nicht weiße Putze Verwendung finden. Ein möglichst hoher $CaCO_3$-Gehalt und eine **rein weiße Farbe** sind für den Einsatz als Farbpigment, in der Glasindustrie (Weißglas) oder chemischen Industrie (Füllstoffe) von Bedeutung. Schon Eisenoxid-Gehalte im Gestein von 0,05 % können eine optisch deutlich erkennbare **Färbung** des Produkts hervorrufen. Ebenfalls stark färbend wirken Mangan-Beimengungen. Jedes Produkt hat seinen eigenen, vom Hersteller garantierten **Weißgrad**, der anhand eines firmeneigenen Standards überwacht wird.

## Lagerstättenpotenzial

Das Lagerstättenpotenzial der Vorkommen von Hochreinen Kalksteinen für Weiß- und Branntkalke wird folgendermaßen definiert:

**Sehr geringes LP**:

1. Ausreichende Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, geringe Mergelanteile, Zerklüftung kann aber deutlich erhöht sein alt: Gesteinsqualität mittel bis hoch (d. h. Mergelanteil gering, Kalkanteil hoch)
2. Zuckerkörnige Umwandlung oder Verkarstung sind örtlich intensiv ausgeprägt oder müssen aufgrund der geologischen Verhältnisse aus der Nachbarschaft als möglicherweise lokal intensiv prognostiziert werden
3. Nutzbare Mächtigkeiten
    - Oberjura: zwischen 30 und 50 m
    - Korallen- und Nerineenkalk- sowie Hauptrogenstein-Formation: im Mittel 15–30 m
4. Geringe bis mittlere flächenhafte Erstreckung von 10–20 ha
5. Störungen mit größerem Versatz oder Zerrüttungszonen nachgewiesen
6. Am Südlichen Oberrhein tektonische Verkippung der Schichten stellenweise bis über 30°

**Geringes LP**:

1. Ausreichende Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, keine oder geringe Mergelanteile, Zerklüftung kann aber deutlich erhöht sein
2. Zuckerkörnige Umwandlung und Verkarstung sind örtlich deutlich ausgeprägt oder müssen aufgrund der geologischen Verhältnisse aus der Nachbarschaft als möglicherweise lokal intensiv prognostiziert werden
3. Nutzbare Mächtigkeiten
    - Oberjura: im Mittel zwischen 50 und 60 m, teilweise deutlich darüber und darunter
    - Korallen- und Nerineenkalk- sowie Hauptrogenstein-Formation: im Mittel 30–45 m
    - Küstenkonglomerat-Formation: im Mittel 20−50 m

4. Geringe bis mittlere Erstreckung von 20–40 ha, bei geringer Mächtigkeit auch deutlich darüber, bei großer Mächtigkeit auch darunter
5. Keine bedeutenden tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet, aber randlich zum Vorkommen möglich; Hinweise auf Zonen mit intensiver Zerklüftung (Bretterklüftung) sind vorhanden
6. Am Südlichen Oberrhein tektonische Verkippung der Schichten stellenweise 20–30°
7. Das Vorkommen ist verkehrs- und abbautechnisch gut erreichbar und überwiegend im Hangabbau gewinnbar, jedoch ist z. T. auch ein kombinierter Hang-/Kesselabbau notwendig, um die wirtschaftlich notwendige Abbaumächtigkeit zu erreichen
8. Unmittelbare Konflikte mit Siedlungsflächen sind nicht zu erwarten

**Mittleres LP**:

1. Vorwiegend hohe Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, keine oder geringe Mergelanteile, meist geringe Zerklüftung, lokal aber deutlich erhöht
2. Örtlich geringfügige Umwandlung (Zuckerkornlochfels / Dedolomit, Dolomitstein) oder kleinere Vorkommen von Dedolomit, die beim Abbau aber meist ausgehalten werden können; die Verkarstung kann örtlich intensiv sein
3. Hohe bis mittlere nutzbare Mächtigkeiten
    - Oberjura: im Mittel um 60 m und darüber
    - Korallen- und Nerineenkalk- sowie Hauptrogenstein-Formation: im Mittel 30–45 m
    - Küstenkonglomerat-Formation: im Mittel > 50 m
4. Mittlere bis große flächenhafte Erstreckung von 40–60 ha
5. Keine bedeutenden tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet
6. Am Südlichen Oberrhein tektonische Verkippung der Schichten stellenweise 10–20°
7. Das Vorkommen ist verkehrs- und abbautechnisch gut erreichbar und überwiegend im Hangabbau gewinnbar, jedoch ist z. T. auch ein kombinierter Hang-/Kesselabbau notwendig, um die wirtschaftlich notwendige Abbaumächtigkeit zu erreichen
8. Unmittelbare Konflikte mit Siedlungsflächen oder Hauptverkehrswegen sind nicht zu erwarten, die flächenhafte Ausdehnung des Vorkommens ist ausreichend groß, um den erforderlichen Abstand zu Wohngebieten ohne Einschränkung der Rohstoffgewinnung einhalten zu können

**Hohes LP**:

1. Hohe Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, also keine oder sehr geringe Mergelanteile und geringe Zerklüftung
2. Keine oder nur sehr geringfügige Umwandlung in Dedolomit bzw. Zuckerkornlochfels oder Dolomitstein und geringe Verkarstung
3. Hohe nutzbare Mächtigkeiten
    - Oberjura: im Mittel über 80 m
    - Korallen- und Nerineenkalk- sowie Hauptrogenstein-Formation: im Mittel > 45 m
4. Große bis sehr große flächenhafte Erstreckung von 60–80 ha
5. Keine tektonischen Störungen nachgewiesen oder vermutet
6. Am Südlichen Oberrhein tektonische Verkippung der Schichten < 10°
7. Das Vorkommen ist verkehrs- und abbautechnisch gut erreichbar und überwiegend im Hangabbau gewinnbar
8. Unmittelbare Konflikte mit Siedlungsflächen oder Hauptverkehrswegen sind nicht zu erwarten, die flächenhafte Ausdehnung des Vorkommens ist ausreichend groß, um den erforderlichen Abstand zu Wohngebieten ohne Einschränkung der Rohstoffgewinnung einhalten zu können

**Sehr hohes LP**:

1. Hohe bis sehr hohe Materialreinheit und Verbandsfestigkeit, also keine oder sehr geringe Mergelanteile und geringe Zerklüftung
2. Keine oder nur sehr geringfügige Umwandlung in Dedolomit bzw. Zuckerkornlochfels oder Dolomitstein und geringe Verkarstung
3. Korallen- und Nerineenkalk- sowie Hauptrogenstein-Formation: nutzbare Mächtigkeiten im Mittel > 45 m
4. Sehr große flächenhafte Erstreckung von > 80 ha
5. Keine bedeutenden Störungen nachgewiesen oder vermutet
6. Am Südlichen Oberrhein tektonische Verkippung der Schichten < 10°

Hinweis: Für die seltene Situation, dass das überwiegend aus Kalksteingeröllen aufgebaute Küstenkonglomerat zusammen mit den unterlagernden Kalksteinen der Hauptrogenstein-Formation gewonnen werden kann (Bsp. Vorkommen L 8112-13), ist die Aufstellung eines eigenen Lagerstättenpotenzials nicht erforderlich. Für die Bewertung entscheidend ist hier der mengenmäßig deutlich vorherrschende Rohstoff, im Falle des genannten Vorkommens ist dies das rd. 60 m mächtige tertiäre Küstenkonglomerat.

## Literatur

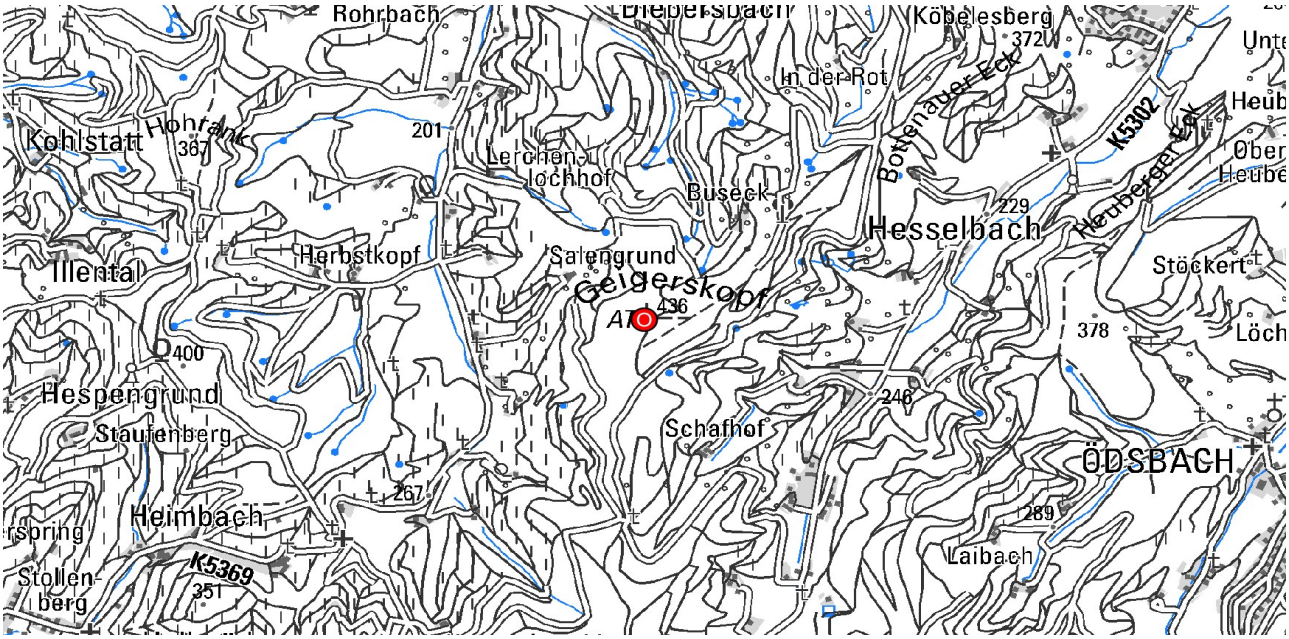

- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Kimmig, B., Werner, W. & Aigner, T. (2001). *Hochreine Kalksteine im Oberjura der Schwäbischen Alb – Zusammensetzung, Verbreitung, Einsatzmöglichkeiten.* – Zeitschrift für Angewandte Geologie, 47, S. 101–108.
- Koch, R. (1994). *Mittlere Schwäbische Alb (Blautal-Geislingen): Neue Interpretation der Massenkalke. – 146. Jahrestagung DGG „Beckenbildung und -inversion in Europa; Endogene und Exogene Faktoren“.* 30 S., Heidelberg. [Exkursionsführer]
- Koch, R., Senowbari-Daryan, B. & Strauss, H. (1994). *The Late Jurassic „Massenkalk Fazies“ of Southern Germany: Calcareous sand piles rather than organic reefs.* – Facies, 31, S. 179–208.
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2006b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2006 – Gewinnung, Verbrauch und Sicherung von mineralischen Rohstoffen.* – LGRB-Informationen, 18, S. 1–202, 1 Kt.
- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2013b). *Rohstoffbericht Baden-Württemberg 2012/2013: Bedarf, Gewinnung und Sicherung von mineralischen Rohstoffen – Dritter Landesrohstoffbericht.* – LGRB-Informationen, 27, S. 1–204.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 24.02.23 - 09:31):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/hochreine-kalksteine-weiss-branntkalke

# Geigerskopf bei Oberkirch




Der Aussichtsturm auf dem Geigerskopf (435 m NN) bei Oberkirch-Bottenau erhielt aufgrund des bunt angestrichenen Metallgeländers den Namen „Regenbogenturm“. Die im Jahr 2000 eröffnete 20 m hohe Stahlkonstruktion ist bereits der vierte Turm an dieser Stelle. Die Aussichtsplattform ermöglicht einen weiten Blick in die Ortenau und den Nordschwarzwald. Im Süden erfolgt der Übergang zum Mittleren Schwarzwald.

Geologisch wird das Bergland der Umgebung größtenteils vom Oberkirch-Granit, einem grobkörnigen, rötlich verwitternden Biotitgranit aufgebaut. Im Norden sieht man die im Talausgang der Rench gelegene Stadt Oberkirch. Am dahinter gelegenen Schwarzwaldanstieg ist die Ruine Schauenburg zu erkennen. Aus nördlicher Richtung mündet bei Oberkirch das Ringelbachtal ein. Im Westen blickt man über das Bottenauer Tal auf einen langgezogenen Bergrücken mit der Burg Staufenberg, in die Oberrheinebene und bis zu den Vogesen. Am Westrand des Schwarzwalds, im Übergang zum Oberrheingraben, besitzen die Granit-Bergrücken nur geringe Höhen unter 400 m NN. Es handelt sich um im Zuge der Rheingrabenbildung abgesunkene Schollen. Durch tektonische Verwerfungen, wie sie beispielsweise durch das Bottenauer Tal verlaufen, sind sie von den höheren Schwarzwaldbergen getrennt.

*Der Aussichtsturm auf dem Geigerskopf bei Oberkirch*

Die ausgedehnten Wälder des nördlichen Talschwarzwalds gehen in den klimatisch milden Unterhanglagen am Rand der Oberrheinebene direkt in Weinberge über. Aufgrund der hohen Niederschläge bieten die Granitböden trotz ihres geringen Wasserspeichervermögens gute Standorte für den Weinbau. An flacheren Unterhängen, z. B. an den ostexponierten Hängen des Bottenauer Tals, wurde im Eiszeitalter Löss abgelagert. Die daraus hervorgegangenen Böden sind generell für die Landwirtschaft sehr gut geeignet.

Blickt man Richtung Schwarzwald, dann sieht man mit den höchsten Höhen in der Ferne den Rand der Buntsandstein-Schichtstufe. Als höchster Berg des Nordschwarzwalds ragt dabei die langgezogene Hornisgrinde (1164 m NN) im Nordosten besonders hervor. Eine markante Erhebung im Südosten ist der an seinem Aussichtsturm zu erkennende Mooskopf (871 m NN). Im Südwesten geht der Blick über das Durbachtal hinweg zum Brandeckkopf (686 m NN). Er ist aus dem nach ihm benannten Brandeck-Quarzporphyr (Rhyolith) aufgebaut.

*Westlich vom Geigerskopf blickt man auf Schloss Staufenberg und über die Offenburger Rheinebene zu den Vogesen*

## Weiterführende Links zum Thema

- Standortkundlicher Weinbauatlas Baden-Württemberg

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 07.11.23 - 16:20):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/ausgewaehlte-aussichtspunkte/schwarzwald/geigerskopf-bei-oberkirch

# Kiese und Sande

*Kiese und Sande des Oberrheingrabens*

Aufgrund der geologischen Verhältnisse in Baden-Württemberg und der Verbreitung der Lockergesteine konzentriert sich die Gewinnung von Kiesen und Sanden inkl. Quarzsande auf zwei Schwerpunktgebiete. Im Westen des Landes erstrecken sich im Oberrheingraben von Mannheim bis nach Lörrach mächtige Vorkommen Quartär-zeitlicher Kiese und Sande. Im Südosten des Landes sind im Alpenvorland zwischen Ulm und dem Bodensee mächtige Kieslager sowohl in quartären als auch in tertiären Lockersedimentablagerungen vorhanden. Die übergeordnete Rohstoffgruppe der Kiese und Sande wird unterschieden in (a) **Kiese, sandig** und (b) **Sande, z. T. kiesig** inkl. Quarzsande, Mürbsandsteine und Gruse der Grundgebirge. Diese werden im Nass- oder Trockenabbau gewonnen und üblicherweise direkt vor Ort aufbereitet.

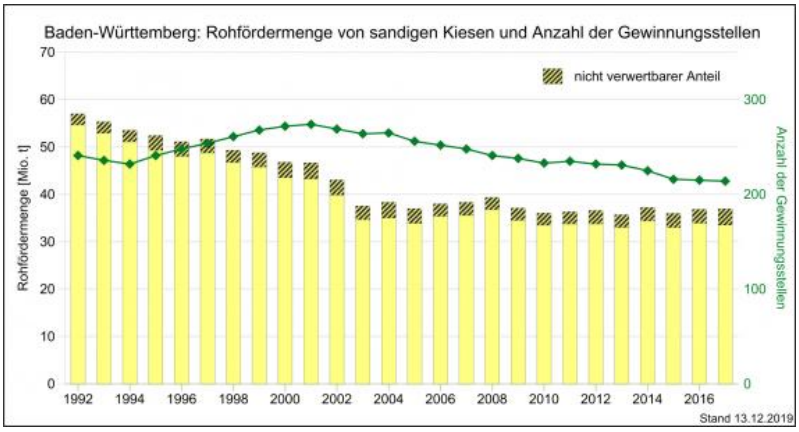
Die **Rohfördermenge der sandigen Kiese** betrug im Jahr 2017 landesweit etwas mehr als 36,9 Mio. t. Daraus wurde abzüglich des nicht verwertbaren Anteils eine verkaufsfähige Produktion von rund 33,5 Mio. t generiert. Die Rohfördermengen von sandigen Kiesen haben seit 1992 um 35,2 % bzw. rund 20,1 Mio. t abgenommen. Der Rückgang erfolgte hauptsächlich im Zeitraum 1992–2003; seitdem hat sich die Kiesrohfördermenge auf einem langjährigen Mittel (2003–2017) von rund 37,2 Mio. t stabilisiert. Die Rohfördermengen verteilen sich wie folgt auf die beiden Hauptgebiete der Kies- und Sand-Gewinnung: Im Oberrheingraben wurden im Jahr 2017 rund 18,3 Mio. t gewonnen, im Alpenvorland rund 16,1 Mio. t und in den sonstigen Regionen 2,6 Mio. t (inkl. Gruse).

*Gewinnung im Trockenabbau in der Kiesgrube Schaffhausen*

*Übersichtskarte mit Lage der Gewinnungsstellen von Kiesen und Sanden in Baden-Württemberg und Angabe von Fördermengenklassen*

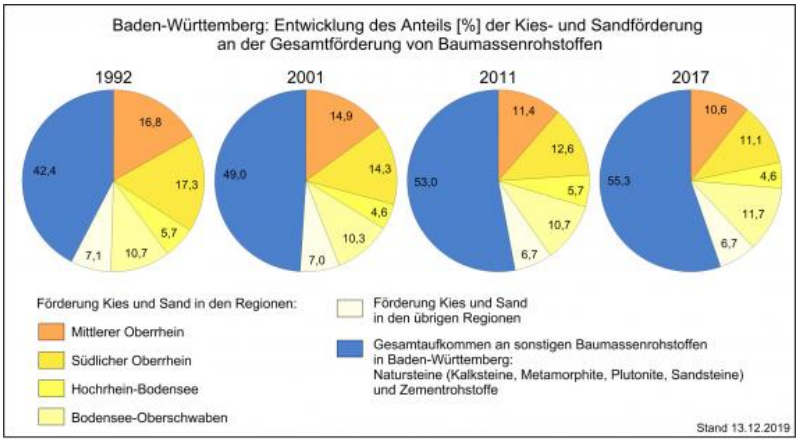
Kiese und Sande der verschiedenen Regionen Baden-Württembergs stellen einen wichtigen Anteil am Gesamtaufkommen der Baumassenrohstoffe. Die Rohfördermengen an Kiesen und Sanden nehmen allerdings ab. Jedoch entwickeln sich die Kiese und Sande sowie die Natursteine in den Regionen nicht gleichmäßig, sondern weisen deutliche Unterschiede auf. Zum besseren Vergleich der Entwicklung sind die Prozentanteile der Förderung an Kiesen und Sanden der verschiedenen Regionen für die Jahre 1992, 2001, 2011 und 2017 dargestellt. So ist seit 1992 der Anteil der Kiese und Sande aus den Regionen Mittlerer und Südlicher Oberrhein an den Baumassenrohstoffen gesunken, während der Anteil der Regionen Bodensee-Oberschwaben und Hochrhein-Bodensee im Alpenvorland sich kaum verändert hat. Bei anderen Rohstoffgruppen wie bei Natursteinen oder Zementrohstoffen stieg der Anteil an der Gesamtförderung von Baumassenrohstoffen.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau 



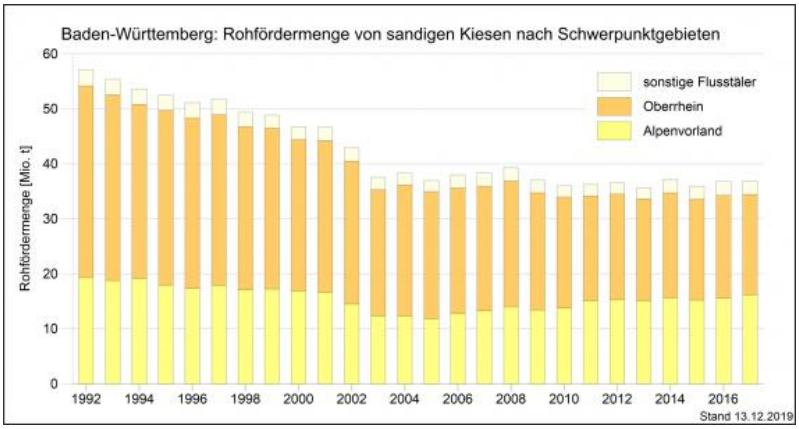

*Rohfördermengen und Anzahl der Gewinnungsstellen (grüne Linie) an sandigen Kiesen in Baden-Württemberg im Zeitraum 1992–2017.*

Die **Anzahl der Gewinnungsstellen für sandige Kiese** ist in Baden-Württemberg seit 2001 von ihrem Hochstand von 274 Betrieben auf 214 in Betrieb befindliche Gewinnungsstellen im Jahr 2017 gesunken. Das entspricht einer Abnahme von 21,9 %. In den Jahren 2011 bis 2013 schien sich die Entwicklung leicht zu verlangsamen. Die Anzahl an Gewinnungsstellen für Kiese hat inzwischen den tiefsten Stand seit Beginn der Datenerhebung im Jahr 1992 erreicht.




*Die Entwicklung des Anteils der Kies- und Sandförderung am baden-württembergischen Gesamtaufkommen von Baumassenrohstoffen für die Jahre 1992, 2001, 2011 und 2017.*

Die Rohstoffgruppe der Sande, z. T. kiesig beinhaltet sowohl die Quarz- und Bausande der Graupensandrinne in der tertiären Molasse des Alpenvorlands als auch die Mürbsandsteine (Stubensandstein, Kieselsandstein) des Keupers. Die Vorkommen quarzreicher Sande sind üblicherweise klein, heterogen und rinnenförmig angelegt und fallen bei Eignung zur Herstellung von feuerfesten Erzeugnissen oder Ferrosilizium unter das Bergrecht.

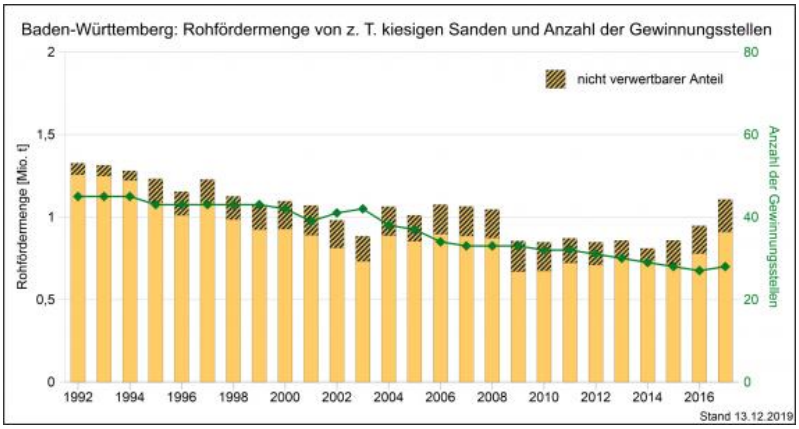



*Rohfördermengen an Kiesen und Sanden aus den Schwerpunktgebieten (Oberrhein, Alpenvorland und sonstige Flusstäler) der Kiesförderung in Baden-Württemberg für den Zeitraum 1992–2017.*

Dafür ist in der Regel ein Quarzgehalt von über 80 % nötig. Außerdem werden unter den Sanden auch alle Gewinnungsstellen für Gruse aus dem verwitterten Grundgebirge zusammengefasst. Selbstverständlich ist die Gewinnung von Sanden nicht auf Sandgruben beschränkt, auch die schon beschriebenen Kiesgruben gewinnen bei der Aufbereitung der Kiese nicht zu vernachlässigende Mengen an Sand. Der größte Teil der tatsächlichen Sandproduktion fällt dementsprechend als Nebenprodukt der Kiesaufbereitung an.

*Sandgrube (auch „Sandbruch“) Kernen-Stetten im Stubensandstein*

Die **Rohförderung an Sanden, z. T. kiesig** inkl. Quarzsanden, Mürbsandsteinen und Grusen betrug im Jahr 2017 rund 1,1 Mio. t. Die Rohförderung hat demnach seit dem Jahr 2014, als rund 0,81 Mio. t gewonnen wurden, um 36,5 % zugenommen und beträgt erstmals seit 2008 wieder über eine Mio. t. Das entspricht dem langjährigen Mittel der Rohförderung seit 2003 von rund 0,94 Mio. t. Aus der Rohförderung der Sande wurden im Jahr 2017 rund 0,91 Mio. t verkaufsfähige Produkte hergestellt. Der **nicht verwertbare Anteil der Sandförderung** unterliegt seit Beginn der systematischen Erfassung sehr markanten Schwankungen. Dabei handelt es sich in der Regel um tonige Sedimente oder um grobe Einschaltungen von Nagelfluh, Holz oder Torf. Der nicht verwertbare Anteil der Rohförderung liegt, außer im Zeitraum 2012–2014, als die Werte deutlich zurückgingen, schon seit dem Jahr 2000 bei über 15 %. Für das Jahr 2017 wurde ein nicht verwertbarer Anteil von etwa 16,5 % registriert, er hat sich somit seit 2014 mehr als verdoppelt.




*Rohfördermengen an z. T. kiesigen Sanden inkl. Quarzsanden, Mürbsandsteinen und Grusen sowie Anzahl der Gewinnungsstellen (grüne Linie) an Kiesen in Baden-Württemberg im Zeitraum 1992–2017.*

Die **Anzahl der Gewinnungsstellen für Sande, z. T. kiesig** inkl. Quarzsande, Mürbsandsteine und Gruse ist in Baden-Württemberg seit 1992 von 45 auf 28 in Betrieb befindliche Betriebe gesunken. Somit sind seit dem Jahr 1992 fast 38 % der Gewinnungsstellen weggefallen. Der Rückgang um 17 Abbaustätten ist hauptsächlich auf die Abnahme von Gewinnungsstellen im Mürbsandstein zurückzuführen, deren Anzahl seit 1992 kontinuierlich absank. Die Anzahl der Gewinnungsstellen für die z. T. kiesigen Sande (ohne Mürbsandstein und Gruse) war bis 2005 entgegen dem allgemeinen Trend von 16 auf 24 angestiegen und ist seitdem wieder auf 16 Gewinnungsstellen gesunken.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 14.04.21 - 15:59):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffnutzung/rohfoerderung-produktion-nach-rohstoffgruppen/kiese-sande

# Geotourismus

Baden-Württemberg hat geologisch viel zu bieten. Das geotouristische Angebot reicht von Besucherbergwerken, Höhlen, Museen und Lehrpfaden bis zu ausgewiesenen Geotopen und bietet vielfältige Möglichkeiten sich den Themen Geologie und Landschaftsgeschichte zu nähern.

Geotope sind erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde oder des Lebens vermitteln. Sie umfassen Aufschlüsse von Gesteinen, Böden, Mineralien und Fossilien sowie natürliche Landschaftsteile. Schutzwürdig sind Geotope mit besonderer erdgeschichtlicher Bedeutung, Seltenheit, Eigenart oder Schönheit. Für Wissenschaft, Forschung und Lehre sowie für Natur- und Heimatkunde sind sie Dokumente von besonderem Wert. Geotopschutz ist der Bereich des Naturschutzes, der sich mit Erhaltung und Pflege schutzwürdiger Geotope befasst. Die fachlichen Aufgaben der Erfassung und Bewertung von Geotopen sowie die Begründung von Vorschlägen für die Ausweisung neuer schutzwürdiger Geotope werden in Deutschland von den Staatlichen Geologischen Diensten, in Baden-Württemberg also vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg, wahrgenommen. Der Vollzug erfolgt durch die Landkreise als Untere Naturschutzbehörden.

Baden-Württemberg gehört geologisch zu den abwechslungsreichsten Gebieten Deutschlands. Die Schichtenfolge reicht von den ältesten Kristallingesteinen im Schwarzwald über nur kleinräumig vorhandenes Devon und Karbon, das Perm, die gesamte Trias, den Jura, das Tertiär und bis zum Quartär. Lediglich die Kreidezeit, in der Baden-Württemberg Abtragungsgebiet war, hat keine Ablagerungen hinterlassen.

Im Zuge der Entstehung der Alpen und des Oberrheingrabens kam es zur Heraushebung von Schwarzwald und Vogesen sowie einer Schrägstellung des Deckgebirges. Durch die unterschiedliche Härte und Widerstandsfähigkeit der Gesteine gegenüber der Erosion bildete sich eine Schichtstufenlandschaft heraus. Harte Kalk- oder Sandsteine wurden als Schichtflächen herauspräpariert, weiche Ton- und Mergelgesteine bilden die dazwischenliegenden Hänge. Gleichzeitig füllte sich südlich der Donau das Molassebecken mit Abtragungsschutt aus den Alpen. Hinzu kommen der permische Vulkanismus in Schwarzwald und Odenwald und der jungtertiäre Vulkanismus im Oberrheingebiet, im Hegau und auf der Schwäbischen Alb. Als Besonderheit sind im Osten der Schwäbischen Alb die kraterähnlichen Hohlformen von Nördlinger Ries und Steinheimer Becken durch Asteroideneinschläge entstanden.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Baden-Württemberg weist weltberühmte Fossillagerstätten auf. Die Fundstellen Holzmaden, Öhningen, Höwenegg, Nusplingen oder jüngst auch Eislingen haben in der Paläontologie klangvolle Namen. Bedeutend für die Menschheitsgeschichte sind die Funde der Urmenschen *Homo erectus heidelbergensis* und *Homo erectus steinheimensis* sowie die urgeschichtlichen Höhlenfunde von der Schwäbischen Alb.

*Arietites (Arietenkalk-Formation, Unterjura) im Felsbett der Steinlach in Ofterdingen*

Seit dem frühen Mittelalter, teilweise sogar bereits seit der Römerzeit, setzte im Grundgebirge von Schwarzwald und Odenwald ein intensiver Bergbau zumeist auf silberhaltige, in Gängen vorkommende Erze ein, worauf sich der frühe Reichtum von Städten wie Freiburg begründet.

Cookie-Einstellungen

---

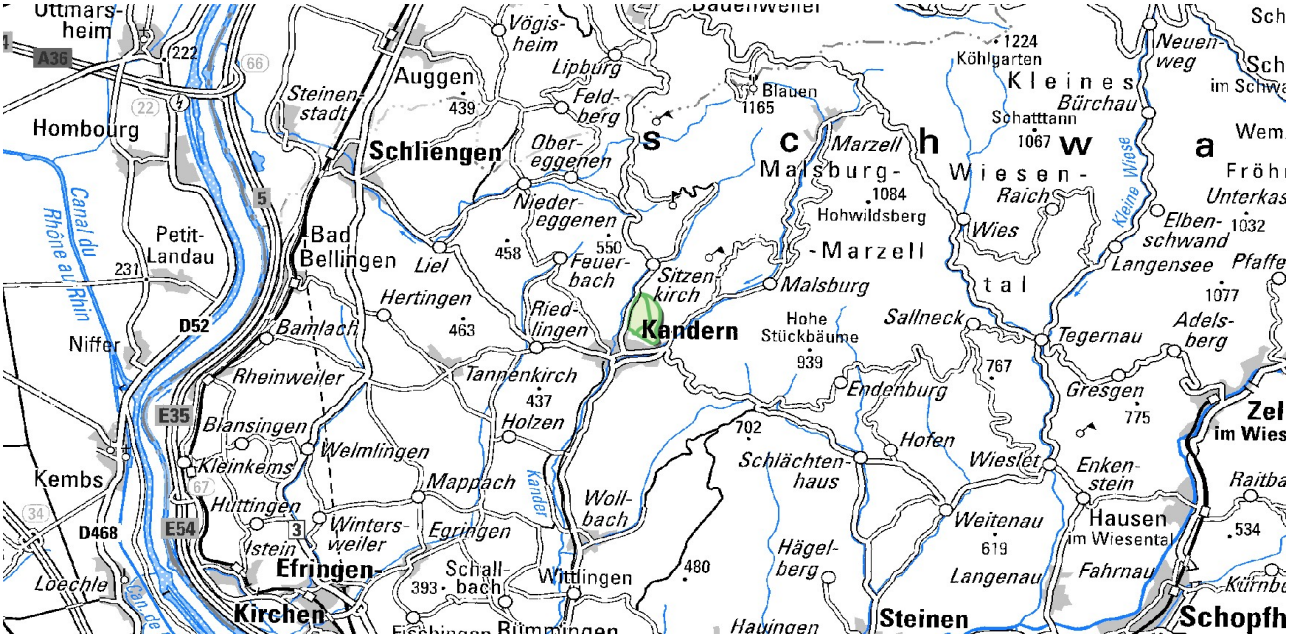
**Quell-URL (zuletzt geändert am 27.07.23 - 13:37):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus

# Ornatenton-Formation

**Verbreitungsgebiet**: Kanderner Vorbergzone

**Erdgeschichtliche Einstufung**: Ornatenton-Formation (jmOR), Mitteljura

(Hinweis: Die Rohstoffkartierung liegt noch nicht landesweit vor. Der Bearbeitungsstand der Kartierung lässt sich in der Karte über das Symbol „Themenebenen“ links oben einblenden.)




## Lagerstättenkörper

Im Bereich der Kanderner Vorbergzone treten die Sedimente der Ornatenton-Formation in **einzelnen kleineren Vorkommen** im Bereich von Mauchen über Liel bis Riedlingen auf.

## Gestein

**Tonmergelsteine:** blaugrau, schwach sandig, glimmerführend, pyritreich. Vor allem im unteren Teil der Folge treten lagenweise bis faustgroße **Kalkkonkretionen** auf, die eine Verziegelung des Materials behindern können.

*Übersicht über die ehemalige Tongrube Kandern-Ost*

## Petrographie

Für die Ornatenton-Formation liegen aus der Kanderner Vorbergzone keine Analysenergebnisse vor. Aus dem Bereich bei Gruibingen liegen Röntgenfluoreszenzanalysen des LGRB an drei Proben aus der Ornatenton-Formation (jmOR) aus einer Bohrung der Deutschen Bahn (BO7423/67, 1997) vor:

| Chemie | Anteil [%] |
|---|---|
| $SiO_2$ | 46,20 |
| $TiO_2$ | 0,75 |
| $Al_2O_3$ | 14,28 |
| $Fe_2O_3$ | 5,39 |
| MnO | 0,04 |
| MgO | 2,48 |
| CaO | 11,30 |
| $Na_2O$ | 0,12 |
| $K_2O$ | 3,07 |
| $P_2O_5$ | 0,14 |
| Glühverlust | 15,3 |

## Mächtigkeiten

**Geologische Mächtigkeit**: Die Mächtigkeit erreicht ihre größten Werte im Gebiet von Hechingen-Balingen mit **35–40 m**. Nach Südwesten nehmen die Schichtmächtigkeiten rasch ab. Von der Mittleren Alb sind Werte von **20–25 m** bekannt. Bei Aalen sind es noch um **12 m**, bei Bopfingen nur noch **2–3 m** (Geyer & Gwinner, 1991; Geyer et al., 2011). Im Süden, wo die Mächtigkeit der Ornatenton-Formation (jmOR) rasch abnimmt, wird sie faziell durch die Wutach-Formation ersetzt. Nur die jüngsten Abschnitte der Ornatenton-Formation greifen noch als dünne, tonige Decke darüber hinweg bis an den Hochrhein. Die Obergrenze der Ornatenton-Formation wird im südlichen Oberrheingebiet am Top des **3–5 m** mächtigen Anceps-Oolith gezogen.

*Der Anceps-Oolith trennt die Renggeritone von den Tonsteinen der Ornatenton-Formation.*

**Genutzte Mächtigkeit**: Diese betrug in der Tongrube Kandern-Ost (RG 8211-1) insgesamt etwa **30–35 m**. Der an der Basis liegende Macrocephaten-Oolith – ein grauer, pyritführender, oolithischer, ca. **1 m** mächtiger Mergelkalkstein – muss beim Abbau zur Gewinnung von Ziegeleirohstoffen ausgehalten werden. Über der Ornatenton-Formation folgt der Anceps-Oolith (gebankter bis plattiger, eisenoolithischer, ca. **2–3 m** mächtiger Mergelkalkstein), der beim Abbau ebenfalls ausgehalten werden muss. In der Tongrube Kandern-Ost (RG 8211-1) wurden zusätzlich die oberen **10 m** der Ornatenton-Formation genutzt.

## Gewinnung und Verwendung

**Gewinnung**: Ein Abbau erfolgte bis zum Jahr 1998 in der Tongrube Kandern-Ost (RG 8211-1).

**Verwendung**: Das Material aus der Tongrube Kandern-Ost (RG 8211-1) ist zusammen mit der gleichen Menge an Lösslehm und der Hälfte der Menge an Opalinuston zu **güteüberwachten Dachziegeln** und zugehörigen Formstücken verarbeitet worden.

## Externe Lexika

LITHOLEX
- Ornatenton-Formation

## Literatur


- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg.* 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Geyer, O. F. & Gwinner, M. P. (1991). *Geologie von Baden-Württemberg.* 4. Aufl., 482 S., Stuttgart (Schweizerbart). [255 Abb., 26 Tab.]


Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 12.05.22 - 16:09):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffe-des-landes/ziegeleirohstoffe-grobkeramische-rohstoffe/ornatenton-formation

# Kaiserstühler Tuffstein

## Übersicht, Verbreitung, Geologie

Der wichtigste Naturwerkstein des Kaiserstuhls ist der umgangssprachlich als „Tuffstein“ bezeichnete alkalibasaltische Pyroklastit. Es handelt sich um einen jungtertiären Lapillituff tephritischer bis phonolitischer Zusammensetzung. Das größte Verbreitungsgebiet von Tephritlaven und -pyroklastiten ist der westliche Kaiserstuhl. In die Tephrite sind Phonolith schmelzen stockförmig intrudiert.

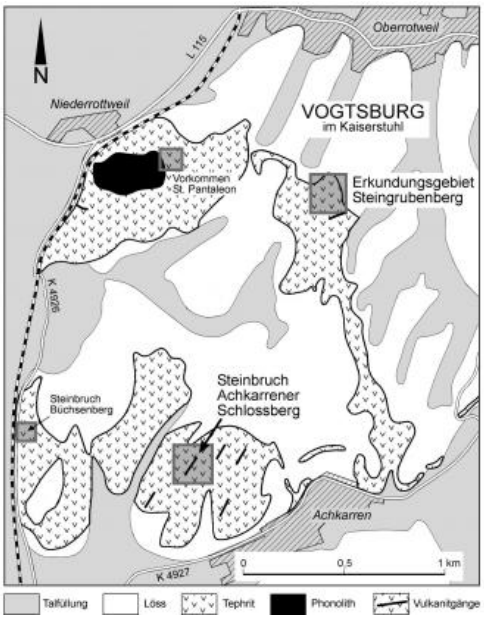
*Typischer Kaiserstühler Tuffstein von Achkarren*

Der Kaiserstühler Tuffstein wird seit fast zwei Jahrtausenden für Bauzwecke verwendet. Schon römische Legionäre nutzten dieses Gestein für ihr Kastell auf dem Breisacher Münsterberg (vgl. Abschnitt: Verwendung). Bekannt ist dieser Tephrit-Pyroklastit durch die vielen steinsichtigen Mauern und Türme der Breisacher Altstadt, besonders aber durch das spätromanische bis gotische Breisacher Münster St. Stephan. Im Kaiserstuhl sind viele Weinbergsmauern aus diesen dunklen Pyroklastiten errichtet. Wegen ihren wärmespeichernden Eigenschaften und ihrer Bedeutung als Lebensraum für Insekten und Kriechtiere steigt die Wertschätzung dieser Gesteine trotz der im Vergleich zu Lössterrassen oder Betonbauwerken höheren Kosten.

## Geologisches Alter, Entstehung

Bei der mehrfachen Ausbruchstätigkeit des Kaiserstuhl-Stratovulkans vor 19–16 Mio. Jahren entstanden mächtige Decken aus Tephrit-Pyroklastiten und Laven; die geologische Karte zeigt den westlichen Kaiserstuhl, in dem die meisten Tephritsteinbrüche zu finden sind. Die nach Erosion verbliebene maximale Restmächtigkeit der Tephritdecken beträgt heute noch ca. 150 m (Wimmenauer, 2003). Nach der Ablagerung kam es durch hydrothermale Prozesse im noch heißen - Lapillituff zur Bildung von Zeolithen und Karbonatmineralen (zumeist wohl aus dem vulkanischen Glas), die zur unterschiedlich guten Verfestigung der Pyroklastite führten. Intrusionen von Tephrit- und Essexit-Gängen sowie Setzungs- und Rutschungsvorgänge störten die Gesteinsverfestigung, so dass gut verfestigte Bereiche nur geringe Ausdehnung aufweisen. Sie müssen durch detaillierte Erkundung ermittelt werden.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau




*Geologische Karte des Gebiets zwischen Oberrotweil und Achkarren im westlichen Kaiserstuhl*

## Gesteinsbeschreibung

Bei den Kaiserstühler Tuffsteinen handelt es sich um schwarze, dunkelgraue bis rötlich braune, plagioklasreiche, pyroklastische Alkaligesteine meist tephritischer Zusammensetzung. Je nach Größe und Anteil der Komponenten sind sie als Aschen-, Lapilli- und Bombentuffe, Tuffbrekzien oder vulkanische Agglomerate zu bezeichnen. Hauptminerale der Tephrit-Pyroklastite des Kaiserstuhls sind Augit, Ca-reiche Plagioklase, Magnetit, Leucit und Nephelin, selten tritt Olivin auf. Die feinkristalline, blasenreiche Grundmasse besteht vor allem aus Plagioklas und Foiden, daneben können noch Gesteinsgläser erhalten sein. Hämatit, der das Gestein rostrot färbt, hat sich oberflächennah aus dem Magnetit und dem Eisengehalt der augitischen Pyroxene gebildet. Bei der hydrothermalen Umwandlung durch im heißen Vulkan vagabundierende Wässer und durch Verwitterung der vulkanischen Gläser in der Matrix sind vor allem Karbonate und Zeolithe wie Chabasit und Phillipsit entstanden (Keller, 1964; Wimmenauer, 2003, 2009a, b).

## Technische Eigenschaften

Das **Porenvolumen** der am Breisacher Münster und anderen Bauwerken der Umgebung verbauten Tephrit-Pyroklastite schwankt von ca. 8–30 Vol.-%, der Mittelwert liegt etwa bei 19 % (Grassegger & Mausfeld, 1998; Mausfeld et al., 1998). Die Größe der Poren in Matrix und Komponenten variiert zwischen 50 µm und einigen mm. Die maximale **Wasseraufnahme** der Pyroklastit-Rohblöcke vom Achkarrener Schlossberg wurde unter drucklosen Atmosphärenbedingungen zu 5,8 M.-% bestimmt (MPA Stuttgart). Die Druckfestigkeit variiert zwischen ascheartiger Matrix und den aus Lavabruchstücken bestehenden Komponenten erheblich. Grassegger & Mausfeld (1998) ermittelten für die Matrix einen Mittelwert von 36 MPa, bei Komponenten erreicht sie Maximalwerte bis 114 MPa. Die Spaltzugfestigkeit wurde im oberflächennah oxidierten roten Tephrit zu 1,7 MPa, im schwarzen zu 2,1–2,9 MPa ermittelt.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Abbaugebiete

Große Steinbrüche wurden am Büchsenberg südlich von Niederrotweil, am Kirchberg bei St. Pantaleon östlich von Niederrotweil, am Schlossberg bei Achkarren und am Steingrubenberg bei Oberrotweil sowie zwischen Burkheim und Sponeck angelegt, wo sich die sog. Tulla-Steinbrüche über fast 1 km Länge aneinanderreihen. Im Breisacher Stadtgebiet und am Eckartsberg befinden sich ebenfalls zahlreiche alte Tephritsteinbrüche, welche jedoch überbaut oder weitgehend verfüllt sind. Weitere Informationen, speziell zur Ausdehnung der Tephritdecken im Kaiserstuhl, sind bei Wimmenauer (2003, 2009a, b) zu finden.

## Verwendung

*Weinbergsmauer bei Achkarren*

Vulkanische Tuffsteine wurden im Kaiserstuhl und seiner Umgebung vor allem dort in beachtlichem Umfang verwendet, wo großformatige Werkstücke für den Bau benötigt wurden. „Tephrit-Pyroklastite waren in sakralen und weltlichen Bauten des Mittelalters das bevorzugte Material regelmäßig geformter Quader, Tür- und Fensterrahmen“ (Wimmenauer, 2009a, S. 129). Beste Beispiele sind das Breisacher St. Stephansmünster und die Tore, Türme und großen Wehrmauern der alten Reichsstadt Breisach. Auch für die Kirchen in Niederrotweil und Burkheim sowie für viele profane Bauten in den Kaiserstühler Orten wurde Tephrit eingesetzt. Selbst für mittelalterliche Kanonenkugeln, für im 18. Jh. bis nach Straßburg gehandelte Ofenplatten und sogar für ornamentierte Taufsteine griff man auf Tephrit-Pyroklastite zurück (Wimmenauer, 2009a, b). Wie eingangs erwähnt, sind die vulkanischen Tuffsteine das Hauptbaumaterial für die Weinbergsmauern in den ausgedehnten Weinlagen des Kaiserstuhls.

Schon zu römischer Zeit fanden Kaiserstühler Tuffsteine Verwendung: Die romanischen Teile des Breisacher Münsters, also Langhaus, Querhaus, Nord- und Untergeschoss des Südturms, stehen auf den Mauern eines römischen Kastells (Schmidt-Thomé, 1972; Nuber & Zagermann, 2006). Während der letzten archäologischen Grabung im Praetorium wurde festgestellt, dass für die römischen Mauern vor allem schwarzer Tephrit, daneben aber auch Buntsandstein verwendet wurde. Nach Auskunft von M. Zagermann (Mitt., März 2008) handelt es sich bei den angetroffenen Gesteinen um die gleichen, die im nahen römischen Oedenburg bei Biesheim ausgegraben wurden. Die im Provinzialrömischen Institut der Universität Freiburg aufbewahrten Gesteine der Grabung am Münsterberg sind schwarze, augitreiche Tephrit-Laven und rote, stark verkieselte, z. T. konglomeratische Grobsandsteine des Buntsandsteins, wie sie am Hochrhein bei Degerfelden und Schopfheim auftreten (Werner, 2008). Die Tephrit-Laven von Oedenburg stammen nach Untersuchungen von Wimmenauer (2004) wahrscheinlich vom Fohrenberg bei Ihringen, also von den Steinbrüchen des Kaiserstuhls, die Breisach am nächsten liegen.

Letzte größere Bauwerke, bei denen der vulkanische Tuffstein aus dem westlichen Kaiserstuhl verwendet wurde, sind z. B. der Bahnhof in Breisach, der in den Jahren 1913/1914 erbaut wurde, und die ebenfalls Anfang des 20. Jh. errichteten Geschäfts- und Wohnhäuser in der Kaiser-Joseph-Str. 263 und Kartäuser Str. 13 in Freiburg. Auch auf dem Freiburger Hauptfriedhof befinden sich einige Grabdenkmale aus pyroklastischen Gesteinen vom Kaiserstuhl: Graubrauner Tephrit -Pyroklastit vom Typus Achkarren wurde 1915 verarbeitet, rote, grobe und stark kavernöse Pyroklastite, wie sie bereichsweise am Büchsenberg auftreten, wurden in der Zeitspanne 1915–1944 verwendet (Werner, 2008).

## Aktuelle Gewinnung und Bezugsmöglichkeiten

Der Kaiserstühler Tuffstein wird aktuell nirgends gewonnen, die Bezugsmöglichkeiten beschränken sich daher in der Regel auf die Wiederverwertung von Gesteinen, die durch Abbruch- oder Baumaßnahmen anfallen. Allerdings fand 2004/2005 ein Abbau dieser Gesteine zu Zwecken der Restaurierungsarbeiten am Breisacher Münster auf der Nordseite des Achkarrener Schlossbergs statt, der belegt, dass durch Wiederinbetriebnahme geeigneter alter Steinbrüche zumindest für Renovierungsarbeiten (Denkmalpflege, Erhaltung von Weinbergsmauern) wieder ausreichend Material bereitgestellt werden könnte.

## Potenzial

Im Zuge der Erkundungsarbeiten für die Austauschmaßnahmen am Breisacher Münster wurden zahlreiche Kaiserstühler Steinbrüche auf ihr Werksteinpotenzial hin untersucht. Der an der Straße Niederrotweil–Achkarren liegende, 1950 stillgelegte Steinbruch am Büchsenberg eignet sich aus geologischen und technischen Gründen nicht für eine Wiederinbetriebnahme zur Werksteingewinnung, weil es sich um eine mit 45° nach Westen fallende Wechselfolge von wenig verfestigten Tephrit-Laven und -Pyroklastiten handelt. Das Vorkommen von Tephrit-Agglomeraten am Steingrubenberg bei Oberrotweil erwies sich nach bohrtechnischer Erkundung als ungünstig für die Gewinnung von Ersatzgesteinen zur Restaurierung, weil die Blockgröße deutlich zu gering ist. Am ca. 1920 stillgelegten Steinbruch am Achkarrener Schlossberg gelang hingegen der Nachweis geeigneter Gesteine für die Restaurierung (Werner, 2008), ebenso konnten in den Tulla-Steinbrüchen bei Burkheim geeignete Gesteine (Größe, Haltbarkeit) festgestellt werden.

## Exkurs: Renovierung des Breisacher Münsters

Das Breisacher St. Stephans Münster, eine bedeutende spätromanische bis gotische Basilika, wurde zum einen aus grobem Tephrit-Pyroklastit des Kaiserstuhls und zum anderen aus Buntsandstein vom Hochrhein erbaut. Während der Renovierungsphase nach dem Zweiten Weltkrieg wurde auch Roter Mainsandstein verwendet. Sandstein und Tephrit-Pyroklastit wurden in der Zeit zwischen 1185 und 1490 oft in blockweisem Wechsel eingebaut. Der Kaiserstühler Tuffstein wurde im Mittelalter aus verschiedenen Steinbrüchen bei Breisach und vom westlichen Kaiserstuhl auf dem Landweg, der Buntsandstein aus dem Gebiet Degerfelden–Schopfheim (südliches Markgräflerland und Hochrhein, vgl. Südschwarzwälder Buntsandstein) mit Rheinschiffen herangeschafft (Werner, 2008).

*Das Breisacher St. Stephansmünster*

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts werden werksteinfähige Vulkanite vom Typus des Kaiserstühler Tephrits nirgends mehr – auch nicht in anderen europäischen Vulkangebieten – gewonnen. Daher war es erforderlich, Tephrit-Pyroklastite durch die Wiederinbetriebnahme eines geeigneten historischen Bruches für die Erhaltung des Bauwerks zu beschaffen. Als Hauptprobleme bei der Bereitstellung von Originalmaterial für dieses Renovierungsprojekt sind zu nennen:

- knapper Zeitrahmen
- knappe Finanzen
- schwierige Lagerstättenverhältnisse
- schlechte Aufschlussverhältnisse im Kaiserstuhl
- starke Nutzungskonkurrenzen, vor allem durch den Natur- oder Landschaftsschutz (europäisches Vogelschutzgebiet)

Die Schadenskartierung am Münster ergab, dass mindestens 100 $m^3$ einbaufähiger Tephrit-Pyroklastit zur Renovierung benötigt würden. Aufgrund der unregelmäßigen Form gewinnbarer Rohblöcke in den vulkanischen Ablagerungen, der häufigen Einschaltung großer Basaltbomben im Pyroklastit und wegen der bei einem oberflächennahen Abbau zu erwartenden feinen verwitterungsbedingten Risse im Gestein bedeutete dies, dass 500–1000 $m^3$ gelöst werden müssten, um die geforderte Menge von ca. 100 $m^3$ bereitstellen zu können. Die Maßnahmen zur Erkundung und Gewinnung von Kaiserstühler Tuffstein lassen sich in fünf **Arbeitsschritte** gliedern:

**Phase 1 (1997–2001)**: Die Suche nach den Originalsteinbrüchen begann seitens zweier beauftragter Hochschulinstitute aus Freiburg und Stuttgart unter Verwendung petrographischer Methoden. Im Vordergrund stand die Überlegung, dass ein Nachweis eines historischen Liefersteinbruchs durch Vergleich der Gesteinskomponenten im Mauerwerk und in den Steinbrüchen der erste und wichtigste Schritt bei der Festlegung des künftigen Abbaugebiets sei. Aufgrund des mikroskopisch ermittelten Mineralbestandes kamen die alten Steinbrüche am Steingrubenberg bei Oberrotweil in die engere Wahl. Einzelne aus dem Hangschutt entnommene Proben zeigten nach den Untersuchungen der Institute auch günstige gesteinsphysikalische Werte.

Wegen der schwierigen Geländesituation und der Planung der bevorstehenden Aufschlussarbeiten wurde der Geologische Landesdienst hinzugezogen. Das LGRB empfahl aufgrund der im Gelände erkennbaren bisherigen Nutzungsverhältnisse (mehrere benachbarte kleine Steinbrüche, verhältnismäßig große Abraumhalden, keine Zufahrtswege, teure Rekultivierung von engen Weinbergswegen), zunächst mittels Kernbohrungen zu prüfen, ob hinter den stark verbrochenen Steinbruchwänden ausreichende Mengen gut verfestigter Gesteine anstehen, um einen Probeabbau rechtfertigen zu können. Zwei vom LGRB nach Detailkartierung und Vermessung angesetzte schräge Kernbohrungen vom Hügelplateau bis hinter die Steinbruchwände wiesen nach, dass dieses Vorkommen keine ausreichenden Blockgrößen liefern würde (Beschreibung bei: Werner, 2008). Das Pyroklastit-Vorkommen am Steingrubenberg bei Oberrotweil besteht überwiegend aus lockeren bis halbverfestigten vulkanischen Ablagerungen, nämlich tephritischer Asche, Lapilli und Bomben sowie aus vulkanischen Gängen.

**Phase 2 (2002–2003)**: Die weitere Erkundung konzentrierte sich nun auf den Tephrit-Pyroklastit des Achkarrener Schlossbergs (s. geologische Karte des westlichen Kaiserstuhls). Geländebegehungen und Gesteinsvergleiche an Bauwerken zeigten nämlich, dass Bauwerke wie der Bahnhof in Breisach (erbaut 1913/1914) und die ebenfalls Anfang des 20. Jh. errichteten Geschäfts- und Wohnhäuser in Freiburg (vgl. Abschnitt: Verwendung) aus dem Pyroklastit vom Achkarrener Schlossberg errichtet worden waren. Im Dezember 2001 wurden mittels eines tragbaren Bohrgeräts bis 40 cm lange und 10 cm dicke Bohrkerne aus der Steinbruchwand entnommen. Analog zum Material vom Steingrubenberg wurden diese Proben einer Klimasimulation unterzogen: In 45 Belastungszyklen von jeweils 12 Stunden Dauer wurden die Proben beregnet, auf minus 20° abgekühlt (Frostdauer: 5,5 Stunden) und dann auf 60 °C erwärmt. Die maximale Wasseraufnahme unter drucklosen Atmosphärenbedingungen wurde mit 5,8 % festgestellt. Das Gestein wurde daraufhin von der MPA Stuttgart als „weitgehend frostsicher und physikalisch verwitterungsstabil“ eingestuft.

*Tephrit-Pyroklastit vom Achkarrener Schlossberg im westlichen Kaiserstuhl*

Zusätzlich wurden zahlreiche Großproben am LGRB mit Gesteinssägen in Quader und Platten gesägt, um die Verbandsfestigkeit an größeren Probenmengen mit kostengünstigen Methoden zu testen. Dünnschliffuntersuchungen zeigten ergänzend, dass die Kornbindung der vulkanischen Bruchstücke (Asche, Tephra) ebenso gut war wie in Vergleichsstücken von intakten Blöcken aus dem Mauerwerk des Münsters. In einem LGRB-Gutachten wurden die Ergebnisse zusammengefasst und empfohlen, im nächsten Schritt einen Probeabbau durchzuführen, um vor allem die Dichte von Trennflächen an einem frischen Aufschluss bestimmen und erste frische Probeblöcke entnehmen zu können.

**Phase 3**: Genehmigungsverfahren: Ein aufwendiges, rund zwei Jahre dauerndes Genehmigungsverfahren schloss sich an, zu dem auch ein vogelkundliches und ökologisches Gutachten gehörte. Wegen der Zugvögel durfte der Abbau in diesem europäischen Vogelschutzgebiet nur im Zeitraum Dezember bis März durchgeführt werden. Eine weitere Besonderheit ist der rings um den Steinbruch auftretende, geschützte Flaumeichen-Elsbeerenwald, der zu den seltensten Pflanzengesellschaften Mitteleuropas gehört. Es wurde daher von der Umweltbehörde gefordert, Erkundungsmaßnahmen mittels Baggerschürfen und den späteren Gesteinsabbau auf eine möglichst geringe Fläche zu begrenzen. Zahlreiche Treffen, Besprechungen im Gemeinderat und im Münsterbauverein folgten. Beteiligt an der genehmigungsrechtlichen und organisatorischen wie technischen Vorbereitung waren insgesamt 11 Parteien (Auftraggeber, Gemeinde, Genehmigungsbehörden, Gutachter, Forst, Abbaufirmen).

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

**Phase 4**: Probeabbau: Im November 2003 wurde vom zuständigen Landratsamt ein Probeabbau genehmigt, der Mitte Dezember 2003 begonnen wurde. Nach Beseitigung von Boden und Hangschutt mit einem schweren Bagger konnte ein etwa 10 x 20 m großer Bereich mit geeignet erscheinendem Gesteinsmaterial festgestellt werden, andere Bereiche im freigelegten Bereich schieden aus. Großproben für gesteinsphysikalische Untersuchungen und für die versuchsweise Bearbeitung durch einen Steinmetzbetrieb wurden entnommen. Danach wurde vom LGRB eine rohstoffgeologische Beurteilung des viertägigen Probeabbaus am Achkarrener Schlossberg vorgelegt, in dem auch die günstigste Abbaumethode empfohlen wurde.

*Tuffsteinabbau am Achkarrener Schlossberg*

**Phase 5**: Hauptabbau: Am 18. Februar 2004 wurde mit dem Hauptabbau begonnen. Zur schonenden Gewinnung wurde eine auf Gleise montierte, schwenkbare Schrämsäge mit einem 2,2 m langen Sägeschwert eingesetzt, die im kompakten vulkanischen Gestein eine Vortriebsgeschwindigkeit im Mittel von 6 cm pro Minute erreichte. Das Gestein der nach dem Sägevorgang verbliebenen schmalen Brücken wurde mittels wassergefüllten Druckkissen gespalten. Mit dieser schonenden Abbaumethode wurden innerhalb von zwei Monaten vier 6–10 m breite und 2 m tiefe Sohlen angelegt. Vor Ort wurden die gewonnen Blöcke sofort in drei Qualitäten separiert. Der Abbau dauerte bis zum 21. März 2004. Rohstoffgeologisches Ergebnis des Gesteinsabbaus: Der Abbau am Achkarrener Schlossberg legte unter einer 0,8 m mächtigen Auflage von Boden und Löss eine geschichtete Abfolge von groben Pyroklastiten mit eingeschalteten Aschelagen frei, die 30° nach Osten einfällt. Die Auflockerungszone war zwischen 1 und 1,5 m, die Aufwitterungszone 3–4 m mächtig. Entlang von sich überschneidenden Kluftsystemen griff die Auflockerung stellenweise aber auch 5–6 m tief ins Gebirge hinein. Wie erwartet, nahm die Gesteinsqualität mit zunehmender Abbautiefe aufgrund des abnehmenden Verwitterungseinflusses zu. Mit einer Schnittfläche von 610 $m^2$ wurden rund 570 $m^3$ Gestein gelöst. Insgesamt konnten mit dieser Methode etwa 130 $m^3$ Gestein gewonnen werden, welche für Steinmetzarbeiten geeignet erschienen.

Die bearbeitungsfähigen Blöcke von 0,5 bis ca. 2,5 $m^3$ Größe wurden in ein Zwischenlager gebracht. Die zu kleinen oder für die Bearbeitung ungeeigneten Blöcke wurden separat gelagert und später zur Reparatur von Weinbergsmauern im Rahmen der von der Naturschutzbehörde gewünschten Ausgleichsmaßnahme sowie zur Teilverfüllung der Entnahmestelle verwendet. Ein Abschnitt der Abbauwand blieb als Geotop erhalten. Es ist nicht auszuschließen, dass das Vorkommen zu einem späteren Zeitpunkt auch für andere Renovierungsmaßnahmen an historischer Bausubstanz wieder genutzt wird, zumal aufwändige Voruntersuchungen nicht mehr nötig wären.

*Rohblöcke aus Kaiserstühler Tuffstein im Lager bei Breisach*

**Fazit**: Es gelang trotz der knappen Zeit, der schwierigen Genehmigungssituation und den komplizierten geologischen Verhältnissen, neues geeignetes Werksteinmaterial dieser ungewöhnlichen Beschaffenheit in akzeptabler Zeit und mit vertretbaren finanziellen Mitteln zu beschaffen. Die Ersatzgesteine konnten in ausreichender Menge und Qualität bereitgestellt werden. Die Kosten für die Natursteinbeschaffung – inkl. Bohrprogramm und Probeabbau – lagen bei rund einem Viertel der Kosten für die Steinmetzarbeiten. Damit erwies sich die eigenverantwortliche Materialbeschaffung im Vergleich zum ausschließlichen Einkauf von Gesteinen als die günstigere Variante. Aus Sicht der Denkmalpflege ist die Verwendung von Originalmaterial sowieso der von Gesteinen aus unterschiedlichen Herkunftsorten oder -ländern vorzuziehen, zumal für weitere Sanierungsarbeiten, die künftig nötig sein können, auf die selbe Lagerstätte zurückgegriffen werden kann.

*Treppenturm des Breisacher Münsters*

## Kurzfassung

Der wichtigste Naturwerkstein des Kaiserstuhls ist der als „Kaiserstühler Tuffstein“ bezeichnete Lapillituff tephritischer Zusammensetzung. Er entstand nach den explosiven Ausbrüchen des jungtertiärzeitlichen Stratovulkans durch hydrothermale Mineralisierung des Porenraums der basaltischen Pyroklastite. Das größte Verbreitungsgebiet von Tephritlaven und -pyroklastiten ist der westliche Kaiserstuhl. Bekannt ist dieses ungewöhnliche Werksteinmaterial durch das Breisacher Münster St. Stephan und die vielen steinsichtigen Mauern und Türme der Breisacher Altstadt. Auch für die Kirchen in Niederrotweil und Burkheim sowie für viele Häuser und Höfe in den Kaiserstühler Orten wurde der Tephrit -Pyroklastit eingesetzt. Die Tuffsteine stellen das Hauptbaumaterial für die Weinbergsmauern in den ausgedehnten Weinlagen des Kaiserstuhls dar. Verwendung fanden diese auch am Bahnhof in Breisach, an Geschäfts- und Wohnhäusern in Freiburg sowie für Grabmale. In den 1940er Jahren wurde der Abbau von Tephrit-Pyroklastiten für Bau- und Werksteine eingestellt. Da nirgends in Europa vergleichbare vulkanische Werksteine gewonnen werden, wurde zur umfangreichen Renovierung des Breisacher Münsters im Jahr 2004 ein Steinbruch am Achkarrener Schlossberg reaktiviert, der belegt, dass nach sorgfältiger Erkundung noch Werksteinlagerstätten dieses Vulkanits erschlossen werden können.

## Literatur

- Grassegger, G. & Mausfeld, S. A. (1998). *Sankt Stephans Münster Breisach.* – Snethlage, R. (Hrsg.). Denkmalpflege und Naturwissenschaft, Natursteinkonservierung II (BMFT), S. 307–333, Stuttgart (Fraunhofer IRB Verlag). [13 Abb.]
- Keller, J. (1964). *Zur Vulkanologie des Burkheim-Sponeck-Gebiets im westlichen Kaiserstuhl.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 54, S. 107–130, 1 Kt. [14 Abb.]

- Mausfeld, S., Grüner, F. & Grassegger, G. (1998). *Zerstörungsprozesse an Kaiserstühler Tuffen des Breisacher Münsters: Kartierung, Petrographie und Geochemie.* – Manuskript, S. 1–16, Stuttgart (Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg). [unveröff.]
- Nuber, H. U. & Zagermann, M. (2006). *Der neue Plan des römischen Großbaus im Bereich des Münsterplatzes in Breisach, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald.* – Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg, 2006, S. 108–111.
- Schmidt-Thomé, P. (1972). *Sankt Stephan in Breisach.* – Diss. Univ. Freiburg, Teil 1 + 2, 237 S., 8 Pläne, Freiburg i. Br. [unveröff.]
- Werner, W. (2008). *Erkundung, Neugewinnung und Verwendung eines seltenen historischen Werksteins: Kaiserstühler Tephrit-Pyroklastit für das Breisacher Münster (Südlicher Oberrhein, Baden-Württemberg).* – Siegesmund, S. & Snethlage, R. (Hrsg.). Denkmalgesteine – Festschrift Wolf-Dieter Grimm, S. 74–94, Hannover (Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 59). [19 Abb., 1 Tab.]
- Wimmenauer, W. (2003). *Erläuterungen zum Blatt Kaiserstuhl.* – 5. völlig neu bearbeitete Aufl., Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, IX + 280 S., 8 Taf., 4 Beil., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [26 Abb., 14 Tab.]
- Wimmenauer, W. (2004). *Vulkanische Gesteine des Kaiserstuhls in römischen Bauten der Oberrheinregion.* – Archäologisches Korrespondenzblatt, 34, S. 255–261. [12 Abb.]
- Wimmenauer, W. (2009a). *Vulkanische Gesteine und Minerale des Kaiserstuhls in Bauten und Kunstwerken.* – Grassegger, G., Patitz, G. & Wölbert, O. (Hrsg.). Tagungsband Natursteinsanierung Stuttgart 2009, S. 127–321, Stuttgart (Fraunhofer IRB Verlag). [7 Abb.]
- Wimmenauer, W. (2009b). *Magmatische Gesteine und ihre Minerale.* – Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.). Der Kaiserstuhl – Einzigartige Löss- und Vulkanlandschaft am Oberrhein, S. 94–130, Ostfildern (Thorbecke). [64 Abb., 2 Tab.]


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 23.01.23 - 08:18):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/kaiserstuehler-vulkanite-tuffstein-phonolith-karbonatit/kaiserstuehler-tuffstein

# Oberrheintal-Quartär

Lithostratigraphische Untergruppe

## Allgemeines

### Übergeordnete Einheit

Quartäre Süßwasserablagerung

*Blick in die Oberrheinebene bei Ehrenkirchen südlich von Freiburg i. Br., im Hintergrund links die Vorbergzone und die ansteigenden Schwarzwaldhänge bei Staufen*

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

Das Oberrheintal-Quartär beinhaltet die fluvialen Lockersedimente des Oberrheingrabens und der Unterläufe der einmündenden Schwarzwaldflüsse.

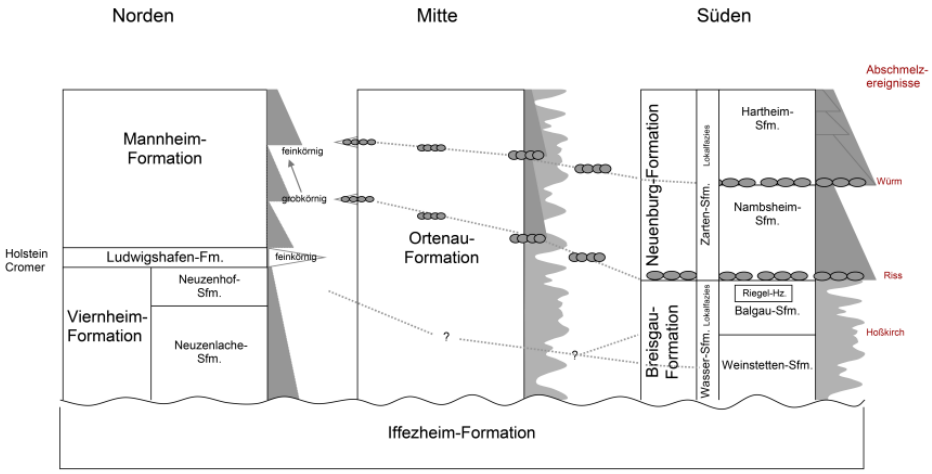
## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Direkt an der Oberfläche sind in der Oberrheinebene großflächig holozäne Auensedimente verbreitet, die in der Untergruppe „Junge Talfüllung“ beschrieben werden. Die daneben häufig in Oberflächennähe auftretenden spätglazialen Hochflutsedimente werden, abgeleitet aus der Bodenkarte, als eigene Kartiereinheiten ausgewiesen:

- **Hochflutsand:** Hochwasserabsätze mit deutlicher, sandiger Körnungskomponente, die in den Überflutungsbereichen der pleistozänen Flüsse hinterlassen wurden
- **Hochflutlehm:** lehmige Hochwasserabsätze mit dominierender schluffiger bis toniger Körnungskomponente, die in den Überflutungsbereichen der pleistozänen Flüsse hinterlassen wurden

Die Untergliederung des Oberrheingrabens in einen südlichen, mittleren und nördlichen Abschnitt erfolgt entsprechend des tektonischen Baus sowie der lithologischen Ausbildung und Mächtigkeit der pliozänen und quartären Sedimente. Der Charakter der Lockersedimente ändert sich Richtung Norden auch mit zunehmender Sortierung und Mischung des Materials durch Schüttungen vom Grabenrand. In den Tälern der Nebenflüsse des Rheins (z. B. Zartener Becken, Kinzigtal oder Schuttertal) bestehen die Schotter ausschließlich aus Schwarzwaldmaterial. Mit zunehmender Entfernung vom Grabenrand nimmt ihr Anteil zur Grabenmitte hin ab und es dominieren alpine Komponenten.

Im südlichen Oberrheingraben wird die Iffezheim-Formation von der quartären Breisgau-Formation überlagert, darüber folgt die Neuenburg-Formation. Im mittleren Oberrheingraben besteht die quartäre Grabenfüllung über der Iffezheim-Formation ausschließlich aus der Ortenau-Formation. Im nördlichen Oberrheingraben folgt über der Iffezheim-Formation die Viernheim-Formation, die von der Ludwigshafen-Formation und der Mannheim-Formation überlagert wird.




*Gliederung der Quartärstratigraphie im Oberrheingraben*

# Nördlicher Oberrheingraben

Die Sedimentabfolge im nördlichen Oberrheingraben beginnt an der Basis mit der Iffezheim-Formation, die aus Lokalmaterial besteht. Darüber folgen die alpin geprägten Ablagerungen des Rheins, die sich (von unten nach oben) in die Viernheim-Formation, Ludwigshafen-Formation und Mannheim-Formation gliedern lassen. Diese Gliederung ist maßgeblich durch das Zusammenwirken von tektonischen Bewegungen und Sedimentanlieferung gesteuert.

*Abbauwand mit Kies- und Sandlagen des Neckars (Länge der Messlatte 3 m).*

Die mächtige Viernheim-Formation ist von kiesig-sandigen Abfolgen aufgebaut, sie bestehen aus einem bunten Spektrum an alpinen Geröllen und typisch grauem Sand. Die Ludwigshafen-Formation wird von bindigen Feinsedimenten dominiert, in die im unteren Abschnitt manchmal grobklastische Lagen v.a. aus Buntsandstein eingelagert sind. Mit einer markanten lithologischen Grenze und häufig mit erosivem Kontakt folgt darüber die grobkörnige Mannheim-Formation, die nach oben zunehmend aus Lokalmaterial besteht.

Die **Mannheim-Formation** besteht aus Kiesen und sandigen Kiesen bis Mittelsanden, das Material stammt entweder aus den Alpen oder vom Grabenrand. Neben grauen, kalkigen Sanden oder bunten Kiessanden sind seltener feinkörnige Hochflutsedimente erhalten (Ellwanger, 2010a). Lokalmaterial kommt insbesondere im Bereich der in das Rheintal einmündenden Schwemmfächer vor (Gerölle des Buntsandsteins und Muschelkalks, dazu kommen an der Neckarmündung wenige Keupersandsteine und Oberjurakalke; Ellwanger et al., 2012a). An der Neckarmündung sowie am Grabenrand bestehen die Ablagerungen aus Grobsedimenten, die teils Kiese, Steine, Diamikte bis hin zu Blöcken enthalten (Ellwanger, 2010a).

Das alpine Einzugsgebiet ist im Schwermineralspektrum durch die instabilen Schwerminerale Granat, Epidot, grüne Hornblende und Alterit charakterisiert. Lokale Einzugsgebiete werden durch das stabile Spektrum mit Zirkon, $TiO_2$-Minerale und Turmalin abgebildet. Sind beide Einzugsgebiete kombiniert, dominiert das alpine Spektrum (Hagedorn & Boenigk, 2008; Hoselmann, 2008).

Die **Ludwigshafen-Formation** ist im nördlichen Oberrheingraben mit Ausnahme des südöstlichen Bereichs auf der gesamten Grabenscholle verbreitet. Sie fehlt auf der Randscholle und tritt nicht an der Oberfläche in Erscheinung.

*Grauer Feinsand der Ludwigshafen-Formation, Walldorf*

Die Ludwigshafen-Formation besteht aus fluvial und limnisch geprägten Sedimenten, die häufig mit Sanden beginnen und mit der Bildung eines organischen Horizontes enden. Es überwiegt eine Abfolge von kalkhaltigen grauen bis dunkelgrauen Schluffen und Tonen, in die abschnittsweise fluviatile und untergeordnet äolische Sande eingeschaltet sind. Lokal können Schwemmfächersedimente von den westlichen und östlichen Grabenrändern auftreten. Es sind meist Hochflutsedimente sowie lakustrine Sedimente. Charakteristisch sind humose Bereiche, die auch vereinzelt Torflagen enthalten können. Gröber klastische Sedimente sind im Bereich der Neckarmündung verbreitet (Weidenfeller, 2010).

Die lithologische Ausbildung der Ludwigshafen-Formation ändert sich von Süden nach Norden. Im Süden überwiegen Sande, wobei im äußersten Süden Sand aller Körnungen vorherrscht, der sich nach Norden mit Fein- und Mittelsanden verzahnt. Im Norden ist die Ludwigshafen-Formation meist tonig-schluffig ausgebildet.

Nordwestlich von Bruchsal sowie in zunehmendem Maße südlich von Leopoldshafen und in zahlreichen weiteren Gebieten ist die Ludwigshafen-Formation nicht durchgehend ausgebildet und somit bereichsweise eine hydraulische Verbindung zwischen den gröber klastischen Sedimenten der Viernheim- und der Mannheim-Formation vorhanden.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Das Schwermineralspektrum der gut bis sehr gut sortierten Sande entspricht - mit Ausnahme der stabilen Spektren der Schwemmfächersedimente - der alpinen Fazies: Mit einem Anteil zwischen 75 und 90 % des gesamten Schwermineralspektrums dominieren die instabilen Schwerminerale Granat, Epidot, grüne Hornblende und Alterit. Untergeordnet treten braune Hornblende und Pyroxen auf (Hagedorn & Boenigk, 2008; Hoselmann, 2008). Das stabile Spektrum (Zirkon, $TiO_2$-Minerale und Turmalin) ist mit 10–20 % beteiligt.

*Die Ludwigshafen-Formation (graues Feinsediment) in der Bohrung BK 1A Hauf, darüber die Mannheim-Formation, darunter die Viernheim-Formation*

Die **Viernheim-Formation** besteht aus einer Wechselfolge von Kiesen, Sanden und schluffig-tonigen Feinsedimenten, im unteren Abschnitt können Torflagen enthalten sein. Dabei dominieren die sandigen Abschnitte. Das Material stammt überwiegend aus den Alpen (meist Sande und Fein- bis Mittelkiese). Diese grünlich-grauen Sande in alpiner Fazies sind sehr gut sortiert, haben einen Karbonatgehalt von bis zu 30 % sowie charakteristische Anteile an Hellglimmer (Hoselmann, 2010). Im Neckarschwemmfächer bei Heidelberg dominiert Lokalmaterial. Die Viernheim-Formation wird in zwei Subformationen unterteilt:

- Die liegende **Neuzenhof-Subformation** besteht aus mehreren Grob/Fein-Zyklen, beginnend mit Kies-Sand über Sand und Schluff bis zu tonigen und torfigen Sedimenten oben. Dies geht auf wechselnde Ablagerungsenergien zurück und einem guten Erhaltungspotential für die gesamte Faziesabfolge von groben Rinnenfüllungen bis zu organogenen Altwasser - und feinkörnigen Aueablagerungen.
- Die hangende **Neuzenlache-Subformation** ist durch gleichkörnige Kiessande und Sande gekennzeichnet, die für eine langanhaltend gleichmäßige Ablagerungsdynamik typisch sind.

In den Bohrungen Ludwigshafen-Parkinsel wird die alpine Fazies der Viernheim-Formation wiederholt durch sandige, karbonatfreie Schüttungen aus den westlich gelegenen Buntsandsteingebieten des Pfälzerwalds unterbrochen (Hagedorn & Boenigk, 2008; Weidenfeller & Knipping, 2008).

Im Schwermineralspektrum dominieren die alpinen Minerale Granat, grüne Hornblende, Epidot und Alterit (Hagedorn & Boenigk, 2008; Hoselmann, 2008).

## Mächtigkeit

- **Mannheim-Formation:** Die Mächtigkeit nimmt generell von Süden nach Norden und von Westen nach Osten zu. Die größte Mächtigkeit erreicht die Mannheim-Formation im Heidelberger Raum mit ca. 70 m. Entlang des Rheins bleibt die Mächtigkeit nach Norden bis etwa auf die Höhe von Hockenheim in diesem Schwankungsbereich, weiter nördlich nimmt sie gebietsweise auf ca. 30 m zu.
- **Ludwigshafen-Formation:** Die Mächtigkeit schwankt zwischen wenigen Metern und über 60 m. Im Raum Karlsruhe–Speyer schwankt die Mächtigkeit zwischen wenigen Metern im Süden und 10–25 m im Nordwesten. In Richtung des Subsidenzzentrums des Heidelberger Beckens nimmt die Mächtigkeit zu und erreicht dort 70 m, was in der Forschungsbohrung UniNord 1 in Heidelberg nachgewiesen wurde (Ellwanger et al., 2008).
- **Viernheim-Formation:** Die Mächtigkeit der Viernheim-Formation schwankt je nach Lage im nördlichen Oberrheingraben und nimmt von wenigen Zehnermetern am westlichen Grabenrand zum Zentrum des Heidelberger Beckens auf mehr als 150 m zu.

## Alterseinstufung

- **Mannheim-Formation:** Die Kiese und sandigen Kiese bis Mittelsande der Mannheim-Formation wurden im Mittel- bis Spätpleistozän abgelagert (Lauer et al., 2010a, 2010b). Holozäne Lagen sind für gewöhnlich nicht abgrenzbar. In der Bohrung Kronau wurde im unteren Teil der Mannheim-Formation eine frühe und mittlere Phase des Holstein-Interglazials erfasst (Litt et al., 2003).
- **Ludwigshafen-Formation:** Die feinkorn-dominierte Abfolge der Ludwigshafen-Formation wurde im Mittelpleistozän (Cromer bis Holstein) abgelagert. Die Alterseinstufung erfolgte aufgrund von biostratigraphischen Untersuchungen und radiometrischen Datierungen (Weidenfeller, 2010).
- **Viernheim-Formation:** Die Abfolge aus alpin beeinflussten Kiesen, Sanden und Feinsedimenten wurde im ausgehenden Pliozän über das Frühpleistozän bis in das Mittelpleistozän (Cromer) abgelagert. Die Alterseinstufung erfolgte aufgrund von biostratigraphischen Untersuchungen, Schwermineralanalysen, Bohrlochgeophysik und radiometrischen Datierungen (Hoselmann, 2010).

## Ältere Bezeichnungen

- **Mannheim-Formation:** Die Mannheim-Formation wurde früher als Oberes Kieslager (OKL) und Obere kiesig-sandige Abfolge (OksA) nach hydrogeologischer Gliederung bezeichnet.
- **Ludwigshafen-Formation:** Früher gebräuchliche Bezeichnungen für die Ludwigshafen-Formation sind Ladenburg-Horizont, Oberer Zwischenhorizont (OZH), Oberer Ton bzw. Tonig-schluffiger Trennhorizont.
- **Viernheim-Formation:** Früher wurde die Viernheim-Formation unter dem Namen „Weinheim-Schichten“ zusammengefasst. Unter der Neuzenhof-Subformation (Untere Viernheim-Schichten) werden die älteren Bezeichnungen von „Untere sandig-schluffige Abfolge oben“ bzw. „Unteres Kieslager“ und „Unterer Zwischenhorizont“ bzw. „Untere Zwischenschicht“, sowie „Mittlere sandig-kiesige Abfolge unten“ und „Zwischenhorizont 3“ subsumiert. Die Neuzenlache-Subformation (Obere Viernheim-Kiessande) ersetzt die älteren Benennungen „Mittlere sandig-kiesige Abfolge oben“ bzw. „Mittleres Kieslager“ und „Zwischenhorizont 2“.

# Mittlerer Oberrheingraben

Das Verbreitungsgebiet der **Ortenau-Formation** reicht von Offenburg bis südlich von Karlsruhe (HGK, 1978; Wirsing et al., 2007). Es wird bereichsweise durch Störungen begrenzt. Dies ist z. B. am Vorbergzonenrand zwischen Ortenberg und Achern der Fall. Im Norden fehlt die Ortenau-Formation auf der östlichen Randscholle.

Am westlichen Rand des zentralen Oberrheingrabens entspricht die Abfolge eher der Gliederung des Nordgrabens, am östlichen Rand entsprechend jener des Südgrabens. Soweit möglich sollte eine dieser differenzierten Gliederungen verwendet werden. Nur wenn an guten Bohrproben keines der beiden Muster in der Abfolge erkennbar ist, sollten sie als Ortenau-Formation eingestuft werden. Nicht weiter differenzierbare Bohraufnahmen sollten in die „Oberrheintal-Subgruppe“ eingestuft werden (Ellwanger, 2011c).

Im zentralen Oberrheingraben besteht die Ortenau-Formation aus schwach schluffigen sandigen Kiesen überwiegend alpiner Herkunft. Nach unten nimmt der Sand- und Schluffanteil häufig leicht zu. Gelegentlich ist die Abfolge etwas steinig, aber auch reine Sandlagen können enthalten sein. Charakteristisch ist eine relativ geringe Lithofazies-Differenzierung (Ellwanger, 2011c). Die Gerölle stammen aus den Alpen, dem Schwarzwald und den Vogesen.

Am Übergang vom Oberrheingraben in die Schwarzwaldtäler nimmt der Anteil an Lokalmaterial aus dem Schwarzwald an der Zusammensetzung der Ortenau-Formation zu. Die Talfüllungen bestehen vollständig aus Lokalmaterial. Im unteren Abschnitt sind die kristallinen Gerölle lokalen Ursprungs in der Regel stärker zersetzt und verbacken (z. B. im Kinzigtal und im Kinzigschwemmfächer) was zu einer dichten Lagerung der sandig-schluffigen Kiese führt.

Im Schwermineralspektrum wird das alpine Einzugsgebiet durch die instabilen Schwerminerale Granat, Epidot, grüne Hornblende und Alterit abgebildet. Lokale Einzugsgebiete werden durch das stabile Spektrum mit Zirkon, $TiO_2$-Minerale und Turmalin repräsentiert. Meist dominiert das alpine Spektrum (Hagedorn, 2004; Hagedorn & Boenigk, 2008; Hoselmann, 2008).

## Mächtigkeit

Die Mächtigkeit der **Ortenau-Formation** variiert stark. Mit bis zu 120 m ist sie in der Region Offenburg/Straßburg in Rheinnähe am größten (Bohrung Kehl-Marlen; Brost & Ellwanger, 1991). Nach Norden verringert sie sich zur Karlsruher Schwelle hin deutlich. Dort beträgt die Gesamtmächtigkeit der Ortenau-Formation nur noch ca. 30 bis 40 m.

## Alterseinstufung

Die Sedimentation der **Ortenau-Formation** setzt mit alpinem Material im ausgehenden Pliozän ein und wurde während des gesamten Quartärs fortgeführt.

# Südlicher Oberrheingraben

Die **Neuenburg-Formation** ist flächenhaft von der südlichen Landesgrenze bis etwa Offenburg im Norden verbreitet. Südlich des Kaiserstuhls fehlt die Neuenburg-Formation am östlichen Grabenrand im Markgräfler Hügelland zwischen Heitersheim–Sulzburg und Müllheim sowie auf den beiden Hochschollen Krozinger/Schlatter Berg und Biengener Berg. Sie fehlt ebenfalls im Bereich der Mengener Brücke zwischen dem Markgräfler Land und der Freiburger Bucht. Diese sanfte Geländeerhebung besteht oberflächlich aus einer mächtigen Lössschicht, über Breisgau-Formation oder direkt über tertiären Schichten (vornehmlich der Pechelbronn-Formation).

*Die Neuenburg-Formation in einer Bohrung bei Rhinau*

Die Neuenburg-Formation besteht aus überwiegend unverwittertem („frischem"), alpinem Kies und Schotter (bis Block-Größe) mit meist wenig Sand- und nur geringen Schluffanteilen. Der grobe Kies ist locker bis sehr locker gelagert, stellenweise sind Rollkieslagen eingeschaltet. Im Süden des Markgräfler Landes treten im basalen Abschnitt der Neuenburg-Formation nagelfluhartig verkittete Lagen auf. Petrographisch zeigt die Neuenburg Formation ein hoher Anteil an grauen Karbonatgeröllen der nördlichen Kalkalpen und eine bunte Mischung an Gesteinen des Helvetikums und des Penninnikums. Untergeordnet ist Lokalmaterial, vornehmlich Kristallingesteine des Südschwarzwalds und in geringem Maße Gerölle aus den Sedimentabfolgen der Vorbergzone beigemischt. Karbonate aus dem Schweizer Jura und Vulkanite des Kaiserstuhls sind selten.

Mit zunehmender Entfernung vom Rhein nimmt der Anteil an Schwarzwaldkomponenten zu. Am östlichen Grabenrand besteht die Neuenburg-Formation meist ausschließlich aus Schwarzwaldkomponenten. Im Schwermineralspektrum wird das alpine Einzugsgebiet durch die instabilen Schwerminerale Granat, grüne Hornblende, Epidot und Alterit abgebildet. Lokale Einzugsgebiete werden durch das stabile Spektrum mit Zirkon, $TiO_2$-Minerale und Turmalin repräsentiert (Hagedorn, 2004).

*Die Neuenburg-Formation in einer Bohrung bei Eschbach*

Innerhalb der alpin geprägten Sequenzen nimmt die fluviale Ablagerungsdynamik von Süden nach Norden ab. Dies spiegelt sich in einer Abnahme der Korngröße der Gerölle nach Norden wider.

Südlich des Kaiserstuhls sind in der Neuenburg-Formation eine untere und eine obere Groblage zu erkennen, die innerhalb einer stärker sanddominierten Abfolge liegen. Anhand dieser beiden Grobschüttungen wird die Neuenburg-Formation in folgende Subformationen unterteilt:

- **Hartheim-Subformation** (oben)
- **Nambsheim-Subformation** (unten)

Stellenweise beginnt die Transgression der Groblagen mit „frischen Kiesen und Sanden" oberhalb der Breisgau-Formation (invers gradiert; Ellwanger, 2011b). Die beiden Grobhorizonte werden nach Ellwanger (2003) als Schmelzwasser-Eventlagen interpretiert und mit den Abschmelzereignissen der letzten und vorletzten alpinen Vergletscherung verknüpft. Diese Untergliederung anhand der zwei Groblagen wird nach Norden undeutlicher.

*Unverwitterter Schotter der Zarten-Subformation in einer Bohrung aus Freiburg i. Br. – Die Gerölle bestehen überwiegend aus Gneis und Granit lokaler Herkunft (Schwarzwald).*

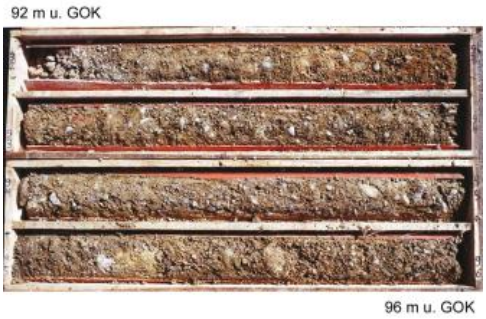
Am östlichen Grabenrand, im unteren Abschnitt der größeren Schwarzwaldtäler (Elz, Schutter, Kinzig, Rench) sowie in der Freiburger Bucht (Schwemmfächer der Dreisam, Elz und Glotter) wird die Neuenburg-Formation durch die **Zarten-Subformation** als östliche Randfazies ersetzt. Sie ist charakterisiert durch meist sehr grobe, unverwitterte, graubraune bis rötliche Schotter lokaler Herkunft. Die Komponenten können Durchmesser von über 20 Zentimeter erreichen. Die Schotter sind meist schlecht sortiert und enthalten vereinzelt Einschaltungen von Sanden, Feinsedimenten und Torf.

Die ***Ostrhein-Schotter*** (Fazieskörper der Hartheim-Subformation) wurden von einem Seitenarm des Rheins geschüttet, der zeitweise zwischen dem Ostrand des Kaiserstuhls und dem Tuniberg und dem Nimberg bis zur Riegeler Pforte im Norden floss. Sie bestehen aus alpinen, meist gut sortierten, grauen, sandigen Kiesen mit Steinen bis 20 cm Durchmesser und sind in die sehr grobkönige nur aus Schwarzwaldmaterial bestehende Zarten-Subformation eingelagert.

Die Lockersedimente der **Breisgau-Formation** (Grobe Schotter und Sande der Oberrheinebene sowie der einmündenden Schwarzwaldtäler) finden sich überwiegend im Südgraben bis in den Raum Lahr/Bühl.

Graubraune bis rotbraune Diamikte der Wasser-Subformation (Randfazies der Breisgau-Formation) sind in der Freiburger Bucht im Raum Teningen und Umkirch in großer Mächtigkeit verbreitet. Die Wasser-Subformation kommt im Südgraben am Grabenrand bis etwa Bühl und im Unterlauf der größeren Schwarzwaldtäler (Dreisam, Elz, Schutter, Kinzig, Rench) vor. Oberflächennah tritt die Breisgau-Formation nur örtlich in der Vorbergzone auf.

Die Breisgau-Formation weist eine oft diamiktische Zusammensetzung aus Steinen,Kies und Grobsand mit einer Matrix aus Feinsand, Schluff und z. T. auch Ton auf. Charakteristisch sind zahlreiche gradierte Zyklen (Grob/Fein-Zyklen; Ellwanger, 2011a). Die Gerölle stammen in Rheinnähe hauptsächlich aus den Alpen (Rheineinzugsgebiet). In Annäherung an den Grabenrand nimmt der Anteil der Gerölle aus dem Schwarzwald stetig zu (lokale Komponenten). Die alpinen Gerölle nehmen zudem generell von unten nach oben zu. Die Komponenten sind meist gerundet bis kantengerundet.




*Breisgau-Formation in der Bohrung Hartheim B 1 (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/492)*

Die Kristallingerölle können z. T. unverwittert, z. T. mäßig bis stark verwittert sein. Sie zerfallen dann zu Mittel- bis Grobsand. An manchen Geröllen treten Verwitterungsrinden (Halos) auf. Der Zersetzungsgrad und die Lagerungsdichte der Breisgau-Formation nehmen generell mit der Tiefe zu. Der Anteil an zersetzten Kristallingeröllen nimmt nach Norden ab.

Aufgrund einer bereichsweise vorhandenen Groblage (Ellwanger, 2003) und durch Unterschiede im Schwermineralspektrum (Hagedorn, 2004) lässt sich die Breisgau-Formation stellenweise in folgende Subformationen unterteilen:

- Typisch für die sandigen, bereichsweise schluffigen Kiese der **Weinstetten-Subformation** (früher: Untere Breisgau-Schichten) sind ihre rötlich-braune Farbe und höhere Schluffanteile. Die Sedimente sind stark pedogen überprägt. Die Gneis- und Granitgerölle sind meist stärker verwittert („faule Gerölle“) als in der Balgau-Subformation. Die Granite zerfallen dabei zu einem stark schluffigen, scharfkantigen Mittel- bis Grobsand, die Gneise bei völliger Zersetzung zu einem tonigen Schluff. Bereichsweise gehen die schluffigen Kiese in graubraune bis rotbraune Diamikte über. Ihre Matrix besteht aus tonig-schluffig-sandigem Geröllzersatz. Die Weinstetten-Subformation ist meist dicht gelagert und häufig verbacken.
- Die **Balgau-Subformation** (früher: Obere Breisgau-Schichten) besteht aus grauen bis braungrauen, sandigen und bereichsweise schluffigen Kiesen, in denen Gerölle aus den Alpen überwiegen. Das Lokalmaterial ist weniger stark zersetzt, die Komponenten sind gröber und die diamiktischen Kiese lockerer gelagert als in der unterlagernden Weinstetten-Subformation. Die Basis der Balgau-Subformation ist häufig durch eine Groblage aus alpinen Geröllen gekennzeichnet.

Im Schwermineralspektrum zeigt sich das alpine Einzugsgebiet durch die instabilen Schwerminerale Granat, Epidot, grüne Hornblende und Alterit. Dabei überwiegt in der Weinstetten-Subformation (insbesondere im tieferen Teil) Epidot vor Hornblende, während im jüngeren Abschnitt der Breisgau Formation, also in der Balgau-Subformation mehr Hornblende als Epidot enthalten ist. Der Epidot-reiche Teil wird als Signal aus dem Aare-Reuss-Gebiet hergeleitet, der Hornblende-reiche Teil aus dem Gebiet des Alpenrheins (Hagedorn, 2004). Dies bedeutet also, dass zu Beginn der Breisgau-Ablagerung das meiste alpine Material vom Aare-Reuss-Gletscher stammte, während später die Anlieferung hauptsächlich aus dem Rheingletschergebiet erfolgte.

*Breisgau-Formation in der Bohrung Hartheim B 1 (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/492)*

Lokale Einzugsgebiete sind durch die stabilen Minerale Zirkon, $TiO_2$-Minerale und Turmalin repräsentiert, stabile Spektren sind für die Schwarzwaldtäler und die Freiburger Bucht typisch.

Nördlich des Kaiserstuhls nimmt der Anteil der zersetzten Gerölle sowie der Schluffanteil in der Breisgau-Formation stark ab. Südlich von Offenburg fehlen die zersetzten Schwarzwaldgerölle nahezu vollständig und eine Unterscheidung zwischen der Neuenburg-Formation und der darunter folgenden Breisgau-Formation ist nicht mehr möglich. Hier wird die gesamte sandig-kiesige Abfolge als Ortenau-Formation zusammengefasst.

Die **Wasser-Subformation** ist die Randfazies der Breisgau-Formation. In ihr fehlen Komponenten alpiner Herkunft. Sie besteht aus groben lokalen Schottern und Sanden mit einem hohen Anteil zersetzter Gerölle. Sie gehen häufig in graubraune bis rotbraune Diamikte mit tonig-schluffig-sandiger Matrix über. In der dicht gelagerten Abfolge treten immer wieder Einschaltungen von verhältnismäßig „frischen“, sauberen Schwarzwaldkiesen auf.

*Stark verwitterter bis entfestigter Schotter der Wasser-Subformation in einer Bohrung aus Freiburg i. Br. – Die Gerölle bestehen überwiegend aus Gneis und Granit lokaler Herkunft (Schwarzwald).*

Der ***Riegel-Horizont*** (HGK, 1979a) ist eine lokale feinklastische Einschaltung im oberen Abschnitt der Wasser-Subformation. Er tritt in der Freiburger Bucht auf und ist meist als schwach feinsandiger schluffiger Ton bzw. toniger Schluff ausgebildet. In der typischen Ausbildung hat er aufgrund eines deutlichen Gehalts an organischen Bestandteilen eine dunkelgraue bis schwarze Farbe (Bereich Riegel bis nördlich Teningen), ansonsten ist er bräunlich bis gelblich.

### Mächtigkeit

- **Neuenburg-Formation**: Bei Hartheim werden über 50 m erreicht (Interreg-Bohrung Hartheim; Hagedorn, 2004; Wirsing & Luz, 2007).
- **Breisgau-Formation**: Die mittlere Mächtigkeit der Breisgau-Formation liegt bei 50–100 m (Ellwanger, 2011a). Sie erreicht ihre größte Mächtigkeit in Rheinnähe (bei Hartheim über 150 m sowie nordwestlich Rust 100 m). Nach Osten nimmt sie auf 30 bis 40 m ab, am Grabenrand keilt sie aus.

### Alterseinstufung

- **Neuenburg-Formation**: Die Kiese und Sande der Neuenburg-Formation wurden im Mittel- bis Spätpleistozän abgelagert. Holozäne Lagen sind meist nicht abgrenzbar.
- **Breisgau-Formation**: Ab dem späten Pliozän begann die Verzahnung von alpinem Material der Breisgau-Formation mit lokalem Material der Iffezheim-Formation. Die Ablagerung der Breisgau-Formation setzte sich im Früh- bis Mittelpleistozän fort.

### Ältere Bezeichnungen

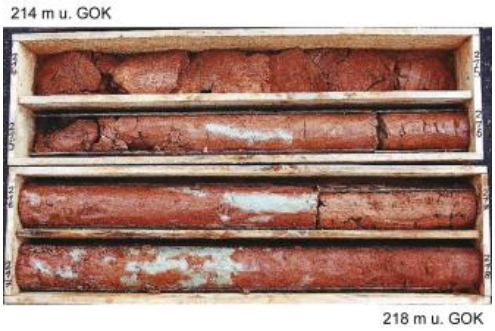
- **Neuenburg-Formation**: Die Neuenburg-Formation wurde früher folgendermaßen betitelt: Würmzeitliche Kies-Sande, Jüngere Schotter, Riß-Würm-Komplex und Neuenburg-Schichten. Obere und Untere Neuenburg-Schichten sind ältere Bezeichnungen für die Hartheim- und Nambsheim-Subformation.
- **Breisgau-Formation**: In den älteren Geologischen Karten sind im Markgräfler Land im Bereich der Vorbergzone „Altpleistozäne Schotter“ (bzw. „Ältere Schotter“; Groschopf et al., 1996) kartiert. Diese Schotter gleichen in ihrer lithologischen Ausbildung denen der Breisgau-Formation. Ob es sich dabei tatsächlich um zeitgleich abgelagerte Gesteine handelt, ist unklar. Weitere ältere Bezeichnungen sind „Breisgau-Schichten“, sowie „Faule Schotter“.

## Iffezheim-Formation

Die Iffezheim-Formation ist die älteste Lockergesteins-Einheit im Oberrheingraben. Sie ist nördlich des Kaiserstuhls auf der gesamten Grabenscholle, sowie zwischen Grötzingen, Weingarten und Bruchsal z. T. zusätzlich auf der Randscholle verbreitet. Östlich von Forst, Kronau und Walldorf fehlt sie auf der Randscholle. Dies ist dort nachweislich tektonisch bedingt, da die Verbreitung an Störungen endet. Südlich des Kaiserstuhls tritt die Iffezheim-Formation nur in einigen Bereichen auf, die vermutlich ebenfalls von Störungen begrenzt sind. Aufgrund der geringen Bohrpunktdichte sind hier die Verbreitungsgrenzen allerdings sehr unsicher. An der Geländeoberfläche ist die Iffezheim-Formation nur an wenigen Stellen in der Vorbergzone aufgeschlossen.

Die Abfolge besteht aus mehreren fluvialen Schüttungszyklen mit grauen kalkfreien Sanden, die oft kaolinitisiert sind („weißes Pliozän“) und Feinsedimenten aus pedogen überprägten, palustrischen Bunttonen. Die Feinsedimente sind im Wesentlichen karbonatfrei, allerdings kommen vereinzelte Karbonatanreicherungen in Form von Nestern vor. Häufig sind die Bunttone resedimentiert und teilweise sind Komponenten (Feinkies, Grobsand) zugemischt, so dass eine diamiktische Kornzusammensetzung resultiert, dazu kommen Spurenfossilien (Bioturbation). Stellenweise sind humose Feinsedimente erhalten. Diese Bereiche können reich an Holzresten werden (Ellwanger, 2010b). In Grabenrandnähe kann auch gröberes Material bis hin zur Grobkiesfraktion auftreten. Dabei handelt es sich um Sedimente aus lokalen Randzuflüssen (Stark et al., 2021).

Die Iffezheim-Formation besteht südlich des Kaiserstuhls aus stark schluffig-tonigen, z. T. schwach kiesigen, meist kalkfreien Sanden bzw. Schluffen lokalen Ursprungs. Im unteren Abschnitt treten graue und grauviolette Diamikte mit völlig zersetzten Kristallingeröllen auf. Nördlich des Kaiserstuhls wurde die Iffezheim-Formation in typischer Ausbildung in der Bohrung Iffezheim angetroffen.




*Iffezheim-Formation in der Bohrung Hartheim: (LGRB-Archiv-Nr. BO 8011/492)*

In die karbonatfreien, vorwiegend hell gefärbten glimmerhaltigen Sande („weißes Pliozän“), (HGK, 1980b; Bartz, 1982) sind Fein- bis Mittelkiese sowie weißgraue und grünlich graue bis schwarze Schluff- und Tonlagen mit Torf- und Holzresten eingeschaltet. Im nördlichen Oberrheingraben ist die Iffezheim-Formation durch eine Wechsellagerung von Sanden, Schluffen und Tonen mit Kieseinlagerungen charakterisiert. Diese lithologische Ausbildung setzt sich bis an die nördliche Landesgrenze fort.

*Iffezheim-Formation in der Bohrung Nambsheim/Frankreich*

Im Südgraben wird die Iffezheim-Formation von der Breisgau-Formation, im mittleren Graben von der Ortenau-Formation und im Nordgraben von der Viernheim-Formation überlagert. Sie wird im größten Teil des Oberrheingrabens von älteren tertiären Einheiten unterlagert, die häufig aus Feinsedimenten oder stark verwittertem Festgestein (Tonstein, Siltstein, Feinsandstein) bestehen und in der Regel kalkig ausgebildet sind.

*Die Iffezheim-Formation in der Forschungsbohrung Unteres Bleichtal bei Herbolzheim: (LGRB-Archiv-Nr. BO 7712/1349). Sie besteht aus mehreren fluvialen Schüttungszyklen, in denen Sande und Feinsedimente überwiegen, aber auch gröberes Material auftritt. Die kalkfreien Sedimente bestehen ausschließlich aus Lokalmaterial.*

## Mächtigkeit

Die Mächtigkeit schwankt zwischen wenigen Metern am Beckenrand und mehreren hundert Metern im Subsidenzzentrum des Heidelberger Beckens (Ellwanger, 2010b). Die Iffezheim-Formation erreicht südlich des Kaiserstuhls eine Mächtigkeit von bis zu 50 m, nördlich des Kaiserstuhls nimmt die Mächtigkeit zu. Dies geht mit dem Abtauchen der Basis der Einheit in diese Richtung einher. Im Raum Linkenheim erreicht sie ca. 130 bis 140 m, weiter nördlich von Kirrlach sowie im Raum St. Leon bis 250 m, im Subsidenzzentrum bei Heidelberg wird sie mehrere Hundert Meter mächtig. Auf den Randschollen nimmt die Mächtigkeit z. B. südlich von Kronau auf 80 m bzw. nordöstlich von Forst auf 10 bis 20 m ab.

## Alterseinstufung

Die ältesten z. T. kaolinführenden Sande und Tone entstammen dem ausgehenden Jungtertiär (Pliozän). Pliozänes Alter ist durch zahlreiche Pollenbestimmungen nachgewiesen (z. B. Bartz, 1982; Boenigk, 1987). Jüngere Lockersedimente der Iffezheim-Formation reichen bis in das Tegelen und Eburonium (Ellwanger et al., 2008) bzw. bis ins Bavelium (z. B. Bludau, 1995).

## Ältere Bezeichnungen

Frühere Bezeichnungen für die Iffezheim-Formation waren Jungtertiär II, Fluviatiles Jungtertiär, Fluviatiles Jungtertiär 2 (Schad, 1964), Fluviatiles Pliozän (HGK, 1980b), Weißes Pliozän oder Pliozän (Bartz, 1982). Nördlich von Karlsruhe entspricht die Iffezheim-Formation gemäß der hydrogeologischen Gliederung der Unteren sandig-schluffigen Abfolge unten (Wirsing & Luz, 2007).

# Externe Lexika

LITHOLEX

- Mannheim-Formation
- Ludwigshafen-Formation
- Viernheim-Formation
- Ortenau-Formation
- Neuenburg-Formation
- Breisgau-Formation
- Iffezheim-Formation

# Weiterführende Links zum Thema

- Informationen 19: Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg)

# Literatur


- Bartz, J. (1982). *Quartär und Jungtertiär II im Oberrheingraben im Großraum Karlsruhe.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe A, 63, S. 3–237, 2 Taf.
- Bludau, W. (1995). *Biostratigraphische Untersuchungen an Sedimenten aus dem mittleren Oberrheingraben – Vorläufige Ergebnisse.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, 35, S. 395–406.
- Boenigk, W. (1987). *Petrographische Untersuchungen jungtertiärer und quartärer Sedimente am linken Oberrhein.* – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 69, S. 357–394.
- Brost, E. & Ellwanger, D. (1991). *Einige Ergebnisse neuerer geoelektrischer und stratigraphischer Untersuchungen im Gebiet zwischen Kaiserstuhl und Kehl.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe E, 48, S. 71–81.
- Ellwanger, D. (2003). *Eine „landschaftsübergreifende Lockergesteinsgliederung“ vom Alpenrand zum Oberrhein.* – GeoArchaeoRhein, 4, S. 81–124.

- Ellwanger, D. (2010a). *Mannheim-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000011.
- Ellwanger, D. (2010b). *Iffezheim-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000014.
- Ellwanger, D. (2011a). *Breisgau-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000015.
- Ellwanger, D. (2011b). *Neuenburg-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000020.
- Ellwanger, D. (2011c). *Ortenau-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000022.
- Ellwanger, D., Franz, M. & Wielandt-Schuster, U. (2012a). *Die Forschungsbohrung Heidelberg und Beiträge zum Quartär in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 26, S. 1–216.
- Ellwanger, D., Gabriel, G., Simon, T., Wielandt-Schuster, U., Greiling, R. O., Hagedorn, E.-M., Hahne, J. & Heinz, J. (2008). *Long sequence of Quaternary Rocks in the Heidelberg Basin Depocentre.* – E&G Eiszeitalter und Gegenwart – Quaternary Science Journal, 57(3-4), S. 316–337.
- Groschopf, R., Kessler, G., Leiber, J., Maus, H., Ohmert, W., Schreiner, A. & Wimmenauer, W.(1996). *Erläuterungen zum Blatt Freiburg i. Br. und Umgebung.* –3. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 364 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- HGK (1977). *Oberrheingebiet – Bereich Kaiserstuhl-Markgräflerland.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 65 S., 6 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- HGK (1978). *Oberrheinebene – Raum Rastatt (Karlsruhe-Bühl).* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 52 S., 6 Karten, Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- HGK (1979a). *Freiburger Bucht.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 72 S., 10 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- HGK (1980b). *Oberrheingebiet – Raum Lahr.* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 63 S., 6 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).
- Hagedorn, E.-M. (2004). *Sedimentpetrographie und Lithofazies der jungtertiären und quartären Sedimente im Oberrheingebiet.* – Dissert. Univ. Köln, 248 S., 22 Anl., 80 Abb., Anh., Köln.
- Hagedorn, E.-M. & Boenigk, W. (2008). *New evidences of the Pliocene and Quaternary sedimentary and fluvial history in the Upper Rhine Graben on basis of heavy mineral analyses.* – Netherlands Journal of Geosciences, 87(1), S. 19–30.
- Hoselmann, C. (2008). *The research borehole at Viernheim (Heidelberg Basin).* – E&G Eiszeitalter und Gegenwart – Quaternary Science Journal, 57/3–4, S. 286–315.
- Hoselmann, C. (2010). *Viernheim-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000013.
- Krause, W. (2004). *Erläuterungen zu Blatt 8111 Müllheim.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 133 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Lauer, T., Frechen, M., Hoselmann, C. & Tsukamoto, S. (2010a). *Fluvial aggradation phases in the Upper Rhine Graben – new insights by quartz OSL dating.* – Proceedings of the Geologists´ Association, 121/2, S. 154–161.
- Lauer, T., Krbetschek, M., Frechen, M., Tsukamoto, S., Hoselmann, C. & Weidenfeller, M.(2010b). *Infrared Radiofluorescence (IR-RF) dating of Middle Pleistocene fluvial archives of the Heidelberg Basin (Southwest Germany).* – Geochronometria, S. –. [accepted]
- Litt, T., Bludau, W. & Ellwanger, D. (2003). *Forschungsbohrungen im nördlichen Oberrheingraben zur Untersuchung der stratigraphischen, paläoklimatischen und neotektonischen Entwicklung des mitteleuropäischen Plio-Pleistozäns.* – DFG-Abschlussbericht, LI 582/3-2, Bonn.
- Schad, A. (1964). *Feingliederung des Miozäns und die Deutung der nacholigozänen Bewegungen im Mittleren Rheingraben. Eine Auswertung erdölgeologischer Arbeiten.* – Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 5, S. 1–56, 22 Beil.
- Stark, L., Franz, M., Wielandt-Schuster, U. & Feist-Burkhardt, S. (2021). *Die Forschungsbohrung Unteres Bleichtal bei Herbolzheim (Landkreis Emmendingen, Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 32, S. 113–157.
- Weidenfeller, M. (2010). *Ludwigshafen-Formation*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=1000012.
- Weidenfeller, M. & Knipping, M. (2008). *Correlation of Pleistocene sediments from boreholes in the*

*Ludwigshafen area, western Heidelberg Basin.* – E&G Eiszeitalter und Gegenwart – Quaternary Science Journal, 57/3-4, S. 270–285.

- Wirsing, G. & Luz, A. (2007). *Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg).* – LGRB-Informationen, 19, S. 1–130.
- Wirsing, G., Luz, A., Engesser, W., Koch, A., Elsass, P. & Perrin, J.(2007). *Hochauflösende Reflexionsseismik auf dem Rhein und dem Rheinseitenkanal zwischen Mannheim und Rheinfelden.* – LGRB-Fachbericht, 01/07, S. 1–60, Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 02.02.23 - 15:08):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/quartaer/quartaere-suesswasserablagerung/oberrheintal-quartaer

# Hochreine Kalksteine

In Baden-Württemberg treten partienweise Kalksteine mit Calcium-Karbonat-Gehalten ($CaCO_3$) von über 98,5 % auf. Auf der Schwäbischen Alb (Oberjura) sind die hochreinen Kalksteine sowohl schichtig als auch als abgegrenzte Körper in die Massenkalkfazies (Massenkalk-Formation) eingeschaltet. Es handelt sich dabei um riffartige Schwamm-Mikroben-Bioherme oder um unregelmäßige Schüttungskörper.

*Hochreine Kalksteine im Steinbruch Blaubeuren-Altental*

Am Oberrhein werden bei Merdingen am Tuniberg Kalkoolithe der Hauptrogenstein-Formation (Mitteljura) gewonnen. Im Markgräflerland, d. h. in der Vorbergzone am südlichen Oberrheingraben, bilden die oolithischen Kalksteine der Hauptrogenstein-Formation schichtige Körper von 20–60 m Mächtigkeit, die allerdings durch zahlreiche tektonische Störungen in Blöcke getrennt werden. Im Kalkwerk bei Istein werden die Korallenkalke (auch Rauracien-Kalke) und Splitterkalke des Unteren Oberjuras genutzt. Die massigen bis grobbankigen Korallen- und Splitterkalke am südlichen Oberrhein kommen in Störungsschollen in der Vorbergzone zwischen Istein-Huttingen und Liel vor. Der sehr reine Splitterkalk kann eine Mächtigkeit von 20 m erreichen.

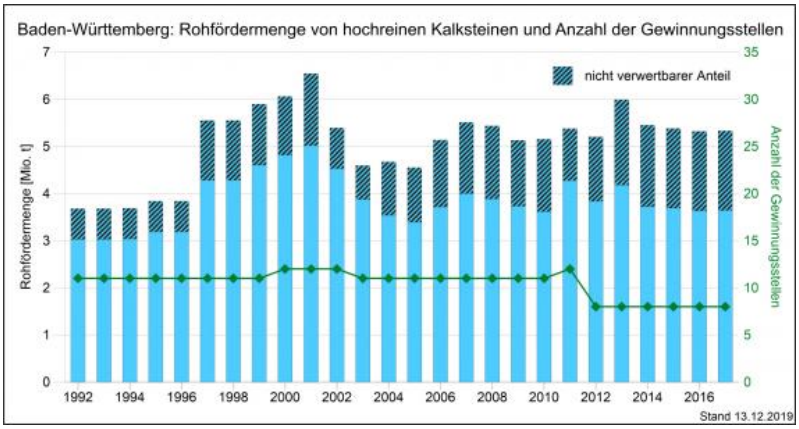
Die hochreinen Kalke werden als Weiß- und Branntkalke, Körnungen für die Baustoffindustrie sowie für die Glasindustrie, Wasseraufbereitung und Futtermittelindustrie verwendet. Des Weiteren werden sie als Mehle für chemische und sonstige weiterverarbeitende Industrie, für Weißfeinkalk und Weißkalkhydrat (pulvrig) oder als Kalkmilch (Weißkalkhydrat-Suspension) für die Wasseraufbereitung genutzt. Kalksteinpartien mit zu geringen $CaCO_3$-Gehalten innerhalb hochreiner Kalksteine sind kein Abraum, sondern werden in der Regel ebenfalls gewonnen und als Natursteine für Gesteinskörnungen genutzt.

Die **Rohfördermenge** an hochreinen Kalksteinen betrug im Jahr 2017 rund 5,3 Mio. t. Daraus wurden rund 3,6 Mio. t verkaufsfähiger Produkte hergestellt. Die Rohförderung liegt damit im langjährigen Durchschnitt für den Zeitraum 2003–2017 von rund 5,2 Mio. t. Bis ins Jahr 1996 blieb die jährliche Rohfördermenge an hochreinen Kalksteinen deutlich unter 4,0 Mio. t. Schon im Folgejahr stieg die Rohfördermenge jedoch auf über 5,5 Mio. t an und erreichte 2001 einen Wert von fast 6,5 Mio. t. Die Schließung eines Betriebs im Jahr 2002 leitete die Entwicklung der Rohförderung der Jahre 2002–2010 ein, die derer anderer Rohstoffgruppen in diesem Zeitraum gleicht. Dieser ist von zwei Rückgängen der Rohfördermengen und einer dazwischenliegenden, kurzen Erholungsphase gekennzeichnet. Jedoch wird im genannten Zeitraum niemals eine Rohfördermenge von 4,0 Mio. t unterschritten. Im Jahr 2013 stieg die Rohförderung auf fast 6,0 Mio. t, um schon im Jahr 2014 wieder auf rund 5,4 Mio. t zu sinken.

*Hochreine Kalkgesteine mit CaCO3-Gehalten von mehr als 98,5 %*

Die **Anzahl der Gewinnungsstellen** für hochreine Kalksteine im Land ist wie bei vielen anderen geförderten Rohstoffen seit dem Jahr 1992 gesunken. Lag deren Anzahl bis ins Jahr 2011 bei elf oder zwölf in Betrieb befindlichen Gewinnungsstellen, so sank deren Anzahl danach auf acht Betriebe ab. Diese Anzahl hat sich bis zum Jahr 2017 nicht mehr verändert.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau




*Entwicklung der Rohfördermenge und Produktion von hochreinen Kalksteinen sowie die Anzahl der Gewinnungsstellen (grüne Linie) in Baden-Württemberg für den Zeitraum 1992–2017.*

Für den **nicht verwertbaren Anteil** der hochreinen Kalksteine wurden rund 31,6 % im Jahr 2017 registriert. Dieser ist somit seit dem Jahr 1992 von 17,7 % um knapp 80 % angestiegen. Jedoch ist die Gewinnung von hochreinen Kalksteinen grundsätzlich von markanten Schwankungen des nicht verwertbaren Anteils der Rohförderung gekennzeichnet. So fiel der nicht wirtschaftlich nutzbare Anteil der Rohförderung im Zeitraum 2002–2003 und im Jahr 2011 auf unter 16 % bzw. 20 % ab. Seit dem Jahr 2013 hat sich dieser Anteil auf etwas über 30 % eingependelt. Da minderwertige Qualitäten mit zu geringen $CaCO_3$-Gehalten nicht immer verwertet werden können (z. B. als Natursteine für Gesteinskörnungen im Verkehrswegebau), kann dies einen beträchtlichen Einfluss auf den registrierten nicht verwertbaren Anteil eines Betriebes haben.

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 14.04.21 - 15:54):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/rohstoffnutzung/rohfoerderung-produktion-nach-rohstoffgruppen/hochreine-kalksteine

# Mittlerer Unterjura

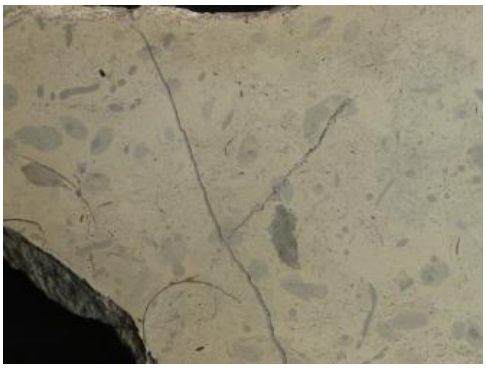
Lithostratigraphische Untergruppe

## Übergeordnete Einheit

Der Mittlere Unterjura bildet die mittlere Untergruppe der Schwarzjura-Gruppe (Franz et al., 2020a; LGRB, 2016c).

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

Der Mittlere Unterjura bildet im Vorland der Schwäbischen Alb eine weniger auffällige Geländestufe oberhalb der Obtususton-Formation des Unteren Unterjuras und den Anstieg zur Posidonienschiefer-Formation des Oberen Unterjuras; kleine Ausstrichsflächen gibt es auch in der Langenbrückener Senke und in den Randschollen des Oberrheingrabens. Die Breite des Ausstrichgebiets schwankt zwischen einigen Hundert Metern und wenigen Kilometern. Im Baar-Wutachgebiet und Klettgau verschmälert es sich auf wenige Zehner Meter.



*Davoeibank (Anschliff); Straßeneinschnitt, Ortsumfahrung Behla*

Der Mittlere Unterjura beginnt im gesamten Verbreitungsgebiet mit scharfer Grenze zur Obtususton-Formation (Unterer Unterjura) mit der Numismalismergel-Formation, die aus hell- bis dunkelgrauen, überwiegend stark bioturbaten Ton- und Kalkmergelsteinen besteht. Etwa in der Mitte oder etwas darüber ist eine besonders stark bioturbate, sehr harte Kalkbank eingeschaltet. Die nach dem darin auftretenden Ammoniten als Davoeibank bezeichnete Bank ist eine landesweit verfolgbare Leitbank. Die darüber folgende Kalk/Mergel-Wechselfolge wurde früher als Zwischenkalke bezeichnet.

Ihr oberer Abschluss wird häufig durch eine starke Anreicherung von Belemniten (sog. –Schlachtfeld) gebildet. Darüber folgen graue Tonsteine der Amaltheenton-Formation, die oben mit einer Wechsellagerung hellgrauer, schluffiger Kalksteine und dunkelgrauer Tonmergelsteine, den sog. Costatenkalken abgeschlossen wird.

*Belemniten-Brekzie, Dachbank der Numismalismergel-Formation (Anschliff); Straßeneinschnitt, Ortsumfahrung Behla*

## Mächtigkeit

Die Mächtigkeit des Mittleren Unterjuras beträgt 12–13 m im Wutachgebiet und schwankt im Vorland der Mittleren Alb und Ostalb zwischen 25 und 40 m. In der Langenbrückener Senke werden knapp 40 m erreicht, im südlichen Oberrheingraben ca. 15 m.

## Alterseinstufung

Der Mittlere Unterjura vertritt das Pliensbachium mit den Unterstufen Carixium und Domerium. Die Grenze liegt noch in der Numismalismergel-Formation, wenig über der Davoeibank. Die Numismalismergel-Formation entspricht den Zonen der *Uptonia jamesoni* bis *Prodactylioceras davoei* (Carixium) und der Subzone des *Amaltheus stokesi* (Margaritatus-Zone) des Domerium. Die Amaltheenton-Formation umfasst die Zone des *Amaltheus margaritatus* (ab der Subnodosus-Subzone) und die Zone des *Pleuroceras spinatum*.

## Ältere Bezeichnungen

Die Numismalismergel-Formation wurde früher als Schwarzjura oder Lias gamma, Untere Schwarzjuramergel, Pliensbachium 1, in Baden als Lias 3 bezeichnet. Ältere Bezeichnungen für die Amaltheenton-Formation waren Schwarzjura oder Lias delta, in Baden Lias 4.

## Sonstiges

*Amaltheus subnodosus, Numismalismergel-Formation, ca. 5 cm unter der Obergrenze; Baustelle der Rheumaklinik Badenweiler*

Die Basisbank der Numismalismergel-Formation führt nicht selten *Gryphaea cymbium*, ein Charakterfossil für die ganze Formation ist der Brachiopode *Cincta numismalis*, außerdem treten im Mittleren Unterjura die letzten Spiriferinen der Erdgeschichte auf. Für die Amaltheenton-Formation sind die namengebenden, an ihrem Zopfkiel leicht kenntlichen Ammoniten der Gattung *Amaltheus* kennzeichnend.

Vereinzelt wurden Massenvorkommen von Ostracoden der Gattung *Ogmoconcha* beobachtet. Belemniten der Gattungen *Passalotheutis* und *Hastites* treten durchgehend, lagenweise auch massenhaft auf.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Diverse Belemniten, Amaltheenton-Formation, Straßeneinschnitt beim Bau der Ortsumfahrung Behla*

## Externe Lexika

LITHOLEX

- Schwarzjura-Gruppe
- Amaltheenton-Formation
- Numismalismergel-Formation

## Literatur


- Franz, M., Arp, G. & Niebuhr, B. (2020a). *Schwarzjura-Gruppe*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=10000049.
- LGRB (2016c). *Symbolschlüssel Geologie Baden-Württemberg – Verzeichnis Geologischer Einheiten (aktualisierte Ausgabe 2016)*, 1 Tab. Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 03.02.23 - 14:56):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/jura/unterjura/mittlerer-unterjura

# Unterer Unterjura

Lithostratigraphische Untergruppe

## Übergeordnete Einheit

Unterjura

Der Untere Unterjura bildet die unterste Untergruppe der Schwarzjura-Gruppe (Franz et al., 2020a) und des Juras insgesamt (LGRB, 2016c). Er folgt auf den Oberkeuper und, wo dieser erodiert ist, auf den Mittelkeuper.

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild

*Arietenkalk-Schichtstufe, DGM-Ausschnitt Donaueschingen-Aasen*

Der Untere Unterjura bildet im Vorland der Schwäbischen Alb eine meist markante Geländestufe oberhalb der Trossingen-Formation des Mittleren Keupers; kleine, morphologisch aber weniger auffällige Ausstrichsflächen gibt es auch in der Langenbrückener Senke. In den Randschollen des Oberrheingrabens und im Dinkelberggebiet tritt er weder morphologisch noch in größeren Aufschlüssen in Erscheinung. In Ostwürttemberg sowie im Baar-Wutachgebiet und Klettgau verschmälert sich das Ausstrichgebiet des Unteren Unterjuras auf wenige Hundert Meter.

*Geologischer Schnitt durch die Arietenkalk-Schichtstufe nördlich Donaueschingen-Aasen – Bad Dürrheim-Biesingen; Lage aus Abb. oben ersichtlich*

# Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Der Untere Unterjura besteht im unteren Teil aus dunkelgrauen, schluffigen Tonsteinen im Wechsel mit einzelnen, teilweise oolithischen und/oder geröllführenden, z. T. fossilreichen Kalkbänken. Von Balingen nach Nordosten schalten sich in der unteren Hälfte zunehmend Feinsandsteine ein. Der auch morphologisch besonders hervortretende mittlere Abschnitt besteht aus einer Wechselfolge blaugrauer, fossilführender Kalkbänke und bräunlich grauer Mergellagen, die wiederum von dunkelgrauen Tonsteinen überlagert wird.

*Mergellage im Arietenkalk mit Gryphaea arcuata; Aselfingen*

*Gryphaea obliqua, Obliquabank, Fützen*

Der Untere Unterjura beginnt im Albvorland und im Klettgau mit der Psilonotenton-Formation. Im Vorland der südwestlichen Schwäbischen Alb folgt darüber die Angulatenton-Formation, die im Vorland der Mittleren und Ostalb durch die von Balingen nach Nordosten zunehmend Sandstein führende Angulatensandstein-Formation abgelöst wird. Im westlichen Vorries fehlt die Oolithenbank, lokal auch die Psilonotenbank. Deshalb werden dort die altersgleichen Ton- und Sandsteine der Bamberg-Formation zugeordnet. Angulatenton- und Angulatensandstein-Formation werden überlagert von der Arietenkalk-Formation, in deren höheren Teil sich im Raum Balingen – Stuttgart eine „Ölschiefer-Fazies“ einschaltet. Die sich im Hangenden anschließende Obtususton-Formation ist außer im Vorland der Ostalb die mächtigste Formation im Unterjura. Von der südlichen Landesgrenze bis Trossingen wird die Obtususton-Formation oben durch eine oder mehrere Kalkbänke abgeschlossen. Neben unregelmäßigen Phosphorit-Konkretionen enthält diese die Muschel *Gryphaea obliqua*, nach der diese Bank als Obliquabank bezeichnet wird. Im Vorland der Ostalb (östlich der Jagst) verzahnt sich die Arietenkalk-Formation mit der Gryphäensandstein-Formation, deren höherer Teil zugleich die fazielle Vertretung der Obtususton-Formation darstellt.

In der Langenbrückener Senke ist der Untere Unterjura zweigeteilt: unten die aus einer Wechselfolge bituminöser Tonmergel und nach oben seltener werdenden Kalkbänken bestehende Langenbrücken-Formation und darüber die Obtususton-Formation, die hier ihre größte Mächtigkeit in Baden-Württemberg erreicht.

*Obtususton-Grube bei Mühlhausen-Rettigheim*

Im südlichen Oberrheingebiet setzt der Unterjura mit einer Wechselfolge unten phosphorithaltiger, darüber schwach eisenoolithischer (Angulatenkalk) und schließlich Grpyphaeen führender Kalkbänke mit dünnen, nach oben zunehmend mächtiger werdenden Tonmergellagen (Arietenkalk-Formation) ein. Darüber folgt wie im übrigen Landesgebiet die Obtususton-Formation, die auch hier oben mit der Obliquabank abschließt.

Die charakteristischen Basisbänke – Psilonotenbank an der Basis der Psilonotenton-Formation, Oolithenbank an der Basis von Angulatenton-, und Angulatensandstein-Formation sowie Kupferfelsbank an der Basis der Arietenkalk-Formation – und einzelne weitere Leitbänke (Betakalkbank in der Obtususton-Formation) und Sandstein-Horizonte (z. B. Hauptsandstein) können über große Entfernungen korreliert werden. In der Langenbrückener Senke wird die Psilonotenbank durch die Johnstoni-Bank vertreten.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Mächtigkeit

Die Mächtigkeit des Unteren Unterjuras beträgt 25–30 m im Wutachgebiet, im Vorland der Mittleren Alb ca. 80 m und nimmt im Vorland der Ostalb auf ca. 15 m ab. In der Langenbrückener Senke werden 100–110 m erreicht, im südlichen Oberrheingraben 30–40 m.

## Alterseinstufung

*Schlotheimia depressa, Angulatenton-Formation; Hüfingen-Behla; Foto: M. Kutz*

Der Untere Unterjura vertritt das Hettangium und Sinemurium, wobei im internationalen Vergleich das tiefste Hettangium fehlt. Die Psilonotenton-Formation entspricht dem Unter- und Mittel-Hettangium (Planorbis- und Liasicus-Zone), die Angulatenton- und Angulatensandstein-Formation dem Ober-Hettangium (Angulata-Zone). Die Arietenkalk-Formation ist in das Unter-Sinemurium zu stellen; die obersten Bänke führen bereits Ammoniten der tiefsten Obtusum-Zone des Ober-Sinemurium. Die Obtususton-Formation vertritt das Obere Sinemurium (Obtusum-Zone, ab der Stellare-Subzone bis Raricostatum-Zone).

## Ältere Bezeichnungen

Der Untere Unterjura umfasst die früher als Schwarzjura bzw. Lias alpha und beta, in Baden als Lias 1 und 2 bezeichneten Einheiten. Die Psilonotenton-Formation wurde als Schwarzjura bzw. Lias alpha 1, Hettangium 1 und Psiloceratenschichten bezeichnet. Angulatenton- und Angulatensandstein-Formation wurden Schwarzjura/Lias alpha 2 bzw. Schlotheimienschichten, Hettangium 2, die Arietenkalk-Formation Schwarzjura/Lias alpha 3, Arietitenschichten, Gryphäenkalke bzw. Sinemurium 1 genannt. Die Gryphäensandstein-Formation wurde früher Arietensandstein-Formation genannt. Die Obtususton-Formation wurde auch als Turneriton, Untere Schwarzjuratone, Oxynoticeratenschichten oder Sinemurium 2 bezeichnet.

## Sonstiges

*Gryphaea arcuata, Arietenkalk-Formation; Stuttgart-Möhringen*

Besonders die Kalkbänke des Unteren Unterjuras sind teilweise fossilführend bis fossilreich. Neben den für die Alterseinstufung wichtigen Ammoniten kommen vor allem Muscheln und Brachiopoden vor. Aufgrund ihrer Häufigkeit am bekanntesten ist die austernähnliche Muschel *Gryphaea arcuata* im Arietenkalk, der deshalb auch als Gryphaeenkalk bezeichnet wurde. Ebenfalls namengebend war die Muschelgattung *Cardinia*, nach der die Oolithenbank auch Cardinienbank genannt wurde. Markant sind Grabspuren des Typs *Thalassinoides* an der Unterseite der Oolithenbank.

## Externe Lexika

LITHOLEX

- Schwarzjura-Gruppe
- Obtususton-Formation
- Arietenkalk-Formation

- Bamberg-Formation
- Langenbrücken-Formation
- Angulatenton-Formation
- Angulatensandstein-Formation
- Psilonotenton-Formation

## Literatur


- Franz, M., Arp, G. & Niebuhr, B. (2020a). *Schwarzjura-Gruppe*. Verfügbar unter https://litholex.bgr.de/pages/Einheit.aspx?ID=10000049.
- LGRB (2016c). *Symbolschlüssel Geologie Baden-Württemberg – Verzeichnis Geologischer Einheiten (aktualisierte Ausgabe 2016)*, 1 Tab. Freiburg i. Br. (Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).

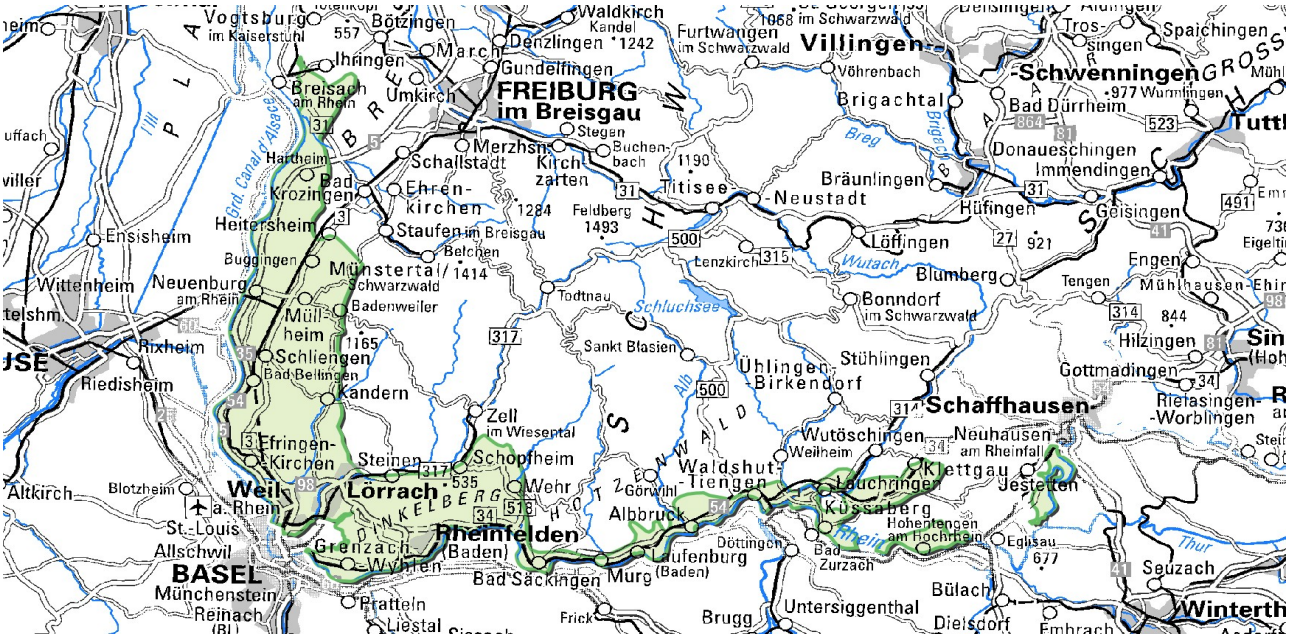

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 22.02.23 - 15:05):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/jura/unterjura/unterer-unterjura

# Südliches Oberrheinisches Tiefland, Hochrheingebiet und Klettgau

Die Bodengroßlandschaft umfasst die vom Hochrhein und südlichen Oberrhein durchflossene, klimatisch begünstigte Tallandschaft in der südlichen und westlichen Umrahmung des Südschwarzwalds. Das Südliche Oberrheinische Tiefland gliedert sich in die durch Flussbaumaßnahmen heute trocken gefallene Rheinaue, die Niederterrasse und das Markgräfler Hügelland. Zum Hochrheingebiet gehört neben dem eigentlichen Talraum auch die Bruchscholle des Dinkelbergs. Außerdem wurde das Klettgauer Tal der Bodengroßlandschaft zugerechnet, da dessen Entstehung eng mit der des Hochrheintals zusammenhängt.




## Allgemeines, Lage und Abgrenzung

Die sich von Weil am Rhein im Süden bis nach Breisach erstreckende **Südliche Oberrheinebene** setzt sich westlich des Rheins auf französischer Seite fort. Entlang des Flusses verläuft die auf deutscher Seite ca. 0,5 bis 2,5 km breite **Rheinaue**, die bei Weil am Rhein in etwa 240 m NN und bei Breisach nur noch in 195 m NN Höhe liegt. Daran schließt sich östlich die 4–20 m höher gelegene, wenige Kilometer breite, aus eiszeitlichen Flussablagerungen bestehende **Niederterrasse** an, die sich im Norden bis an den Fuß des Kaiserstuhls und des Tunibergs erstreckt.

*Der Rhein bei Niedrigwasser westlich von Hartheim*

*Blick von der Rheinaue bei Efringen-Kirchen-Istein nach Ostnordosten zum Schafberg*

Zwischen Efringen-Kirchen und Schliengen setzt die Niederterrasse aus. Der Rhein tritt dort nahe an das im Osten angrenzende **Markgräfler Hügelland** heran. Dieses entspricht im Südlichen Oberrheingraben der Vorbergzone, einer dem Schwarzwald vorgelagerten mehrere Kilometer breiten Hügel- und Berglandschaft. Sie besteht aus einem Mosaik von Bruchschollen, die vorwiegend aus Gesteinen der Tertiär- und Jurazeit aufgebaut sind und bereichsweise von pleistozänen Flussablagerungen überdeckt werden. Die komplizierten geologischen Lagerungsverhältnisse der Vorbergzone hängen eng mit der Entstehung des Oberrheingrabens zusammen. Besonders die tieferen Lagen werden großflächig von mächtigem Löss überlagert. Die Geländehöhen schwanken meist zwischen 250 und 400 m NN. Im Übergang zum Schwarzwald, besonders südlich von Badenweiler, steigt das Gelände auf 400–600 m NN, am Ostrand örtlich auf über 700 m NN an (Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone). Die Staufener Bucht im Norden wurde in der Bodenkarte bereits der nördlich angrenzenden Bodengroßlandschaft „Kaiserstuhl und Freiburger Bucht“ zugeordnet. Andere Gliederungen rechnen die Staufener Bucht noch zum Markgräfler Hügelland. Als Grenzlinie wurde der Sulzbach zwischen Sulzburg und Heitersheim herangezogen.

*Blick über die Vorbergzone bei Kandern-Riedlingen nach Osten zum Südschwarzwald*

Nur kleinere Fließgewässer queren das südliche Oberrheinische Tiefland. Die Einzugsgebiete von Klemmbach und Kander reichen weit in den Schwarzwald hinein. Die Wiese, als größerer Schwarzwaldfluss, bildet den Südrand der Oberrheinebene und mündet bei Basel in den Rhein. Der Ausgang des Wiesentals, zwischen Tüllinger Berg und Dinkelberg, wird vollständig vom Lörracher Stadtgebiet eingenommen.

Östlich von Lörrach und der rechtsrheinischen Grenze zur Schweiz bei Riehen schließt sich das **Hochrheingebiet** an. Neben dem Talbereich mit Quartärablagerungen des Rheins gehört zum Hochrheingebiet auch der große Bruchschollenkomplex des **Dinkelbergs**. Das zwischen Wiese-, Rhein- und Wehratal gelegene, tektonisch stark gegliederte Berg- und Hügelland mit Höhenlagen von 300 bis über 500 m NN besteht vorwiegend aus Karbonatgestein des Oberen Muschelkalks und ist intensiv verkarstet. In tektonischen Gräben sind Gesteine des Keupers und örtlich des Juras verbreitet.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Typisches Landschaftsbild auf der hügeligen Dinkelberg-Hochfläche mit einem Wechsel von Äckern, Grünland, Obstwiesen und Wald*

*Hochrheintal bei Schwörstadt – Blick rheinaufwärts zum Südschwarzwald nördlich von Bad Säckingen (Hotzenwald)*

Im **Hochrheintal** zwischen Grenzach-Wyhlen und Hohentengen sowie in dem Talabschnitt bei Jestetten bildet der Hochrhein die Grenze zur Schweiz. In dem schmalen Talraum auf deutscher Seite bilden lösslehmreiche Deckschichten, pleistozäne Terrassenschotter und holozäne Auensedimente in verschiedenen Höhenlagen das überwiegende Ausgangsgestein der Bodenbildung. Die Entstehung der zahlreichen Flussterrassen ist durch die junge, schnell voranschreitende Tiefenerosion des Flusses bedingt, die heute noch andauert. Vom deutschen Hochrheinufer unterhalb von Schaffhausen bis zur Rheinaue westlich von Grenzach-Wyhlen folgt der Rhein auf 110 Flusskilometern einem Höhenunterschied von über 100 m. Zum Hochrheingebiet wurden in der Bodenkarte auch die isoliert auf den Randhöhen gelegenen mittelpleistozänen Moränenablagerungen der alpinen Vorlandsvereisung sowie die aus den Nachbarlandschaften ins Hochrheintal geschütteten Schwemmsedimente gerechnet. Besonders zwischen Murg und Dogern gibt es eine engräumige Verzahnung mit der Bodengroßlandschaft Grundgebirgsschwarzwald. Hänge aus Kristallingestein ragen dort z. T. nahe ans Rheinufer heran, während Terrassensedimente des Rheins, Moränenreste und Lösslehmdecken nur inselhaft auf den Hochflächen zwischen den von Norden einmündenden Tälern auftreten.

*Blick über das Klettgauer Tal nach Südosten zum Kleinen Randen*

Östlich von Schaffhausen, bei Büsingen und Gailingen, gehört der Hochrhein als südliche Begrenzung noch zur Bodengroßlandschaft Hegau. Der durch Schweizer Staatsgebiet abgeschnittene, isoliert gelegene Talabschnitt südwestlich von Schaffhausen, bei Jestetten und Lottstetten gehört in der Bodenkarte bereits zum Hochrheingebiet. Auch die Böden auf Quartärsedimenten des **Klettgauer Tals** zwischen Lauchringen und Klettgau-Erzingen werden zusammen mit dem Hochrheintal behandelt, da die Entstehungsgeschichte beider Täler eng miteinander zusammenhängt.

Die Hauptzuflüsse auf der nördlichen Hochrheinseite sind Wutach, Alb, Murg und Wehra. Große Wassermengen liefern die mit ihrem Einzugsgebiet in die Alpen reichenden südlichen Zuflüsse Aare und Thur. Der westlichste linksrheinische Hochrheinzufluss ist die Birs bei Basel, deren Eizugsgebiet sich im Schweizer Jura befindet.

Einzelfunde belegen bereits die Anwesenheit von alt- und mittelsteinzeitlichen Jäger- und Sammlergruppen in der Region. Wie zahlreiche archäologische Funde aus den darauffolgenden Epochen zeigen, war der Landschaftsraum aufgrund seiner Klima- und Bodengunst sowie der günstigen topographischen Lage seit der Jungsteinzeit ein bevorzugter Siedlungs- und Durchgangsraum (Fingerlin, 1991).

Auch heute handelt es sich um eine bereichsweise dicht besiedelte Region, durch die wichtige Verkehrs- und Entwicklungsachsen verlaufen. Ein großer Verdichtungsraum ist das Gebiet um Basel im Dreiländereck, zu dem auf deutscher Seite die Städte Weil am Rhein, Lörrach und Rheinfelden sowie weitere Gemeinden gehören. Das nördlich von Efringen-Kirchen anschließende Markgräfler Land mit der Stadt Müllheim als Mittelzentrum ist überwiegend ländlich geprägt. Im Osten zieht sich die Randzone des Basler Verdichtungsraums über Bad Säckingen das Hochrheintal hinauf bis Laufenburg sowie weit in das vordere Wiesental und in das untere Wehratal hinein. Das östlich anschließende Gebiet mit dem Mittelzentrum Waldshut-Tiengen ist dagegen wiederum zum ländlichen Raum zu rechnen. Verwaltungstechnisch gehört die Bodengroßlandschaft zu den Landkreisen Breisgau-Hochschwarzwald, Lörrach und Waldshut.

*Blick vom Tüllinger Berg nach Südwesten über Weil am Rhein nach Basel*

Die Erstellung der Bodenkarte 1 : 50 000 (GeoLa-Fachdaten Boden) für das Gebiet beruht auf der Zusammenführung vorhandener bodenkundlicher Spezialkarten 1 : 25 000 (Boll & Fleck, 1994; Boll & Rilling, 1998; Rilling & Boll, 2000; 2002; Krause, 2003; 2004; Boll & Krause, 2004). Für die davon nicht abgedeckten Gebiete erfolgte eine Übersichtskartierung unter Einbeziehung von Bodenschätzungskarten, Forstlichen Standortskarten und weiteren Unterlagen. Ältere Beschreibungen der Böden finden sich beispielsweise in Genser & Moll, 1963; Moll, 1964; Roedig, 1964; GLA, 1975; Hädrich & Schindler, 1993; Fleck et al., 1997; SOLUM, Büro für Boden und Geologie, 1994; Hädrich & Stahr, 2001; Landratsamt Waldshut, 2001.

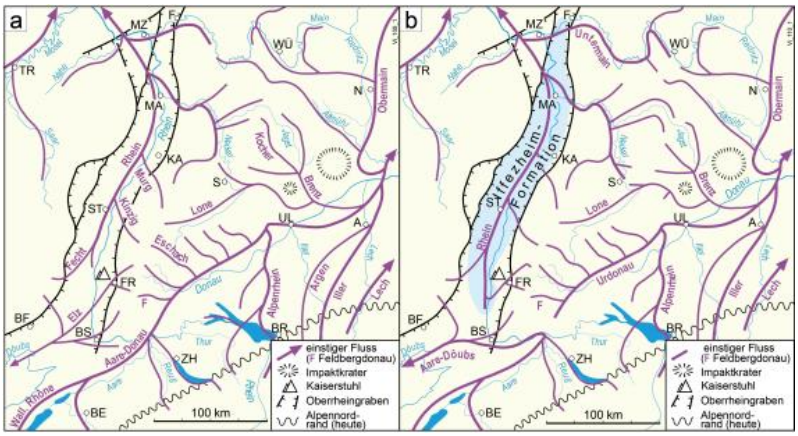
# Geologisch-geomorphologischer und landschaftsgeschichtlicher Überblick

Die Landschaftsformen und der Flussverlauf des Rheins im Südlichen Oberrheinischen Tiefland und im Hochrheingebiet haben sich geologisch gesehen erst in relativ junger Vergangenheit entwickelt. Auslöser war die Alpenbildung und das Einsinken des Oberrheingrabens im Tertiär. Die Grabenbildung war letztendlich der Grund dafür, dass der Rhein als einziger Alpenfluss den Weg zur Nordsee einschlug. Kaltzeitliche Sedimentation und Formungsprozesse während des Pleistozäns führten zur weiteren Ausformung der Landschaft. In der Neuzeit war es nicht zuletzt der Mensch, der durch seine Einflussnahme, besonders am Oberrhein, eine Umgestaltung der Flusslandschaft und die damit einhergehenden Veränderungen der Böden und des Wasserhaushalts auslöste.

## Überblick über die Flussgeschichte (Miozän bis Pleistozän)

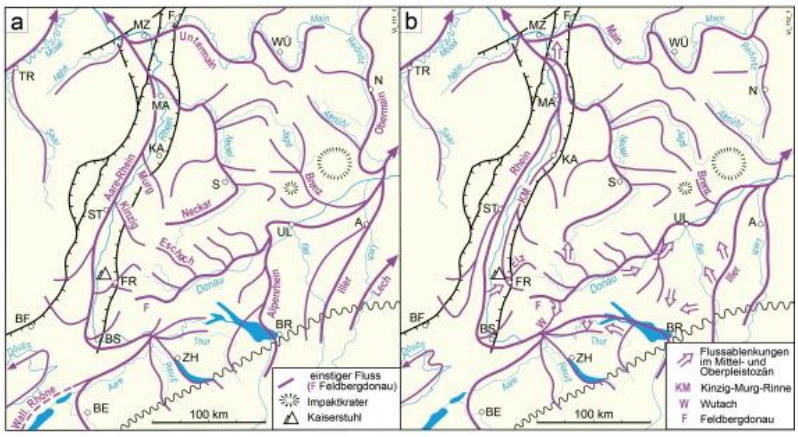
Der im Miozän vor ca. 15–20 Mio. Jahren entstandene Ur-Rhein reichte mit seinem Einzugsgebiet von Norden her anfangs nur bis in den Bereich des Kaiserstuhls. Südlich der dort vorhandenen Schwelle entwässerten die aus dem Schwarzwald und den Vogesen einmündenden Flüsse nach Südwesten durch den Sundgau, über die Rhone, zum Mittelmeer. Zwischen Südschwarzwald und Alpen befand sich das Molassebecken, dessen Entwässerungsrichtung sich im Obermiozän durch tektonische Hebung nach Nordosten umkehrte, worauf sich das Flusssystem der Ur-Donau herausbildete. Ihr Haupt-Quellast war die Aare-Donau, deren Einzugsgebiet in den Westalpen lag und die somit auch den Osten des heutigen Hochrheingebiets entwässerte. Ein Vorläufer des Alpenrheins floss damals noch nach Norden durch Oberschwaben und mündete im Raum Ehingen/Blaubeuren in die Urdonau (Villinger, 1998).

Während des darauffolgenden Pliozäns verlor die Donau ihren großen alpinen Quellfluss. Durch die Hebung des Schwarzwalds und seines südlichen Vorlands floss die Aare nun nach Westen zum Sundgau, wo sie die Zuflüsse aus dem südlichen Rheingraben aufnahm. Infolge des weiteren Absinkens des südlichen Oberrheingrabens im obersten Pliozän konnte der Ur-Rhein schließlich die Kaiserstuhl-Wasserscheide überwinden, die Aare anzapfen und sie nach Norden umleiten.




*Entwicklung der Flusssysteme von Rhein und Donau:* ***a*** *– Wende Miozän/Pliozän (vor ca. 5–6 Mio. Jahren);* ***b*** *– Wende Unter-/Oberpliozän (vor ca. 4 Mio. Jahren)*

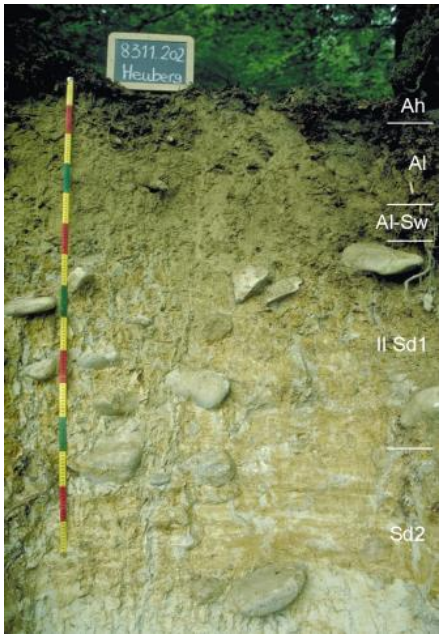
Der Anschluss des Alpenrheins an die Aare (der Bodensee existierte damals noch nicht) erfolgte vermutlich im frühen Pleistozän in Zusammenhang mit ersten Vorstößen des Rheingletschers ins Alpenvorland (Villinger, 1998). Wahrscheinlich lag der Lauf des Rheins bereits damals im Bereich des Klettgauer Tals. Dieses wurde aber v. a. während des Mittelpleistozäns ausgeräumt und anschließend mit Schotter verfüllt. Später bildete sich ein neuer Rheinlauf südlich des Kleinen Randens heraus. Während der Würm-Kaltzeit wurde das Klettgauer Tal nochmals als Schmelzwasserrinne des Rheingletschers benutzt. Nach dem Abschmelzen des Würmgletschers verlegte sich der Rheinlauf wieder nach Süden und erreichte über einen Felsriegel aus Oberjurakalk beim heutigen Rheinfall von Schaffhausen wieder seine alte Abflussrinne. Mit der Anzapfung der Feldberg-Donau durch die Wutach in der Würm-Kaltzeit konnte der Hochrhein sein Einzugsgebiet ein weiteres Mal erweitern.




*Entwicklung der Flusssysteme von Rhein und Donau:* ***a*** *– Wende Plio-/Pleistozän (vor ca. 2,6 Mio. Jahren);* ***b*** *– Frühpleistozän bis frühes Mittelpleistozän (vor ca. 2–0,5 Mio. Jahren)*

Im Würm-Hochglazial verliefen der südliche Oberrhein und seine Nebenflüsse in einem vielverzweigten, sich ständig verändernden Flussnetz („braided river“) auf einer bis zu 25 km breiten Schotterebene (Mäckel, 1992). Im Spätglazial veränderte er sich zu einem in wenige Arme gegliederten Fluss mit gleichmäßigerer Wasserführung. Die verminderte Fracht an Grobsediment und der konzentrierte Abfluss führten zum Einschneiden der Gewässer und zur Bildung der Niederterrasse. Bis zu dieser Zeit zweigten am Nordrand der Bodengroßlandschaft vom Rhein noch Flussarme ab, die auf der Ostseite des Kaiserstuhls entlang flossen (Schreiner in: Groschopf et al., 1996). Nach dem Tieferschneiden am Ende des Pleistozäns wurde die Ostrheinrinne nur noch bei starken Hochwässern überflutet.

## Pleistozäne Sedimente im Hochrheingebiet und im Südlichen Oberrheinischen Tiefland (einschl. pliozäne Flussablagerungen)



*Tief entwickelte Pseudogley-Parabraunerde aus Decklage über Heuberg-Schotter*

Zu den ältesten Zeugen der Flussgeschichte im südlichen Oberrheingraben gehören die heute zur Iffezheim-Formation gerechneten, noch ins Jungtertiär zu stellenden **Heuberg-Schotter** bei Kandern. Die stark verwitterten, größtenteils aus dem Buntsandstein stammenden Kiese und Gerölle der Heuberg-Schotter sind an der Oberfläche von periglazialen Fließerden überdeckt oder in diesen aufgearbeitet. Wo sie hangabwärts verlagert wurden, sind sie oft mit jüngerem Schotter vermischt (vgl. Rutte, 1950; Wittmann, 1994; Hädrich, 1980; Hädrich et al. in: Bleich et al. 1982). Die der Gruppe der Höhenschotter zugeordneten **Tüllinger-Berg-Schotter** und die Schotter der **Juranagelfluh der Urkander** bei Lörrach sind nur kleinflächig verbreitet und von jüngeren Deckschichten verhüllt.

Im Markgräfler Hügelland, besonders im Bereich der höheren, stärker reliefierten Vorberge zwischen Lörrach und Kandern, treten früh- bis mittelpleistozäne **Terrassenschotter** verbreitet als Umlagerungsprodukte in periglazialen Fließerden in Erscheinung. Auch in den tieferen Lagen sind alte, zumeist aus Schwarzwaldmaterial bestehende Terrassenschotter weit verbreitet. Besonders gilt dies für das Lösshügelland zwischen Müllheim und Heitersheim, das sich entlang der inneren Grabenrandverwerfung mit einem deutlichen Anstieg über der Rheinebene erhebt. Wegen der großflächigen Lössbedeckung sind die Terrassenschotter dort bodenkundlich jedoch kaum von Bedeutung.

In der durch tektonische Absenkung geprägten Rheinebene sind die früh- und mittelpleistozänen Flussschotter von jüngeren Sedimenten überdeckt. Im Vergleich zum Mittleren und Nördlichen Oberrheingebiet ist die gesamte Quartärfüllung in der südlichen Oberrheinebene nur geringmächtig. Zwischen Weil am Rhein und Steinenstadt beträgt sie meist nur 10–20 m. Im Norden, bei Hartheim/Breisach sind es bereits über 100 m.

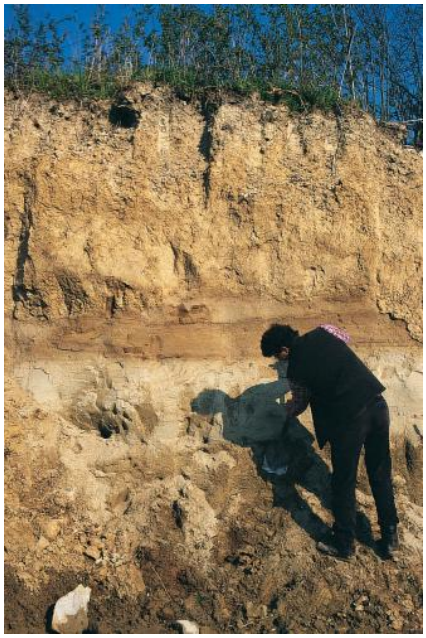
*Tiefere Hochrhein-Deckenschotter bei Rheinfelden-Riedmatt*

Zeugen der frühpleistozänen flussgeschichtlichen Entwicklung im Hochrheingebiet und Klettgau sind die **Höheren und Tieferen Hochrhein-Deckenschotter**. Sie liegen ca. 80–200 m über dem Rhein und bilden mit Lösslehm überdeckte Hochflächen, die von steilen Hängen begrenzt werden. Häufig sind die Gerölle zu harten Konglomeratbänken verbacken, die mehrere Meter hohe Steilwände mit einem Hangfuß aus Absturzmassen bilden können. An der Basis der Deckenschotter treten über wasserstauenden Gesteinen häufig Quellen auf. Das Hauptverbreitungsgebiet der Deckenschotter ist zwischen Schwörstadt und Rheinfelden sowie bei Waldshut, Küssaberg-Reckingen und auf dem Rechberg zwischen Klettgauer Tal und unterer Wutach. Die noch älteren Ablagerungen der **Mühlbach-Schichten**, die im Hochrheintal bei Laufenburg und Albbruck auftreten und zur Gruppe der Höhenschotter gerechnet werden, sind großflächig von jüngeren, lösslehmhaltigen Deckschichten überlagert und spielen für die Bodenbildung kaum eine Rolle.

*Flache Südabdachung des Schwarzwalds im Bereich der Eisrandlage des mittelpleistozänen alpinen Gletschers nördlich von Murg*

Während der älteren Vereisungen im Mittleren Pleistozän (Riß-Komplex, Hoßkirch-Komplex) drangen die Alpengletscher (Aare/Rhone-, Reuss- und Linthgletscher) nach Norden über den Hochrhein vor und endeten an der Südabdachung des Schwarzwalds, im Klettgau und auf dem Kleinen Randen. Davon zeugen die zwischen Bad Säckingen und dem Klettgau, nördlich des Hochrheintals gelegenen, inselhaft vorkommenden **Moränen-** und **Eisrandsedimente** (**Haseltal-Formation**), die zu sandig-kiesigen und lehmig-kiesigen Substraten verwittern. Die überwiegend von lösslehmreichen Deckschichten überlagerten Vorkommen heben sich nur stellenweise morphologisch von der Umgebung ab. Am Schwarzwald-Südhang bei Bad Säckingen ausgebildete Erosionsterrassen und Erosionsrinnen werden z. T. auf Eisrandflüsse aus dieser Zeit zurückgeführt (Verderber, 2003; Becker & Angelstein, 2004). Da alpine Ablagerungen dort aber weitgehend fehlen, wurden diese Bereiche in der Bodenkarte der Bodengroßlandschaft Grundgebirgsschwarzwald zugeordnet. Auf Schweizer Gebiet befindet sich beim Möhliner Feld östlich von Rheinfelden eine deutlich ausgeprägte Endmoräne. Ein früher angenommenes Vordringen der rißzeitlichen Schwarzwald-Vereisung bis in den Klettgau oder auf den Dinkelberg sowie eine Verbindung mit der alpinen Vereisung am Schwarzwald-Südrand (Pfannenstiel & Rahm, 1963; 1964; Hofmann, 1981; Rahm, 1989) konnte nicht bestätigt werden (Schreiner, 1986; 1995b; Verderber, 1992; Wendebourg & Ramshorn, 1987; vgl. auch Leser, 1979).

Der Vorstoß der alpinen Eismassen führte zum Aufstau des damaligen Rheinlaufs im Klettgau, was die Ablagerung jungrißzeitlicher Seesedimente zur Folge hatte (**Klettgau-Sediment**). Die limnischen Ablagerungen bilden ein flachwelliges Hügelland im Klettgauer Tal und bestehen aus Ton-, Schluff- und Feinsandgemengen in wechselnden Mischungsverhältnissen. Örtlich kann auch Mittel- und Grobsand sowie etwas Kies beigemengt sein. Früher wurde für diese Ablagerungen eine äolische Entstehung angenommen („Klettgaulöss“). Die Korngrößenzusammensetzung und das Auftreten von mehr oder weniger stark ausgeprägter Schichtung schließt eine Deutung als Löss jedoch aus (Bausch & Schober, 1997; Hofmann, 1981; Verderber, 1992). Kleinflächig finden sich die rißzeitlichen Seesedimente auch im Ausgang des Schlüchttals nördlich von Waldshut-Tiengen.



*Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden (Deck- und Mittellage bis ca. 8,5 dm u. Fl.) über geschichteten jungrißzeitlichen Seesedimenten*

*Kiesgrube westlich von Klettgau-Geißlingen mit rißzeitlichen Seesedimenten (Klettgau-Sediment) über Kies der Rheingletscher-Hochterrassenschotter*

Während der Rißkaltzeit wurde die im Klettgau vom Rhein geschaffene tiefe Flussrinne mit mächtigen Kiesablagerungen verfüllt, die heute einen bedeutenden Grundwasserspeicher darstellen. Bei den über der Talsohle gelegenen Schotter (**Rheingletscher-Hochterrassenschotter**) ist zwischen einer Oberen und einer Mittleren Hochterrasse zu unterscheiden (Verderber 1992, S. 63 ff.). Die verfestigten Schotter der Oberen Hochterrasse liegen etwa 30 m über der Mittleren Hochterrasse und enthalten etwas weniger kalkige Komponenten als diese. Die in mehreren Kiesgruben aufgeschlossenen Schotter der Mittleren Hochterrasse bilden im Wesentlichen den Sockel des breiten Hügelrückens, der das Klettgauer Tal in Längsrichtung durchzieht. Rißzeitliche, im zentralen Bereich oft von geringmächtigem Lösslehm bedeckte Terrassenschotter finden sich auch nördlich und südlich von Lauchringen, beiderseits des Talausgangs der Wutach, sowie kleinflächig entlang des Hochrheins von Hohentengen bis Schwörstadt. Bei Rheinfelden-Riedmatt sind dem Tieferen Hochrhein-Deckenschotter sehr kleinflächig rißzeitliche Schotter vorgelagert (Verderber, 1992, S. 31 ff.; Bludau et al., 1994). Da die Hochterrassen in ihrem zentralen flachen Bereich meist von umgelagertem Lösslehm bedeckt sind, treten die Terrassensedimente v. a. in den hängigen Randbereichen in Oberflächennähe auf.

Die Eismassen der würmzeitlichen Alpenvorlands-Vereisung drangen nicht bis in das Gebiet der Bodengroßlandschaft vor. Die ganz im Osten, bei Jestetten und Lottstetten westlich des Rheins gelegenen Moränen des Würm-Maximalstands wurden der Bodengroßlandschaft Jungmoränenhügelland zugeordnet. Die Schmelzwasserflüsse lagerten im Talboden des Hochrheintals die Schotter ab, die heute die Niederterrasse aufbauen (**Rheingletscher-Niederterrassenschotter**).

Über zwei Schmelzwasserrinnen im Randen bzw. Kleinen Randen (Engi und Wangental) gab es Abflüsse in den Klettgau, wo ebenfalls Niederterrassenschotter abgelagert wurden (Bausch & Schober, 1997; Geyer et al., 2003). Die Schmelzwässer strömten schon kurz nach dem Maximalstand nicht mehr durch den Klettgau, sondern flossen nur noch durch das Hochrheintal ab. Die Niederterrassenschotter im Klettgau sind daher kaum zerschnitten und die Auen der Klettgaubäche mit nur sehr geringer Höhendifferenz eingetieft, wogegen sich die Niederterrasse im Hochrheintal durch eine starke Aufspaltung in mehrere Einzelniveaus auszeichnet.

*Blick von der Niederterrasse im Klettgauer Tal bei Geißlingen zum nordwestlichen Stufenrand des Kleinen Randens*

Die Niederterrassenflächen im Hochrheintal liegen meist in 10–30 m Höhe über dem Rheinlauf. Im Osten, bei Hohentengen, beträgt die Differenz vom höchsten Niederterrassenniveau zum Rhein ca. 50 m. Mehrere Autoren haben sich mit der Gliederung der Niederterrassenniveaus im Hochrheintal beschäftigt (z. B. Wittmann, 1961; 1963; 1969; Graul, 1962a; b). Es geht dabei um die Frage, ob die Terrassen durch Erosion aus einem einheitlichen Schotterkörper entstanden sind oder auf mehrere einzelne Aufschüttungen zurückgehen. Unklar sind auch ihre zeitliche Einstufung und der Einfluss von Klima und Tektonik auf die Terrassenbildung.

*Blick von der Niederterrassenkante bei Rheinfelden-Herten über die ca. 4 m tiefer gelegene Auenterrasse nach Südosten*

*Kiesgrube auf der Niederterrasse nordwestlich von Breisach-Niederrimsingen (Neuenburg-Formation)*

Die Niederterrassenschotter der südlichen Oberrheinebene werden der **Neuenburg-Formation** zugeordnet. In der Niederterrasse bei Weil am Rhein verzahnen sich die Schotter der Wiese mit denen des Rheins. Zwischen Weil am Rhein und Efringen-Kirchen lässt sich die Niederterrasse noch in zwei Niveaus unterteilen, unter denen zwei weitere Erosionsniveaus folgen, die bereits von holozänem Auensediment bedeckt sind (Wittmann, 1994). Zwischen Efringen-Kirchen und Schliengen fehlt die Niederterrasse weitgehend, da sich der Rheinlauf hier nah an das Markgräfler Hügelland herandrängt. Nördlich davon setzt sich die meist ca. 1–4 km breite Terrassenfläche auf einem Niveau bis zum Südrand des Kaiserstuhls fort. Über der westlich anschließenden holozänen Rheinaue erhebt sie sich mit einer scharfen, ganz im Süden über 20 m und im Norden 4 m hohen Terrassenkante, dem sog. Hochgestade.

*Lösswand in einem Hohlweg südöstlich von Buggingen*

Am südlichen Oberrhein ist der Löss ein weit verbreitetes Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Der **Löss** wurde in trocken-kalten Phasen der Kaltzeiten aus den Schotterfeldern des Rheins ausgeblasen und von vorwiegend westlichen Winden als äolisches Sediment im Markgräfler Hügelland und am Schwarzwaldfuß wieder abgelagert. Je nach Entfernung vom Ausblasungsgebiet, Exposition und Hangneigung kann die Lössmächtigkeit stark schwanken. In bis zu 20 m mächtigen Lösspaketen zeigen eingelagerte Paläoböden den mehrfachen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten (Hädrich in: Bleich et al., 1982; Hädrich, 1985; Zollinger, 1985; 1990; Bibus, 1991). Bodenbildend relevant ist i. d. R. der oberste, würmzeitliche, kalkhaltige Löss, der im Markgräfler Hügelland unterhalb von ca. 300–350 m NN großflächig verbreitet ist. Die Lösssedimentation und Umlagerung von Lössbodenmaterial im Zuge der ackerbaulichen Nutzung wirkten sich ausgleichend auf das Landschaftsrelief aus. Typisch für das Lösshügelland zwischen Müllheim und Heitersheim sind kastenförmige Täler mit halbkreisförmigem Talschluss (Mäckel, 2014, S. 372). In stärker geneigten und höheren Lagen wird der Löss durch kalkfreien **Lösslehm** abgelöst. Dabei handelt es sich um entkalktes, durch Bodenbildung und Umlagerung überprägtes Material. Häufig dürfte es sich um durchverwitterten geringmächtigen Würmlöss handeln, der von älterem Lösslehm unterlagert wird.

Im Hochrheingebiet treten nur am Südrand des Dinkelbergs bei Grenzach-Wyhlen und Rheinfelden einzelne Lössflecken auf. Dagegen sind Lösslehmdecken in Flachlagen und ostexponierten Hanglagen des Dinkelbergs häufiger. Auch auf den früh- und mittelpleistozänen Terrassen- und Moränensedimenten des Hochrheintals sind geringmächtige Lösslehme weit verbreitet, die häufig aber auch Fremdmaterial und damit Anzeichen von Solifluktion und Kryoturbation aufweisen. Auf den Deckenschotterplateaus im Klettgau tritt wiederum mächtiger Lösslehm auf, der nach Bausch & Schober (1997) bis 20 m mächtig sein kann.

## Die Rheinaue – Morphologie und anthropogene Veränderung

Der Rhein hat sich am Ende der letzten Kaltzeit in die würmzeitlichen Schotter eingeschnitten und in der neu gebildeten Talsohle **Auensedimente** bei Überflutungen abgelagert. Im Hochrheintal sind in Folge der stärkeren Tiefenerosion verschiedene Niveaus von Auenterrassen entstanden, die sich auch im Entwicklungsgrad der darauf verbreiteten Böden unterscheiden (vgl. Bodenlandschaften/Hochrheintal und Klettgauer Tal). Die 10 m über dem Rhein gelegene Auenterrasse zwischen Rheinfelden und Grenzach-Wyhlen zeigt örtlich eine stark gewellte Oberfläche, die auf Sackungen infolge des Salzabbaus im Mittleren Muschelkalk mittels Solung zurückgeführt wird (Schindler, 1993b, S. 805).

Bei extremem Hochwasser wird nur noch das jüngste, unterste Auenniveau überflutet. Aufgrund der anhaltenden Tiefenerosion nimmt die junge Aue nur einen schmalen Streifen entlang des Flusses ein.

Am südlichen Oberrhein ist bei Märkt, nördlich von Weil am Rhein, eine ältere Auenterrasse ausgebildet, die ca. 3 m über der jungen Rheinaue liegt und aufgrund der dort gemachten Funde in die späte Bronzezeit datiert wird (Wittmann, 1994; Schmid, 1950). Der nördliche Abschnitt der Märkter Terrasse ist von Auensedimenten der Kander bedeckt. Südwestlich von Weil am Rhein bildet die Aue der Wiese eine mehrere Meter tiefer als die Niederterrasse gelegene breite, flachwellige Ebene. Von ihr lässt sich eine geringfügig höher gelegene ältere Auenterrasse abgrenzen.

Während die Aue der nördlichen Oberrheinebene durch Mäander geprägt war, zeigte der Flusslauf zwischen Basel und Breisach aufgrund des stärkeren Gefälles eine netzartige Aufspaltung in zahlreiche Flussarme (Furkationszone). Wechselnde Strömungsverhältnisse und Wasserführung, Erosion und Akkumulation hatten eine ständige Verlagerung der flachen Rinnen und Rücken zur Folge.

*Die Isteiner Schwellen aus Oberjura-Kalkstein im Rheinbett westlich von Efringen-Kirchen*

Die Auenlandschaft am südlichen Oberrhein wurde durch den Menschen extrem umgestaltet. Ziel der nach Plänen des badischen Ingenieurs J. G. Tulla durchgeführten Rheinkorrektion im 19. Jh. war die Schiffbarmachung des Flusses und die Abwendung der teils verheerenden Hochwässer. Darüber hinaus konnte durch die Maßnahmen Neuland für die agrarische Nutzung gewonnen werden. Die Folgen der Eindeichung und Begradigung, die 1876 abgeschlossen wurde (Schwabe, 1992), waren eine mit der Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und Transportkraft verbundene Tiefenerosion. Bei den Isteiner Schwellen, nordwestlich von Efringen-Kirchen, wurde durch die Flusserosion das mesozoische Festgestein freigelegt. Auch in den Rheinzuflüssen ist eine junge Tieferlegung durch rückschreitende Erosion zu beobachten. Diese hat im Feuerbach östlich von Efringen-Kirchen zu einer 4 m hohen Stufe geführt (Zollinger, 1990).

*Bei Hartheim blickt man entlang des Rheins nach Nordwesten zum Tuniberg – ganz links hinten sieht man den Rheinseitenkanal auf französischer Seite.*

Das Wegfallen der Überflutungen und eine starke Absenkung des Grundwassers hatten erhebliche Auswirkungen auf den Naturhaushalt, die sich durch den Bau des betonierten Rheinseitenkanals in der ersten Hälfte des 20. Jh. noch verstärkten (siehe Kap. Bodenlandschaften/Rheinaue). Der Grundwasserspiegel ist um ca. 8 m (HGK, 1975) abgesenkt worden, so dass die Grundwassermerkmale in den Böden in Form von Rostflecken als reliktisch angesehen werden müssen. Ganz im Süden, zwischen Weil am Rhein und den Isteiner Schwellen, liegen die mittleren Grundwasserstände zwischen 2,5 und 3 m u. Fl. Der Verlauf der ehemaligen Rheinarme ist in der heutigen Trockenaue in Form flacher Rinnen noch morphologisch sichtbar. Die einzigen Flächen, die heute noch eine rezente Auendynamik, d. h. regelmäßige Überflutungen aufweisen, sind die Buhnenfelder und Kiesbänke innerhalb des eingedeichten Flussbetts.

Die Rheinkorrektion und der Bau von Staustufen am südlichen Oberrhein führten zu einer Verschärfung der Hochwassergefahr entlang des Rheins unterhalb von Iffezheim. Zur Wiederherstellung der Hochwassersicherheit werden im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms Baden-Württemberg seit 2010 wieder Überflutungsflächen durch künstliche Tieferlegungen entlang des Flusslaufs geschaffen. Ausführliche Informationen zum Stand des Baus von Rückhalteräumen zwischen Weil am Rhein und Breisach finden sich auf der Homepage des Regierungspräsidiums Freiburg.

*Frisch ausgekiester und schon wieder mit jungen Weiden und Pappeln bewachsener Hochwasser-Rückhalteraum westlich von Efringen-Kirchen*

*Blick nach Nordnordost über die Vorberge und das Feuerbachtal nordwestlich von Kandern – Hinten rechts der Südschwarzwald mit dem Blauen*

## Präquartäre Gesteine im Markgräfler Hügelland und auf dem Dinkelberg

Über den im Oberrheingraben abgesunkenen Deckgebirgsschollen (Trias, Jura) wurden während des Tertiärs marine, limnische und von den Grabenflanken her auch fluviatile Sedimente abgelagert. Im Zuge tektonischer Bewegungen am Grabenrand wurden die Bruchschollen unterschiedlich stark gekippt und in Teilen wieder abgetragen. Sie bilden heute die **Vorbergzone** vor dem Steilanstieg zu dem aus Kristallingestein bestehenden Südschwarzwald, von dem sie durch die Schwarzwaldrandverwerfung getrennt sind.

Die überwiegend aus Gesteinen des Tertiärs und Juras bestehenden Bruchschollen am Ostrand des südlichen Oberrheingrabens bilden zwischen Müllheim und Sulzburg ein nur ca. 2 km breites Bergland, das sich ungefähr 100–200 m über das westlich vorgelagerte Lösshügelland heraushebt (Britzingen-Ballrechter-Vorberge). Im Süden, zwischen Müllheim und Lörrach, wird dieses Tertiär- und Jurahügelland bis zu 10 km breit (Schreiner, 1991a) und reicht zwischen Bad Bellingen und Istein stellenweise bis nahe an den Rhein heran.

*Blick von der Rheinaue bei Efringen-Kirchen über das Markgräfler Hügelland nach Osten zum Schwarzwald*

In weiten Bereichen des tiefer gelegenen westlichen Teils des Hügellands sind die präquartären Gesteine allerdings überwiegend von Löss überdeckt. Nach Westen hin geht dieses Lösshügelland in die höher gelegene und stärker reliefierte Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone über (Lipburg-Feuerbacher Waldhügel). Die größtenteils von Löss bedeckte Oberjura-Bruchscholle des Isteiner Klotzes tritt am Rand zur Rheinebene mit steilen Hängen und markanten Felsen in Erscheinung. Zwischen diesem Gebiet und der Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone verläuft der Bamlacher Graben. Es handelt sich um eine NW–SE-gerichtete tektonische Struktur, in der ein von Haselbach, Feuerbach und Kander gequertes Hügelland aus Tertiärgesteinen ausgebildet ist. Löss und Lösslehm nehmen große Flächen ein.

*Der Konglomeratblock und die daran angebrachte Tafel am Innerberg bei Müllheim weisen auf das Tertiärgestein hin, aus dem der Bergrücken aufgebaut ist: Kalkkonglomerat der Küstenkonglomerat-Formation*

Verbreitete Gesteine aus dem älteren Tertiär sind die Kalkkonglomerate (Küstenkonglomerat-Formation), die beispielsweise die Scheitelbereiche der Vorberge zwischen Müllheim und Sulzburg aufbauen, aber auch weiter südlich noch in Erscheinung treten. Daneben sind es v. a. leicht verwitterbare Mergel aus dem Tertiär, die für die Bodenbildung in der Vorbergzone von Bedeutung sind (Pechelbronn-, Haguenau-, Wittelsheim- und Schliengen-Formation). Nur an wenigen Stellen fallen Felsstufen auf, die von Kalksteinschichten in den Mergeln gebildet werden. Bei Bad Bellingen, Fischingen und Lörrach treten z. T. Mergel aus dem jüngeren Oberrheingraben-Tertiär an der Oberfläche in Erscheinung (Froidefontaine-Formation). Die bei Kandern vorkommenden, vermutlich pliozänen Höhenschotter („Heubergschotter“) wurden bereits oben erwähnt.

*Baugrube bei Sulzburg-Laufen mit geringmächtigem Löss über tertiärem Mergel*

Gesteine des Mitteljuras haben in der Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone eine große Verbreitung. Während die Schichtköpfe und bewaldeten Hochflächen meist von den oolithischen Kalksteinen der Hauptrogenstein-Formation gebildet werden, sind die Hänge oft von Ton- und Mergelstein aufgebaut (Opalinuston-, Kandern-, Variansmergel- und Ornatenton-Formation). Örtlich können Kalksandstein- und Eisenoolithschichten ausstreichen (Murchisonae-Oolith-, Wedelsandstein- und Gosheim-Formation). Ton-, Mergel- und Karbonatgesteine des Unterjuras haben besonders bei Schliengen-Obereggenen ein kleines Verbreitungsgebiet.

*Aufgelassener Steinbruch im Kalkstein der Hauptrogenstein-Formation (Mitteljura) östlich von Kandern-Riedlingen*

*Kalksteinfelsen der Korallenkalk-Formation (Oberjura) in der Wolfsschlucht südlich von Kandern*

Gesteine des Oberjuras streichen v. a. südwestlich und westlich von Kandern sowie nördlich und nordwestlich von Efringen-Kirchen aus und bilden dort Plateaus und Steilstufen. Es handelt sich überwiegend um Kalksteine der Korallenkalk-Formation, bei Efringen-Kirchen auch der Nerineenkalk-Formation. In den Taschen und Spalten der stark verkarsteten Oberfläche des Korallenkalks haben sich Reste einer alttertiären Verwitterungsdecke erhalten. Es handelt sich um Tone mit Eisenerzkonkretionen und Sande der Schliengen-Formation (Boluston und Huppersande). Die in Karstspalten eingespülten oder in den umgelagerten Tonen erhaltenen Bohnerze wurden über Jahrhunderte auf großen Arealen abgebaut, was zu einer starken Veränderung der Geländeoberfläche geführt hat (Werner & Gerlitzki, 2019).

Die meist bewaldeten Kalksteinflächen des Ober- und Mitteljuras (Korallenkalk-, Hauptrogenstein-Formation) sind durch Lösungsverwitterung stark verkarstet. Es entstanden viele Einsturzdolinen, die entlang von Tiefenlinien am Hang zu Dolinenschwärmen zusammengewachsen sind und dann tiefeingeschnittene Täler bilden. Die meisten Dolinen sind schon im Pleistozän oder davor entstanden, worauf das Vorkommen pleistozäner Deckschichtenfolgen an den steilen Dolinenrändern hinweist. Kleine Fließgewässer, die ihren Ursprung meist außerhalb der Karstgebiete haben, versickern beim Eintritt in den verkarsteten Gesteinsuntergrund und führen nur in regenreichen Monaten Wasser.

*Durch Verkarstung entstandene Felssäulen aus Oberjurakalkstein auf dem Höhenrücken des Behlen südwestlich von Kandern*

Am Ostrand der Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone, im Übergang zu den Schwarzwaldhängen, streichen in einem schmalen Streifen die Schichtköpfe steilgestellter Trias-Schichten aus. Lokal treten permzeitliche Arkosen hinzu. Die Sand-, Ton-, Mergel- und Karbonatgesteine treten nur selten direkt bodenbildend in Erscheinung. Meist sind sie als Grobkomponenten in den die Hänge überdeckenden Fließerden enthalten, die auch Beimengungen von Gneis- und Granitgestein aus dem angrenzenden Schwarzwald führen.

Südlich von Kandern geht die Schwarzwaldrandverwerfung in die Rheintalflexur über, an der das Mesozoikum der Weitenauer Berge und des Dinkelbergs mit steilem Einfallen unter das Tertiär des Rheingrabens abtaucht. Zwischen Lörrach und Kandern streichen auch dort in einem schmalen Streifen Muschelkalk und Keupergesteine aus. Das angrenzende, überwiegend vom Buntsandstein und permzeitlichen Sedimentgesteinen aufgebaute Weitenauer Bergland, gehört bereits zur Bodengroßlandschaft Buntsandstein-Schwarzwald.

*Oberer Muschelkalk bei Wollbach-Egerten (Kandern)*

Im Süden markiert der westlich von Lörrach gelegene Höhenzug des **Tüllinger Bergs** den Abschluss des Markgräfler Hügellands. Er ist überwiegend aus tertiären Süßwasserschichten aufgebaut (Tüllingen-Schichten). Die darunter liegenden sandigen Sedimente der Elsässer Molasse sind von Fließerden und Rutschmassen überdeckt und spielen für die Bodenbildung keine Rolle. Charakteristisch für die Süßwasserschichten am Tüllinger Berg ist die Wechsellagerung von Mergeln mit dünnen Kalksteinbänken. Letztere treten vor allem in den oberen Hangbereichen als Stufen in Erscheinung. Der Wechsel zwischen wasserdurchlässigen Kalksteinen und z. T. mächtigen, quellfähigen Mergeln fördert die Entstehung von Hangrutschungen, die am Tüllinger Berg katastrophale Ausmaße annehmen können (Schindler, 1994, S. 743). Ein etwa 14 ha großes Rutschgelände ist östlich von Weil am Rhein anzutreffen. Die Rutschmassen sind dort auf schweizerischem Gebiet bis ins Wiesental vorgedrungen und haben den Fluss nach Osten abgedrängt.

*Blick über die Südwestspitze des Tüllinger Bergs nach Norden*

*Abbauwand der aufgeschlossenen Plattenkalk-Formation im Oberen Muschelkalk bei Rheinfelden-Karsau*

Östlich von Lörrach schließt sich der zwischen Wiese-, Rhein- und Wehratal gelegene, tektonisch stark gegliederte Bruchschollenkomplex des **Dinkelbergs** an. Die hügelige Landschaft auf dem Dinkelberg mit Höhenlagen von 300 bis über 500 m NN ist vorwiegend aus Karbonatgestein des Oberen Muschelkalks aufgebaut und intensiv verkarstet. Zwischen einer westlichen und einer östlichen Hochscholle befindet sich der ca. 8 km breite zentrale Dinkelberggraben, in dem sich neben Muschelkalk großflächig Gesteine des Unter- und Mittelkeupers und vereinzelt des Juras erhalten haben.

*Hügelige, verkarstete Muschelkalk-Hochfläche auf dem Dinkelberg beim Hohen Flum südlich von Schopfheim – Hinten blickt man über das Wehratal hinweg zum Hotzenwald*

Mit teils steilen Hängen fällt der Dinkelberg zu den umgebenden Tälern hin ab. Im Westen, wo der Dinkelberg durch das Tal der Wiese begrenzt wird, tauchen die mesozoischen Gesteine der Dinkelbergscholle entlang mehrerer Verwerfungen unter die tertiären und quartären Sedimente des Oberrheingrabens ab. Im Osten, wo der Dinkelberg durch das Wehratal begrenzt wird begleitet ein schmaler Streifen mit Gesteinsschollen aus Trias- und Juragestein auch noch die Ostseite des Tales.

Die Kalk- und Dolomitgesteine des Oberen Muschelkalks bilden auf dem Dinkelberg ein zertaltes Hügelland. In zahlreichen schmalen tektonischen Gräben sind Gesteine des Keupers erhalten geblieben, in die sich oft schmale Tälchen mit steilen Hängen eingeschnitten haben. Besonders im Bereich des zentralen Dinkelberggrabens findet sich Keupergestein auch flächenhaft in den höheren Lagen außerhalb der Gräben. Es handelt sich dabei vorwiegend um Ton-, Schluff- und Mergelsteine mit Zwischenlagen aus Dolomit-, Gips- und Sandsteinbänken. Kleinflächig wird der Keuper stellenweise von Kalk-, Ton- und Mergelgestein des Unterjuras überlagert.

*Autobahnbaustelle östlich von Hagenbach mit schräggestellten Keuper und Unterjuraschichten*

*Aufschluss in den Rotliegend-Sedimenten (Weitenau-Formation) in Rheinfelden-Degerfelden*

Am Nordrand des Dinkelbergs, im Übergang zum Wiesental, aber auch im Südwesten, im „Inzlinger“ und „Degerfelder Horst“, haben sich die Täler bis in die Dolomit- und Mergelgesteine des Unteren und Mittleren Muschelkalks sowie in die Sand- und Tonsteine des Buntsandsteins eingetieft. Bei Rheinfelden-Degerfelden sowie nördlich von Hasel sind an steilen Talhängen zudem Arkosen und schwach verfestigte Sandsteine der Weitenau-Formation (Rotliegend-Sedimente) angeschnitten. Am Schindelberg, nordwestlich von Inzlingen, treten auf kleinem Raum oolithische Kalk- und Mergelsteine des Mitteljuras auf. Die direkt auf Oberem Muschelkalk lagernden Mitteljuragesteine nördlich und nordwestlich von Grenzach werden als tertiäre Rutsch- und Sackungsmassen gedeutet (Wittmann 1949; Fischer et al., 1971, S. 19). Jüngere Rutsch- und Bergsturzmassen finden sich verbreitet an den steilen Muschelkalk-Hängen am Südrand des Dinkelbergs zwischen Grenzach-Wyhlen und Herten sowie an den Hängen zum Wehra- und Wiesental.

*Verkarstete, hügelige Dinkelberg-Hochfläche mit mehreren, z. T. bereits wieder verfüllten, Dolinen bei Grenzach-Wyhlen-Rührberg*

Die Verkarstung der Dinkelbergscholle führte zu Gewässerarmut sowie zur Bildung von Trockentälern und zahlreichen, vor allem im Übergang vom Unterkeuper zum Muschelkalk auftretenden Dolinen (HGK, 1975). Der nur episodisch mit Wasser gefüllte Eichener See und die begehbaren Höhlen bei Riedmatt und Hasel (Tschamberhöhle, Erdmannshöhle) sind ebenfalls Folge der intensiven Verkarstung. Kleinere Bäche haben ihren Ursprung in der Regel im Verbreitungsgebiet der tonigen Keupergesteine und verschwinden meist wieder mit dem Übertritt in den Oberen Muschelkalk. Bei außergewöhnlich starken Niederschlagsereignissen wird das Oberflächengewässernetz reaktiviert, was in den Ortschaften am Rand des Dinkelbergs, besonders in Degerfelden, katastrophenartige Überflutungen zur Folge haben kann (Disch, 1971, S. 31; Schindler, 1993a).

*Der Eichener See auf dem nordöstlichen Dinkelberg ist eine längliche Karsthohlform, die nur nach stärkeren Niederschlägen oder nach der Schneeschmelze, wenn der Karstwasserspiegel ansteigt, vorübergehend mit Wasser gefüllt ist.*

# Ausgangsmaterial der Bodenbildung

Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind in den allermeisten Fällen die an der Oberfläche liegenden quartären Deckschichten unterschiedlichster Mächtigkeit und Genese. Auch in den nicht von Löss bedeckten Bereichen des Markgräfler Hügellands und des Dinkelbergs wird das verwitterte Festgestein von periglazialen Deckschichten überlagert. Nur in exponierten Erosionslagen, wie steilen Oberhängen und stark konvexen oder felsigen Hangabschnitten, hat sich der Boden direkt aus dem Festgestein gebildet.

Als Folge der im periglazialen Frostwechselklima der letzten Kaltzeiten abgelaufenen Formungsprozesse sind als Ausgangsmaterial der Bodenbildung flächenhaft Fließerdedecken entstanden. Bei dem als Solifluktion bezeichneten Vorgang wurde während der sommerlichen Auftauphasen das wassergesättigte, oberflächennahe Lockermaterial über dem gefrorenen Untergrund durch Bodenfließen hangabwärts bewegt. Vielfach wurde dabei das durch Frostverwitterung gelockerte Ausgangsgestein mit aufgewehtem Löss vermischt. Auch in ebener Lage kam es durch den ständigen Wechsel von Auftauen und Wiedergefrieren zur Durchmischung der oberflächennahen Lockersubstrate und somit zur Entstehung eigenständiger Deckschichten (Solimixtion). Die oft mehrgliedrigen Fließerdedecken lassen sich in Deck-, Mittel- und Basislage unterteilen. Die stark vom Relief abhängigen Deckschichtenkombinationen sind für das Bodenmuster und die Bodeneigenschaften entscheidend.

Das jüngste pleistozäne Deckschichtenglied ist die **Decklage**, die der **Hauptlage** nach Ad-hoc-AG Boden (2005a, S. 180 f.) entspricht. Es handelt sich dabei um ein durch Solifluktion oder Solimixtion homogenisiertes Gemisch aus aufgearbeitetem Liegendmaterial und einer mehr oder weniger deutlichen, schluffig-feinsandigen, äolischen Komponente. Charakteristisch ist ihre Mächtigkeit von 30–60 cm, die auf landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Bodenerosion meist deutlich reduziert ist. Nicht selten ist die Decklage auch in heute bewaldeten Gebieten weniger als 30 cm mächtig, was auf Bodenerosion infolge von Rodungen, mittelalterlicher Waldweide und anderen anthropogenen Eingriffe zurückzuführen ist. Die von Moll in: Genser & Moll (1963) beschriebene 30–40 cm mächtige Schlufflehmzone, die auf dem Dinkelberg unabhängig vom Ausgangsgestein große Verbreitung besitzt, dürfte wohl der Decklage entsprechen und nicht ausschließlich auf Lessivierung zurückzuführen sein. Auch auf den ausgedehnten, annähernd ebenen Niederterrassenflächen im Hochrheintal und in der Oberrheinebene konnte sich im Spätwürm durch Solimixtion eine Decklage entwickeln. Durch häufige Frostwechsel hat sich eine mehr oder weniger deutliche, feinsandig-schluffige, äolische Komponente mit dem aufgearbeiteten Liegendmaterial vermischt. Sie besitzt i. d. R. eine Mächtigkeit von 20–40 cm und ist durch geringeren Kiesgehalt, geringere Lagerungsdichte und höheren Schluffgehalt deutlich vom unterlagernden Kieskörper der Niederterrasse zu unterscheiden. Nach der bei Friedmann (2000, S. 115 ff.) dargelegten spät- und postglazialen Waldgeschichte des südlichen Oberrheingebiets herrschten dort in der Jüngeren Tundrenzeit lichte Kiefernwälder mit eingesprengten Birken vor. Das Vorhandensein der Decklage legt aber nahe, dass es zumindest zeitweise Phasen mit Dauerfrostboden oder langanhaltendem saisonalen Frost und Anwehung äolischer Sedimente in einer unbewaldeten Landschaft gegeben haben muss.

Unter der Decklage befindet sich in geneigten Lagen häufig die z. T. mehrschichtige **Basislage**. Sie enthält keine äolische Komponente und besteht ausschließlich aus solifluidal aufgearbeitetem, liegendem oder hangaufwärts anstehendem Gesteinsmaterial. Das Vorherrschen von Ton-, Mergel- und Karbonatgestein führte zu einer meist tonigen Ausbildung der Basislage, die oft dicht gelagert ist und hangparallel eingeregelte, gröbere Gesteinskomponenten enthält. Die Mächtigkeit ist sehr unterschiedlich und nimmt i. d. R. vom Oberhang zum Hangfuß hin zu. Am Westabfall des Schwarzwalds sind bei Kandern, Schliengen-Obereggenen und Badenweiler mehrere Meter mächtige pleistozäne Solifluktionsdecken erhalten, die neben umgelagertem Terrassenschotter auch grobe Komponenten aus Granit und Gneis sowie Gesteinsschutt von Muschelkalk und Buntsandstein führen.

Der Begriff „Basislage“ wurde in der Regel nur für verwittertes und umgelagertes Festgestein angewendet. In Kiesverwitterungslehmen, Seesedimenten und Moränenablagerungen hat sicherlich ebenfalls Solifluktion und Solimixtion stattgefunden. Eine Unterscheidung gegenüber in situ verwittertem Material ist jedoch bei der Bodenkartierung in solchen Substraten meist nicht möglich.

Zwischen Deck- und Basislage ist als weiteres Deckschichtenglied oft die **Mittellage** ausgebildet, welche neben aufgearbeitetem Liegendmaterial einen deutlichen Lösslehmgehalt besitzt. Ihr Auftreten ist an Reliefpositionen gebunden, in denen sich während der pleistozänen Kaltzeiten Löss ablagern und erhalten konnte. Es sind dies vor allem die Hanglagen im Markgräfler Hügelland östlich der Lössgebiete, die Beckenlage des Klettgauer Tals sowie die Flachhänge und ebenen Scheitellagen im Bereich der mittel- und frühpleistozänen Schotterablagerungen. Auch auf der hügeligen Dinkelberghochfläche sind Mittellagen weit verbreitet. Im Randbereich ihrer Verbreitung beschränken sich die Vorkommen auf ost- bis nordostexponierte Mittel- und Unterhänge.

Mit dem Begriff **Hangschutt** wurden skelettreiche Deckschichten an den Steilhängen im Verbreitungsgebiet mesozoischer Festgesteine bezeichnet. Meist handelt es sich um Karbonatgesteinsschutt im Muschelkalk- und Juragebiet. Es kommen aber auch Hangschuttdecken aus Sandsteinen (Buntsandstein, Perm) oder Konglomeraten (Deckenschotter) vor. Bei der Entstehung spielten neben der Solifluktion auch gravitative Massenverlagerungen und Abschwemmungen eine Rolle. In Hangbereichen, in denen holozäne Rutschungen stattgefunden haben, bilden junge **Rutschmassen** das Ausgangsmaterial der Bodenentwicklung.

Der oben beschriebene **Löss** ist nicht nur im Markgräfler Hügelland weit verbreitet, er tritt auch im Hochrheintal, am Südrand des Dinkelbergs, auf. Auf der Niederterrasse des südlichen Oberrheins fand sich mehrere Meter mächtiger Löss kleinflächig als Überdeckung der Terrassenschotter bei Buggingen-Seefelden. Er geht dort randlich in **Schwemmlöss** über. Ein kleines Vorkommen von **Lösssand** fand sich auf der Niederterrasse im Norden der Bodengroßlandschaft bei Hartheim. Ein ähnliche Verbreitung wie die lösslehmreichen Fließerden (Deck- über Mittellage) besitzt der **Lösslehm**, bei dem es sich vermutlich ebenfalls häufig um mehrschichtige, solifluidal umgelagerte Substrate handelt, in denen allerdings keine Fremdbeimengung erkennbar ist. Mächtige Mittellagen bzw. Fließerdefolgen aus Decklage über z. T. mehrgliedriger Mittellage mit wenig Fremdmaterial waren bei der Kartierung schwer von Lösslehmdecken zu trennen und gehen fließend in diese über.

Im Spätglazial schnitt sich der Rhein bedingt durch eine höhere und gleichmäßigere Wasserführung und verringerte Sedimentfracht in den Schotterkörper ein. Lokale tektonische Hebungen haben die Tiefenerosion wahrscheinlich zusätzlich verstärkt. Die höher gelegene Niederterrasse wurde in der Folge nur noch entlang der Randgerinne am Fuße des Hügellandes bei Hochwasser überflutet, wobei tonig-lehmige und schluffige **Hochflutsedimente** abgelagert wurden. Die Zusammensetzung dieser Hochflutlehme deutet im Wesentlichen auf die Aufarbeitung von Lössbodenmaterial hin.

Südöstlich von Breisach und kleinflächig nördlich von Hartheim finden sich auf der Niederterrasse kalk- und schluffreiche, örtlich kiesige Hochflutsedimente des Rheins. Im Bereich der dort abzweigenden Flussarme des Ostrheins wurden diese dort bis ins Holozän hinein abgelagert (vgl. Kayser & Mäckel, 1994).

Das südliche Oberrheingebiet, das Hochrheingebiet und der Klettgau gehören zu den altbesiedelten Landschaften, in denen schon seit der Jungsteinzeit Ackerbau betrieben wird. Die lang andauernde landwirtschaftliche Nutzung hat zur Erosion der Oberböden in hängigen Lagen geführt. Das abgetragene Bodenmaterial, die so genannten **holozänen Abschwemmmassen**, finden sich in den Talmulden und Senken des Hügellands, auf der angrenzenden Niederterrasse sowie am Hangfuß und auf Schwemmfächern im Hochrheintal und im Klettgauer Tal wieder. Oft überlagern sie pleistozänen Schwemmlöss oder andere Schwemmsedimente. Vom Vorfluter weiter transportierte Abschwemmmassen wurden als **Auenlehm** im Überflutungsbereich der Fließgewässer wieder abgelagert.

© Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9 LGRB — Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

*Kalkhaltiges pseudovergleytes Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen im Markgräfler Hügelland bei Schliengen-Liel*

Für das südliche Oberrheingebiet konnte Friedmann (2000, S. 187 ff.) in Abhängigkeit von der Klimaentwicklung und der wechselnden Intensität des anthropogenen Einflusses, insbesondere der Rodungstätigkeiten, verschiedene Phasen verstärkter Bodenerosion und damit Kolluvien- und Auenlehmbildung feststellen. Intensiven Bodenabtrag gab es demnach erstmals im Endneolithikum und in der frühen Bronzezeit. Nach einer Phase geringer Bevölkerungsdichte fanden in der Latène- und Römerzeit erneut großflächige Rodungen mit einer massiven Ausweitung von Ackerbau, Weinbau und Viehwirtschaft statt. Außerdem erfolgte zu jener Zeit ein Vordringen in die Schwarzwaldtäler und eine Intensivierung des Bergbaus. Nach einer weiteren Phase geringer anthropogener Eingriffe in die Landschaft während der Völkerwanderungszeit mit teilweiser Wiederbewaldung setzten sich die Rodungen und die Intensivierung landbaulicher Tätigkeiten im Mittelalter und in der frühen Neuzeit fort. Besonders im angrenzenden Schwarzwald führten raubbauartige Waldnutzung, Bergbau und Ausdehnung der Landwirtschaft damals zu einer flächenhaften Waldzerstörung und hohen Erosionsraten. Seit der Einführung der geregelten Forstwirtschaft im 19. Jh. wurde im Schwarzwald und in den höheren Lagen der Vorberge wieder aufgeforstet und die Böden damit stabilisiert. Die intensive mechanisierte Land- und Weinbauwirtschaft auf den übrigen Flächen führte im reliefierten Gelände wiederum zu starker Bodenerosion.

Den Talausgängen der Dinkelbergbäche sind im Hochrheintal schwemmfächerartig ausgebreitete Auenlehme (Schwemmlehme) mit nach außen abnehmender Mächtigkeit vorgelagert. In einer ähnlichen Situation überdecken Auensedimente der Kander die Auenterrasse des Rheins westlich von Eimeldingen. Kleinere Bäche aus dem Markgräfler Hügelland versickern z. T. beim Erreichen der kiesigen, durchlässigen Niederterrassenfläche. Häufig wurden die unteren Bachläufe wie die des Klemmbachs oder des Sulzbachs (Burg, 2008, S. 131 f.) mehrfach künstlich verlegt und zur Bewässerung oder Wiesenwässerung genutzt.

Während die Substratzusammensetzung der Auenlehme im Markgräfler Hügelland, Dinkelberg und Klettgau je nach Einzugsgebiet stark schwankt, dominiert in der jungen Aue des Hochrheins ein kalkreicher **Auensand**, der auf sandig-kiesigem holozänem Flussbettsediment lagert. Auf den höher gelegenen, heute nicht mehr überfluteten älteren Auenterrassen ist dagegen lehmig-sandiger, entkalkter **älterer Auenlehm** und **-sand** verbreitet. Auch die Hochwasserablagerungen der Wiese bei Weil am Rhein sind durch einen hohen Sandgehalt geprägt. Die feinsandig-schluffigen Auensedimente am südlichen Oberrhein liegen mit einer Mächtigkeit von stellenweise über einem Meter auf jungen, sandig-kiesigen Flussbettsedimenten. Insgesamt sind die Auenablagerungen dort kalkreich und besitzen z. T. sehr hohe Kiesgehalte.

*Auengley-Brauner Auenboden aus über 2 m mächtigem Auenlehm im Dinkelberggebiet nordwestlich von Rheinfelden-Degerfelden*

Im Hochrheintal zwischen Waldshut-Tiengen und Lottstetten treten in Rinnen und Randsenken von Niederterrassen und Auenterrassen kleinflächig **Niedermoortorfe** und von geringmächtigem Auenlehm oder Abschwemmmassen überdeckte **tonige Altwassersedimente** auf. Weitere Torfbildungen sind am Oberrhein in Randrinnen am Fuß des Hochgestades bei Eimeldingen und Efringen-Kirchen zu finden. Eine kleinräumige Besonderheit ist ein kleines Hangmoor nördlich von Kandern-Wollbach. Eine weitere Einzelerscheinung ist holozäner **Kalktuff** am Rand der Auenterrasse bei Hohentengen.

*Erdfall infolge von Tunnelerosion im Markgräfler Hügelland südlich von Schliengen-Obereggenen*

Durch besondere bodenkundliche und geologische Gegebenheiten kommt es im Eggener Tal bei Schliengen-Obereggenen zu einer interessanten Erosionserscheinung. Auf den verkarsteten Hochflächen des Rüttenen versickert das Niederschlagswasser schnell in den Gesteinsklüften der Mitteljura-Kalksteine und trifft auf den darunter liegenden, wasserundurchlässigen Opalinuston. Hangabwärts entsteht im Grenzbereich zwischen lösslehmreichen Deckschichten und den dichten Tonfließerden aus Opalinuston-Material ein ausgeprägter lateraler Hangwasserzug (Zwischenabfluss, Interflow). In den über dem Ton liegenden lösslehmhaltigen Fließerden werden vorhandene Hohlräume wie z. B. Wurzel- und Maulwurfsgängen vom Hangzugwasser ausgeweitet, wodurch relativ stabile unterirdische Röhren entstehen. Man spricht dabei von Tunnelerosion (Botschek, 1996) oder Pseudokarst. Reichen diese Bahnen nahe an die Geländeoberfläche heran und können die unterirdischen Röhren das Wasser nicht mehr aufnehmen, kommt es entlang von vorhandenen Hohlräumen zu einer Art von Auskolkung Richtung Bodenoberfläche und im weiteren Verlauf zur Bildung von kleinen, bis 2 m tiefen Erdfällen. Am Nordhang des Rüttenen treten diese sehr zahlreich auf.

Auch am Gegenhang, nördlich des Aubächles sind in lösslehmreichen Deckschichten über Tonfließerden aus Unterjura- und Keupermaterial mehrere Sinklöcher zu finden. Ein Erdhügel mit nahezu kegelförmigen Aufriss und einem Quellaustritt am Scheitelpunkt steht mit den Sinklöchern und der Tunnelerosion in Zusammenhang. Die Quelle wird vermutlich von Hangzugwasser gespeist und der ca. 3 m hohe Kegel wurde über einen längeren Zeitraum aus mitgeführtem Bodenmaterial der Tunnelerosion aufgeschüttet (Krause, 2003).

*Eggener Tal bei Schliengen-Obereggenen – Im Zusammenhang mit der Tunnelerosion entstandener flacher Erdhügel mit Quellaustritt im Scheitelbereich*

# Landnutzung

Aufgrund der Klima- und Bodengunst werden etwa zwei Drittel der Fläche außerhalb der Siedlungen im Gebiet der Bodengroßlandschaft mehr oder wenig intensiv agrarisch genutzt. Neben dem Ackerbau spielen am südlichen Oberrhein auch Weinbau, Obstbau und Sonderkulturen eine wichtige Rolle. Rund ein Drittel des Gebiets, v. a. in der Aue des Oberrheins, in den höheren Lagen des Markgräfler Hügellands und auf dem Dinkelberg, wird von Wald eingenommen. In den Wäldern der Hügel- und Hanglandschaften verbreitet vorkommende erodierte Böden sowie Reste von Terrassenanlagen zeigen, dass die wein- und landbaulich genutzten Flächen in früheren Zeiten ausgedehnter waren als heute.

*Spargelanbau in der Oberrheinebene bei Müllheim-Hügelheim*

**Landnutzung in der Bodengroßlandschaft Südliches Oberrheinisches Tiefland, Hochrheingebiet und Klettgau**
(generalisierte ATKIS-Daten des LGL Baden-Württemberg)

*Auenwald in dem schmalen, noch vom Rhein überschwemmten Uferstreifen westlich des Hochwasserdamms bei Neuenburg-Steinenstadt*

In den Wäldern entlang des südlichen Oberrheins haben die Flussbaumaßnahmen seit dem 19. Jh. und die damit verbundene Grundwasserabsenkung zu einer extremen Veränderung der ursprünglichen Vegetation geführt. Die auf Grundwasseranschluss und Überschwemmungen angewiesene Vegetation der Weichholz-Auenwälder findet sich nur noch in dem schmalen Streifen der Buhnenfelder innerhalb des Rheindamms, wo sie zum Rhein hin in die krautige Pioniervegetation des Uferbereichs übergeht.

In der heutigen Trockenaue sind auf Böden aus kiesarmen Feinsedimenten mit ausreichendem Wasserspeichervermögen noch Folgebestände des eichenreichen Hartholzauenwalds erhalten (Reif et al., 2000). Auf sehr trockenen Kiesböden kümmern die Bäume jedoch und die Baumschicht wird lückig. In den 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts wurden große Bereiche des abgestorbenen Auenwalds entfernt und hauptsächlich mit Kiefernkulturen aufgeforstet (Vogel, 1969). Diese zeigen aber nur eine gute Wüchsigkeit, wenn die sich stark entwickelnde Strauchschicht und die Schlingpflanzen regelmäßig ausgelichtet werden.

*Blick vom Hellberg bei Bad Bellingen nach Nordwesten in die Rheinebene – Die Autobahn A5 verläuft durch die bewaldete Rheinaue. Die Industrieanlagen im Hintergrund befinden sich bereits auf elsässischer Seite.*

Im Osten, wo die Aue an die am Hochgestade aufgereihten Siedlungen stößt, wird sie heute vielfach ackerbaulich genutzt. Die angrenzende nahezu waldfreie Niederterrassenebene ist durch intensiven Ackerbau und große Areale mit Sonderkulturen (Saatmais, Spargel, Erdbeeren) geprägt. Die landwirtschaftlichen Kulturen müssen jedoch bei Trockenheit während der Hauptvegetationszeit künstlich bewässert werden. Größere auf der Niederterrasse gelegene Waldgebiete finden sich nur im Norden bei Breisach-Gündlingen.

*Ackerbaulich genutzte Rheinaue nördlich von Neuenburg*

*Weinbau im Lösshügelland bei Sulzburg-Laufen*

Weinbau gibt es im Markgräfler Land seit der Römerzeit. Seine maximale Ausdehnung hatte er im 17. Jh. (Sick, 1994). Heute beschränken sich die Rebflächen auf die besten Lagen. Die typische Rebsorte im Weinbaubereich Markgräfler Land ist der Gutedel. Er findet auf den tiefgründigen Lössböden mit ihrem hohen Wasserspeichervermögen beste Voraussetzungen. Besonders im Norden des Markgräfler Hügellands sind die Weinberge landschaftsprägend. Die lössbedeckten Hügelrücken und Hänge zwischen Müllheim, Heitersheim und Sulzburg sind fast durchweg mit Reben bestockt, während die frostgefährdeten, dazwischen liegenden Talgründe ackerbaulich genutzt werden. Nach Süden hin dominiert der Weinbau besonders an den Steilhängen zur Rheinebene, wo zwischen den lössreichen Fließerden tertiäre Kalk- und Mergelsteine oft bis nahe an die Geländeoberfläche heranreichen. Im östlich anschließenden Hügelland ist der Ackerbau vorherrschend. Auch Obstbau ist weit verbreitet. Schwerpunkte finden sich beispielsweise bei Schliengen-Liel und -Niedereggenen sowie auf dem Gemeindegebiet von Efringen-Kirchen.

*Weinberge am Südhang der Hohen Schule bei Kandern-Tannenkirch – Weiter hinten blickt man auf das lössbedeckte Hügelland südlich von Bad Bellingen*

Die Vorberge am Schwarzwaldrand zwischen Sulzburg und Badenweiler werden ebenfalls stark vom Weinbau dominiert, wogegen die südlich angrenzenden, höher gelegenen Badenweiler-Kanderner Vorberge in weiten Bereichen von Laub- und Mischwäldern bestanden sind. An den ortsnahen Hängen bestimmen dort Grünland und Streuobstwiesen das Landschaftsbild. Sonnhänge werden z. T. weinbaulich genutzt. Nur in den flacheren Lagen der Unterhänge und auf den wenigen Lössböden wird Ackerbau betrieben.

Auch die SW-Hänge des Tüllinger Bergs am Südrand des Rheingrabens sind noch durch den Weinbau geprägt, wogegen die früher weit verbreiteten Weinberge an den Südhängen des Dinkelbergs weitgehend aufgelassen sind und sich heute auf wenige kleine Lagen bei Rheinfelden-Herten und Grenzach-Wyhlen beschränken. Der namengebende Dinkel fand als anspruchslose Getreideart auf den flachgründigen Muschelkalkböden in früherer Zeit große Verbreitung. Heute sind weite Bereiche der Dinkelberglandschaft bewaldet. Um die eingestreuten, überwiegend kleineren Ortschaften findet sich, meist in Abhängigkeit von Relief und Bodeneigenschaften, ein Wechsel von Acker- und Grünland. Für die landwirtschaftlich genutzten Flächen im Hochrheintal und im Klettgauer Tal sind Ackerbau sowie obst- und gartenbauliche Nutzung kennzeichnend. Waldgebiete und Grünlandflächen nehmen weniger Raum ein. Sie finden sich oft auf den höher gelegenen Bereichen am Talrand.

## Klima

Die Verteilung der jährlichen Niederschlagsmengen im südlichen Oberrheingebiet wird durch die Lage im Regenschatten der Vogesen und den Steigungsregen am südwestlichen Schwarzwaldrand sowie durch die Öffnung der Landschaft nach Südwesten zur Burgundischen Pforte hin bestimmt (REKLIP, 1995). Daraus resultieren starke Gradienten der Jahresmittel in W–O-Richtung. Die Rheinaue zwischen Neuenburg a. Rh. und Breisach a. Rh. gehört zu den trockensten Gebieten in Baden-Württemberg. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen dort nur 700–750 mm. Im nördlichen Abschnitt, bei Hartheim, liegen sie zum Teil auch darunter (670–700 mm). Im übrigen Gebiet der südlichen Oberrheinebene betragen die mittleren Jahresniederschläge meist zwischen 750 und 830 mm. Im Markgräfler Hügelland steigen sie von West nach Ost rasch von 830 auf über 1150 mm am Schwarzwaldrand an. Einen großen Teil der Niederschläge am südlichen Oberrhein machen sommerliche Gewitterregen aus. Bleiben diese aus, sind Trockenschäden die Folge.

Durch das Fehlen des Staueffekts der Vogesen ganz im Süden des Oberrheingrabens, bzw. aufgrund der Öffnung zur Burgundischen Pforte, liegen die jährlichen Niederschlagswerte im Raum Lörrach, am Rand des Dinkelbergs und im vorderen Hochrheintal überwiegend bei 900–1100 mm. Nach Nordosten, zum nordöstlichen Dinkelberg, steigen sie deutlich auf über 1200 mm an. Im östlich anschließenden Hochrheintal und Klettgauer Tal betragen die Jahresdurchschnittsniederschläge überwiegend 1000–1100 mm. An der Südabdachung des Schwarzwalds liegen sie darüber. Im Osten des Hochrheintals, bei Jestetten und Hohentengen sowie im Klettgau gehen die Jahresdurchschnittsniederschläge im Regenschatten des Südschwarzwalds wieder auf unter 1000 mm zurück.

Die südliche Oberrheinebene, das vordere Hochrheintal sowie die Südlagen im Markgräfler Hügelland und am Dinkelberg gehören zu den wärmsten Gebieten Deutschlands. Die Temperaturverteilung ist in erster Linie von der Geländehöhe abhängig, die sich zwischen 195 m NN in der Rheinaue südlich von Breisach und ca. 600–700 m NN am Schwarzwaldfuß südlich von Badenweiler bewegt. Aus diesem Grund ist in der südlichen Oberrheinebene auch bei den Jahresdurchschnittstemperaturen ein deutlicher West–Ost-Gradient festzustellen. Sie liegen in der Rheinebene zwischen Efringen-Kirchen und Breisach sowie in den unteren Lagen des Markgräfler Hügellands bei 11 °C. Im höher gelegenen Hügelland und im Raum Lörrach/Weil am Rhein erreichen sie 10 °C, im Übergang zum Schwarzwald sind es 9–10 °C. Auch das Hochrheintal weist überwiegend Jahresdurchschnittstemperaturen von rund 10 °C auf. In höheren Lagen des Dinkelbergs, am Rand des Südschwarzwalds, im Klettgau und im östlichen Hochrheintal sind es noch 9–10 °C.

Eine besondere klimatische Situation ist im Oberrheingebiet bei Inversionslagen im Winterhalbjahr gegeben, wenn es zur Umkehr der Temperaturverhältnisse kommt. In der Ebene sind dann tiefere Temperaturen zu verzeichnen als in den höheren, über einer Nebeldecke gelegenen Gebieten. Ein regionales Windsystem ist der sog. Möhlin-Jet. Aus dem Fricktal (CH) von Südosten abfließende winterliche Kaltluft passiert dabei eine Engstelle im Hochrheintal bei Bad Säckingen, was zu einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit führt. Der Möhlin-Jet sorgt im vorderen Hochrheintal und im Raum Basel im Winter für Nebelauflösung und eine hohe Sonnenscheindauer. Weitere lokale Windsysteme und reliefbedingte, kleinklimatische Besonderheiten haben ein differenziertes Muster der Temperaturverteilung zur Folge (Zollinger, 1998).

Die jährliche Klimatische Wasserbilanz zeigt ebenfalls einen deutlichen Gradienten von der Rheinebene zum Schwarzwald. In der Ebene zwischen Neuenburg am Rhein und Breisach am Rhein liegt sie bei +100 bis +200 mm. Im südlichen Abschnitt zwischen Weil am Rhein und Efringen-Kirchen bei +200 bis +300 mm. Im Markgräfler Hügelland steigt sie mit der Höhenlage von +200 auf +600 mm, auf dem Dinkelberg bis +800 mm an. In den Tieflagen des Hochrheintals ändert sich die jährliche Klimatische Wasserbilanz von überwiegend +500 bis +600 m im Westen auf +400 bis +500 mm im östlichen Hochrheintal und im Klettgauer Tal. Die Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr zeigt für die trocken-warme Rheinebene zwischen Neuenburg am Rhein und Breisach am Rhein negative Werte (-100 bis 0 mm). Im übrigen Gebiet liegt sie bei 0 bis +200 mm. Nur in den höheren Lagen des Dinkelbergs und der Vorbergzone, im Übergang zum Schwarzwald liegen die Werte darüber (+200 bis +300 mm).

Die oben genannten Klimadaten sind den Datensätzen des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum 1991–2020 entnommen:

- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*
- *DWD Climate Data Center (CDC), Vieljährige mittlere Raster der Lufttemperatur (2m) für Deutschland 1991-2020, Version v1.0.*

Für die Angaben zur Klimatischen Wasserbilanz wurde die digitale Version des Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg herangezogen (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2012).

## Weiterführende Links zum Thema

- Integriertes Rheinprogramm (IRP)
- Integriertes Rheinprogramm, Rückhalteräume, Abschnitt Weil–Breisach
- Standortkundlicher Weinbauatlas Baden-Württemberg
- Weinbaubereich Markgräfler Land (PDF)
- EU-Projekt GeORG: Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben
- Boden, Böden, Bodenschutz (PDF)
- LUBW – Boden
- Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Freiburg (PDF)
- LEO-BW Hochrheingebiet
- LEO-BW Markgräfler Rheinebene
- LEO-BW Markgräfler Hügelland

## Literatur


- Ad-hoc-AG Boden (2005a). *Bodenkundliche Kartieranleitung.* 5. Aufl., 438 S., Hannover.
- Bausch, W. & Schober, T. (1997). *Erläuterungen zum Blatt 8316/8416 Klettgau / Hohentengen am Hochrhein.* – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 287 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Becker, A. & Angelstein, S. (2004). *Rand- und subglaziale Rinnen in den Vorbergen des Süd-Schwarzwaldes bei Bad Säckingen, Hochrhein.* – Eiszeitalter und Gegenwart, 54, S. 1–19.
- Bibus, E. & Pasda, C. (1991). *Zur feinstratigraphischen Gliederung und Einstufung eines Artefaktfundes im Lößprofil Heitersheim (Südbaden).* – Quartär, 41, S. 195–202.
- Bleich, K. E., Hädrich, F., Hummel, P., Müller, S., Ortlam, D. & Werner, J.(1982). *Paläoböden in Baden-Württemberg.* – Geologisches Jahrbuch, Reihe F, 14, S. 63–100.
- Bludau, W., Groschopf, R. & Schreiner, A. (1994). *Ein Riß-Interstadial bei Riedmatt am Hochrhein.* – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 76, S. 295–323.
- Boll, M. & Fleck, W. (1994). *Blatt 8311 Lörrach, Karte und Tabellarische Erläuterung.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 45 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Boll, M. & Krause, W. (2004). *Erläuterungen zu Blatt 8413 Bad Säckingen.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 140 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Boll, M. & Rilling, K. (1998). *Blatt 8315 Waldshut-Tiengen, Karte und Tabellarische Erläuterung.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 45 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).

- Botschek, J. (1996). *Tunnelerosion - unterirdischer Abtrag von Boden und Substrat.* – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 79, S. 359–362.
- Burg, H. (2008). *Die Landschaftsentwicklung im südlichen Oberrheingebiet – Eine geoarchäologische Untersuchung im Sulzbachtal, nördliches Markgräflerland.* – Freiburger Beiträge zur Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends, 15, S. 1–174.
- Disch, F. (1971). *Studien zur Kulturgeographie des Dinkelbergs.* – Forschungen zur deutschen Landeskunde, 192, S. 1–265.
- Fingerlin, G. (1991). *Ur- und Frühgeschichte auf Grund der archäologischen Quellen.* – Hoppe, A. (Hrsg.). Das Markgräflerland – Entwicklung und Nutzung einer Landschaft, S. 65–116, Freiburg i. Br. (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 81).
- Fischer, H., Hauber, L. & Wittmann, O. (1971). *Blatt 1047 Basel – Erläuterungen.* – Geol. Atlas Schweiz 1 : 25 000 (Atlasbl. 59), 55 S., Bern.
- Fleck, W., Thater, M. & Zwölfer, F. (1997). *Exkursion D8: Landkreis Lörrach. – Exkursionsführer zur Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1997.* – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 82, S. 383–421.
- Friedmann, A. (2000). *Die spät- und postglaziale Landschafts- und Vegetationsgeschichte des südlichen Oberrheintieflands und Schwarzwalds.* – Freiburger Geographische Hefte, 62, S. 1–222.
- Genser, H. & Moll, W. (1963). *Geologisch-bodenkundliche Notizen zu Schlagbohrungen und Schürfen im westlichen Dinkelberg.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 53, S. 225–231.
- Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1975). *Ökologische Standortseignungskarte 1: 25 000 – Grundlage für die Vorplanung zur Landentwicklung im Verflechtungsbereich Lörrach (Südbaden)*, 2 Kt. [Westl. u. östl. Teil] Freiburg i. Br.
- Geyer, O. F., Schober, T. & Geyer, M. (2003). *Die Hochrhein-Regionen zwischen Bodensee und Basel.* – Sammlung geologischer Führer, 94, XI + 526 S., Stuttgart (Borntraeger).
- Graul, H. (1962a). *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel.* – Eiszeitalter und Gegenwart, 13, S. 181–196.
- Graul, H. (1962b). *Geomorphologische Studien zum Jungquartär des nördlichen Alpenvorlands. Teil I: Das Schweizer Mittelland.* – Heidelberger Geographische Arbeiten, 9, S. 1–104.
- HGK (1975). *Dinkelberg-Hochrhein (Markgräfler Land – Weitenauer Vorberge – Wiesental – Dinkelberg – Hochrhein – Wehratal).* – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 71 S., 5 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Hofmann, F. (1981). *Erläuterungen zu Blatt Neunkirch.* – Schweiz. geol. Komm. (Hrsg.). Geol. Atlas d. Schweiz 1 : 25 000, 49 S., Basel.
- Hädrich, F. (1980). *Paläoböden im südlichen Oberrheingebiet.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 70, S. 29–48.
- Hädrich, F. (1985). *Löss- und Paläoböden im südlichen Oberrheingebiet.* – Schreiner, A. & Metz, B. (Hrsg.). Exkursionsführer der 22. Wiss. Tagung der Deutschen Quartärvereinigung Septembter 1985 in Freiburg i. Br, 1, S. 71–88, Freiburg i. Br.
- Hädrich, F. & Schindler, J.-W. (1993). *Böden.* – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). Der Landkreis Lörrach, 1, S. 62–70, Sigmaringen.
- Hädrich, F. & Stahr, K. (2001). *Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 91, S. 1–138.
- Kayser, S. & Mäckel, R. (1994). *Fluviale Geomorphodynamik und Reliefentwicklung im Ostrheingebiet.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 82/83, S. 19–57.
- Krause, W. (2003). *Erläuterungen zu Blatt 8211 Kandern.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 203 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Krause, W. (2004). *Erläuterungen zu Blatt 8111 Müllheim.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 133 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Landratsamt Waldshut (2001). *Erkundung der Grundwasserleiter und Böden im Hochrheintal – Ergebnisse und Karten.* 101 S., 29 Karten. [Karten verfügbar unter: http://grundwasserleiter-hochrhein.de]
- Leser, H. (1979). *Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000.* – Blatt 4, 8313 Wehr, 60 S., Berlin.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2012). *Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg.* 4. erw. Ausg., Karlsruhe.
- Moll, W. (1964). *Übersichtskarte der Bodentypen im südlichen Oberrheingebiet mit Erläuterungen, I. Abschnitt Basel–Staufen (Maßstab 1 : 70 000).* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 54(1), S. 135–156.

- Mäckel, R. (2014). *Die Naturräume um Freiburg im Breisgau – Ein Handbuch für die Gestaltung Geographischer Exkursionen.* – Freiburger Geographische Hefte, 74, S. 1–430.
- Pfannenstiel, M. & Rahm, G. (1963). *Die Vergletscherung des Wutachtales während der Rißeiszeit.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 53, S. 5–61.
- Pfannenstiel, M. & Rahm, G. (1964). *Die Vergletscherung des Wehratales und der Wiesetäler während der Rißeiszeit.* – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 54, S. 209–278.
- REKLIP, Trinationale Arbeitsgemeinschaft Regio-Klima-Projekt (1995). *Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd.* 212 S., 92 Kt., Zürich.
- Rahm, G. (1989). *Die ältere Vereisung des Schwarzwaldes und der angrenzenden Gebiete.* – Liehl, E. (Hrsg.). Der Schwarzwald, 4. Aufl., S. 36–58, Bühl/Baden.
- Reif, A., Zimmermann, R. & Späth, V. (2000). *Vegetation der Auenwälder am südlichen Oberrhein.* – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.). Vom Wildstrom zur Trockenaue – Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein, S. 117–152, Rastatt.
- Rilling, K. & Boll, M. (2000). *Erläuterungen zu Blatt 8411 Weil am Rhein, 8412 Rheinfelden (Baden).* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 161 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Rilling, K. & Boll, M. (2002). *Erläuterungen zu Blatt 8316 Klettgau.* – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 213 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Roedig, K.-P. (1964). *Bodentypen und Standorte im westlichen Dinkelberg und am Westrand der Weitenauer Vorberge.* – Diss. Univ. Freiburg i. Br., 95 S., Freiburg i. Br.
- SOLUM, Büro für Boden und Geologie (1994). *Programmgebiet Klettgaurinne – Bericht zur bodenkundlichen Kartierung – hergestellt im Auftrag des Amtes für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Waldshut.* 43 S., Freiburg i. Br. [unveröff.]
- Schindler, J.-W. (1993a). *Oberflächenformen.* – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). Der Landkreis Lörrach, 1, S. 29–40, Sigmaringen.
- Schindler, J.-W. (1993b). *Grenzach-Wyhlen: A. Naturraum und Siedlung.* – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). Der Landkreis Lörrach, 1, S. 803–815, Sigmaringen.
- Schindler, J.-W. (1994). *Weil am Rhein: A. Naturraum und Siedlung.* – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). Der Landkreis Lörrach, 2, S. 742–763, Sigmaringen.
- Schmid, E. (1950). *Die geologische Einordnung der Fundstelle des urnenfelderzeitlichen Helmes von Weil a. Rhein.* – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 32, S. 128–134.
- Schreiner, A. (1986). *Neuere Untersuchungen zur Rißeiszeit im Wutachgebiet (Südostschwarzwald).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 28, S. 221–244.
- Schreiner, A. (1991a). *Geologie und Landschaft.* – Hoppe, A. (Hrsg.). Das Markgräflerland – Entwicklung und Nutzung einer Landschaft, S. 11–24, Freiburg i. Br. (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 81).
- Schreiner, A. (1995b). *Zur Quartärgeologie des unteren Wehratales und zur Frage der Vergletscherung des Dinkelberges in der Rißeiszeit (SW Deutschland).* – Eiszeitalter und Gegenwart, 45, S. 62–74.
- Schwabe, E. (1992). *Mensch und Oberrhein.* – Galluser, W. A. & Schenker, A. (Hrsg.). Die Auen am Oberrhein – Ausmaß und Perspektiven des Landschaftswandels am südlichen und mittleren Oberrhein seit 1800 – Eine umweltdidaktische Aufarbeitung, S. 43–54, Basel.
- Sick, W.-D. (1994). *Die Agrarwirtschaft im Grenzbereich dreier Länder – Südbaden – Oberelsaß – Nordwestschweiz.* – Berichte zur deutschen Landeskunde, 68 (1), S. 111–133.
- Verderber, R. (1992). *Quartärgeologische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Schaffhausen und Basel.* – Diss. Univ. Freiburg i. Br., 169 S., Freiburg i. Br.
- Verderber, R. (2003). *Quartärgeologie im Hochrheingebiet zwischen Schaffhausen und Basel.* – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 154 (2-3), S. 369–406.
- Vogel, O. (1969). *Bestockungsumbau im Trockengebiet Oberrhein – Eine volkswirtschaftliche und landeskulturelle Aufgabe.* – Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 26, S. 1–151, 5 Kt.
- Wendebourg, J. & Ramshorn, C. (1987). *Der Verzahnungsbereich alpiner und Südostschwarzwälder Rißvereisung (Baden-Württemberg).* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 29, S. 255–268.
- Werner, W. & Gerlitzki, M. (2019). *Die alttertiären Bohnerze von Schliengen im Markgräflerland: Lagerstättenaufbau, chemisch-mineralogische Zusammensetzung, Entstehung.* – Konold, W., Regnath, R. J. & Werner, W. (Hrsg.). Bohnerze. Zur Geschichte ihrer Entstehung, Gewinnung und Nutzung in Süddeutschland und der Schweiz, S. 65–118, Ostfildern (Thorbecke).
- Wittmann, O. (1949). *Obermiozäne Rutschmassen von Bajocien auf der Hochfläche des südwestlichen Dinkelberges.* – Mitteilungsblatt der Badischen Geologischen Landesanstalt (1949), S. 37–40.

- Wittmann, O. (1961). *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel und ihre kartographische Darstellung.* – Basler Beiträge zur Geographie und Ethnologie. Geographische Reihe, 3, S. 1–46, 1 Kt.
- Wittmann, O. (1963). *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel. – Diskussionsbemerkungen.* – Regio Basiliensis – Basler Zeitschrift für Geographie, IV, S. 7–14.
- Wittmann, O. (1969). *Die jung- und mittelpleistozänen Schotterterrassen im vorderen Wiesental (südlicher Schwarzwald).* – Regio Basiliensis – Basler Zeitschrift für Geographie, X, S. 85–114.
- Wittmann, O. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 8311 Lörrach.* – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 153 S., 9 Taf., 1 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). [unveränd. Nachdr. d. 2. Aufl. v. 1988]
- Zollinger, G. (1985). *Löß-Boden-Sequenzen am südlichen Oberrhein (Markgräflerland) und ihre Interpretation.* – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 27, S. 113–143.
- Zollinger, G. (1990). *Geomorphogenese und Bodenentwicklung im Feuerbachtal.* – Regio Basiliensis – Basler Zeitschrift für Geographie, 31/1, S. 17–25.
- Zollinger, G. (1998). *Stoffumsätze in topischen Geoökosystemen und ihre Mikroklima- und Wasserhaushalts-Randbedingungen im Einzugsgebiet des Zunzinger Mattbaches (Markgräfler Hügelland/Südbaden).* – Freiburger Geographische Hefte, 55, S. 1–180.


Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 09.01.24 - 13:41):**https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/suedliches-oberrheinisches-tiefland-hochrheingebiet-klettgau