

## Zechstein

Lithostratigraphische Gruppe



### Übergeordnete Einheit

Perm

Der Zechstein ist die obere von zwei Gruppen des Perms in mitteleuropäischer Ausbildung.

### Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild



Zechstein-Randfazies auf Grundgebirge,  
Klosterreichenbach

Im Schwarzwald und Odenwald streichen die Gesteine des Zechsteins gewöhnlich an den Hängen unterhalb der Buntsandstein-Schichtstufe aus, ohne eigenständige Landschaftsformen zu bilden. Das Verbreitungsgebiet der eigentlichen Zechstein-Gruppe (des Mitteleuropäischen Beckens) beschränkt sich dabei auf die Gebiete nördlich etwa von Freiburg im Breisgau und St. Georgen im Schwarzwald. Ein kleines Verbreitungsgebiet wahrscheinlich gleich alter Sedimente findet sich in den Weitenauer Vorbergen an der Südabdachung des Schwarzwaldes, bildet aber eine Randfazies des Burgundischen Beckens.

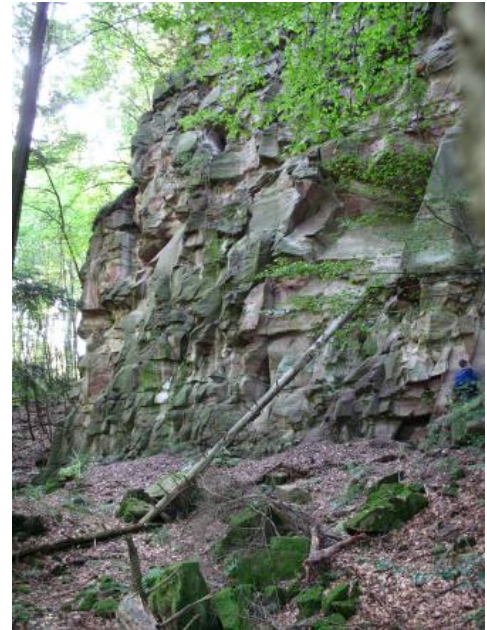
## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Der Zechstein gliedert sich im Landesgebiet in vier Formationen des Germanischen Beckens, zu denen die Wiesental-Formation der Schopfheimer Bucht als Randfazies des Burgundischen Beckens noch hinzugerechnet wird. Sowohl dort als auch im Schwarzwald und Odenwald füllt der Zechstein ein älteres Paläorelief auf Grundgebirge und Rotliegend, weshalb kleinräumige (< 1 km)

Mächtigkeitsschwankungen auftreten können. Es ist die unterste Einheit des Tafeldeckgebirges, das sowohl die älteren Rotliegend-Becken als auch die dazwischen liegenden Grundgebirgsschwellen überdeckt.

Im Zentral- und Nordschwarzwald beginnt der Zechstein meist mit den Arkosen und Dolomitenkrusten der Kirnbach-Formation (bis 60 m), die südlich Schramberg den gesamten Zechstein als äußerste Randfazies vertritt, bevor sie wenige Kilometer weiter südlich vollständig auskeilt. Ansonsten wird die Kirnbach-Formation durch die besser sortierten Sand- und Schluffsteine der Tigersandstein-Formation (bis 70 m, meist 30–40 m) überlagert, die im Bereich des Nordschwarzwälder Granitgebiets auch unmittelbar dem Grundgebirge aufliegen kann.

Im südlichen Odenwald besteht der tiefere Zechstein aus der Zechsteindolomit-Formation, deren Dolomitsteine früher alleine als „Zechstein“ angesprochen wurden und bei kleinräumigen Schwankungen meist weniger als 10 m, örtlich über 20 m Mächtigkeit erreichen. Nach oben werden sie von Feinsedimenten (Schluffsteine, wechselnd feinsandig und tonig, örtlich mit Feinsandsteinlagen oder dolomitischen Knollen) überlagert, deren grauer unterer (randmariner) Abschnitt noch zur Zechsteindolomit-, deren überwiegender rotbrauner (nichtmariner) Teil jedoch als Langenthal-Formation abgegrenzt wird. Die Mächtigkeit der Langenthal-Formation schwankt ebenfalls kleinräumig zwischen wenigen Metern und über 15 m (im Ausstrichgebiet; in Bohrungen unter dem Schichtstufenland bis über 40 m).



*Tigersandstein am Merkur bei Baden-Baden*

## Mächtigkeit

Sedimente der Zechstein-Gruppe erreichen im Landesgebiet maximal etwa 80 m Mächtigkeit. In den Ausstrichgebieten liegt die Mächtigkeit jedoch meist darunter (wenige Meter bis ca. 50 m).

## Alterseinstufung

Die Fauna der Zechsteindolomit-Formation entspricht den eingeschränkt-marinen Faunen des tieferen Zechsteins in Mittel- und Norddeutschland und kann wie diese in das Späte Perm der internationalen Gliederung gestellt werden (Changhsingium-Stufe). Lithostratigraphisch wird der marine Anteil des Zechsteins von Baden-Württemberg mit der Werra-Formation (z1-Folge) Norddeutschlands korreliert, während die übrigen Zechstein-Folgen in der nichtmarinen Fazies zu vermuten sind.



*Arkose der Zechstein-Randfazies am Merkur bei Baden-Baden*

## Ältere Bezeichnungen

Die roten Arkosen der Kirnbach-Formation wurden aufgrund ihrer Fazies bis in die 1990er Jahre zum Rotliegenden gerechnet und teilweise als „Karneol-Dolomit-Horizont VH0“ vom eigentlichen Rotliegenden abgetrennt. Dagegen galten Tigersandstein- und Wiesental-Formation im Schwarzwald bis 1993 als „Unterer Buntsandstein“, ebenso die „Bröckelschiefer“ bzw. „Schieferletten“ der Langenthal-Formation im Odenwald. Bei den im Odenwald lange als „Tigersandstein“ angesprochenen Schichten handelt es sich jedoch nicht um ein Äquivalent der Schwarzwälder Tigersandsteine, sondern um einen Teil des Heigenbrücken-Sandsteins und damit tatsächlich um Unteren Buntsandstein.

## Externe Lexika

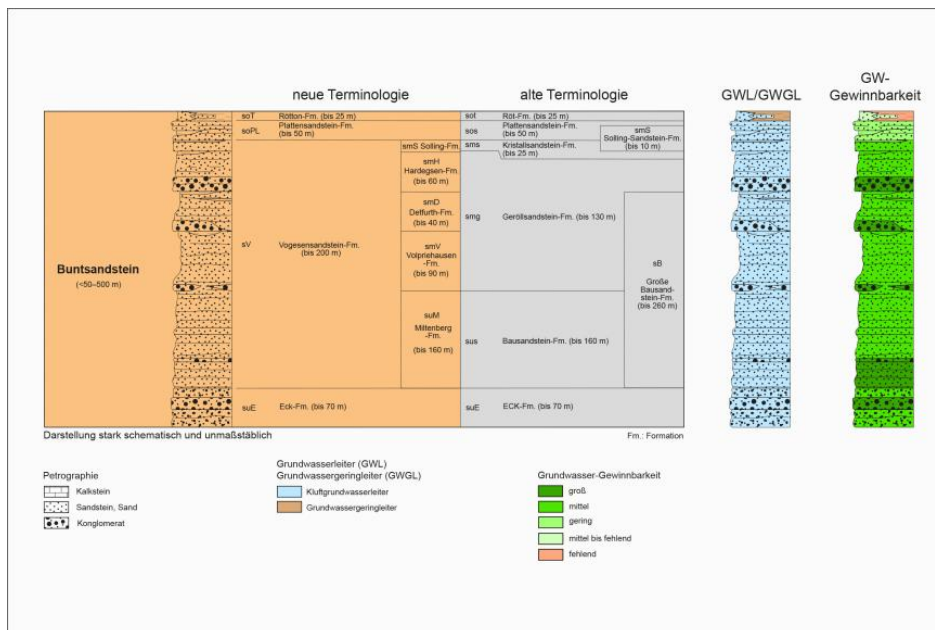
### LITHOLEX

- [Langenthal-Formation](#)
- [Tigersandstein-Formation](#)
- [Zechsteindolomit-Formation](#)
- [Kirnbach-Formation](#)
- [Wiesental-Formation](#)

Cookie-Einstellungen

Quell-URL (zuletzt geändert am 07.12.20 - 10:30): <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/schichtenfolge/perm/zechstein>

## Hydrogeologischer Überblick



Gliederung des Buntsandsteins in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter sowie Grundwassergewinnbarkeit

Der Untere und Mittlere Buntsandstein bildet gemeinsam mit der überlagernden Plattensandstein-Formation des Oberen Buntsandsteins und dem unterlagernden Zechstein einen mächtigen, mittel bis mäßig durchlässigen und bereichsweise ergiebigen Kluftgrundwasserleiter. Die Rötton-Formation ist oft ein Grundwassergeringleiter, der Rötquarzit ist ein Kluftgrundwasserleiter.

Eine gute Grundwasserführung ist an Kluft-, Störungs- und Auflockerungszonen gebunden. Sie tritt insbesondere im Mittleren Buntsandstein in den grobsandigen und konglomeratischen Lagen sowie im Unteren Buntsandstein im Bereich der Miltenberg-Formation (früher: Bausandstein) direkt über der Eck-Formation auf. Bei geschlossener Überdeckung durch den Muschelkalk ist die Grundwasserführung meist gering.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Buntsandstein unterscheiden sich zwischen dem Nordschwarzwald und dem Südschwarzwald bzw. Odenwald beträchtlich. Im Nordschwarzwald können die Quellen bis 165 l/s schütten und die Brunnenergiebigkeiten bis 200 l/s erreichen. Diese sehr hohen Werte stehen im Zusammenhang mit der lokal besonders intensiven Bruchtektonik (z. B. Pfinzgraben) und den ausgedehnten Einzugsgebieten der Grundwasserfassungen. Dagegen schütten in der Region Schwarzwald/Baar und in der Umrandung des Odenwaldes die Buntsandsteinquellen nur bis ca. 12 l/s und die Brunnenergiebigkeiten erreichen nur bis 20 l/s.

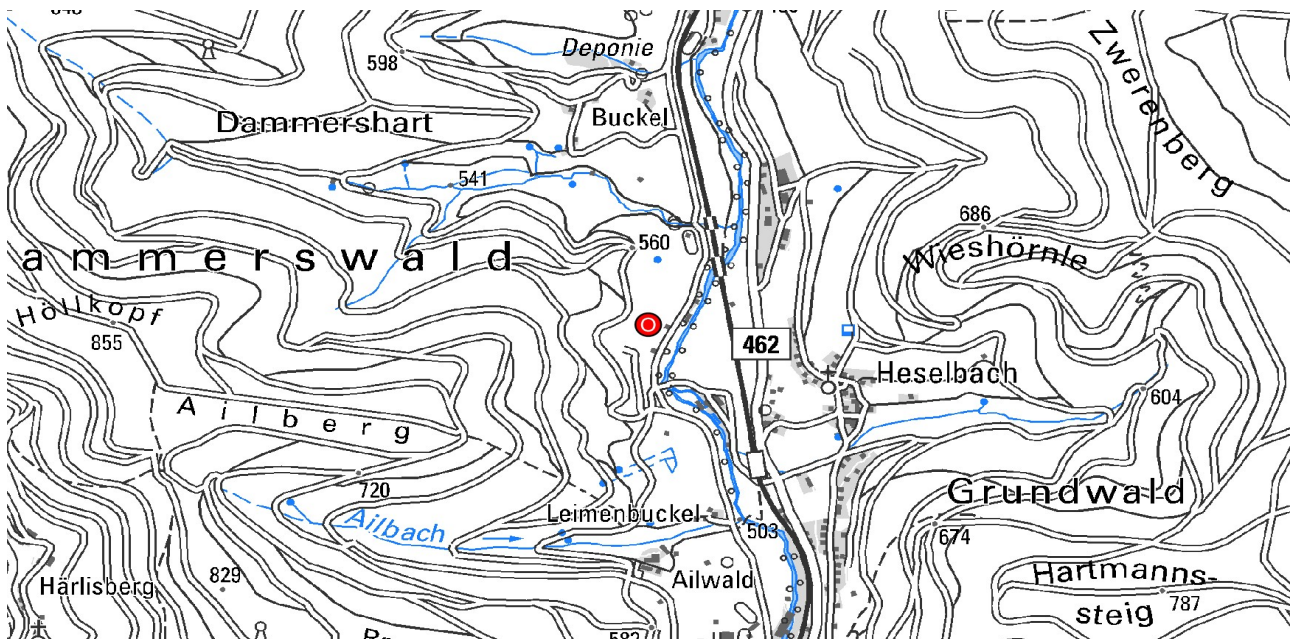
In der Umrandung des Schwarzwalds und des Odenwalds enthält der Buntsandstein ganz überwiegend Süßwasser und kann damit für die Trinkwasserversorgung genutzt werden. Im nicht überdeckten Buntsandstein sind die Grundwässer gering mineralisiert und versauerungsgefährdet. Unter Muschelkalküberdeckung sind die Grundwasservorkommen im Buntsandstein mit Ausnahme eines schmalen Gebietsstreifens am Nord- und Ostrand der Schwarzwaldabdachung sowie am Süd- und Ostrand des Odenwalds höher mineralisiert und deshalb nicht für eine Trinkwassernutzung geeignet.

Cookie-Einstellungen

Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:41): <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/buntsandstein/hydrogeologischer-ueberblick>



## Steinbruch am Schrofel bei Baiersbronn



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

Der Steinbruch am Schrofel zwischen Baiersbronn-Klosterreichenbach und -Röt, direkt gegenüber von Heselbach, erschließt in schönster Weise den Grenzbereich zwischen Grund- und Deckgebirge. In dem Bruch wird ein feinkörniger Ganggranit abgebaut, der in metatektischen Paragneisen aufsitzt. Auffällig und schon von der Bundesstraße B 462 gut zu erkennen ist die scharfe Grenze, an der mit geschichteten Sandsteinbänken das Deckgebirge über dem Grundgebirge einsetzt. Zu sehen sind vor allem Schichten der Tigersandstein-Formation des Zechsteins (früher Unterer Buntsandstein), teilweise auch Arkosebrekzien und -konglomerate des Rotliegenden (Schramberg-Formation).

Cookie-Einstellungen

Quell-URL (zuletzt geändert am 30.10.23 - 13:34): <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/aufschluesse/schwarzwald/steinbruch-am-schrofel-bei-baiersbronn>

## Kupfer

### Geogene Grundgehalte für Kupfer

Die natürliche Häufigkeit von Kupfer (Cu) in der kontinentalen Erdkruste liegt bei 60 mg/kg. Kupfer liegt damit an 26. Stelle der Elemente. Die wichtigsten Kupferminerale sind Kupferkies (Chalkopyrit,  $\text{CuFeS}_2$ ), Kupferglanz (Chalkosin,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ) und Fahlerz (Tennantit bzw. Tetraedrit,  $\sim \text{Cu}_3(\text{As,Sb})\text{S}_3$ ). Untergeordnet spielen Malachit ( $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ) und Azurit ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ) als Verwitterungsprodukte eine Rolle. Durch ihre deutlich sichtbaren Eigenfarben grün und blau können sie oft schon einen ersten Hinweis auf geogen erhöhte Kupfergehalte liefern.

Der flächengewichtete Median für die oberflächennahen Gesteine Baden-Württembergs beträgt 11 mg/kg, was eine starke Abreicherung der Gesteine Baden-Württembergs hinsichtlich Kupfer gegenüber dem CLARKE-Wert darstellt.

Die P 90-Werte für Kupfer in den petrogeochemischen Gesteinseinheiten schwanken in weitem Rahmen zwischen 5 und 174 mg/kg.

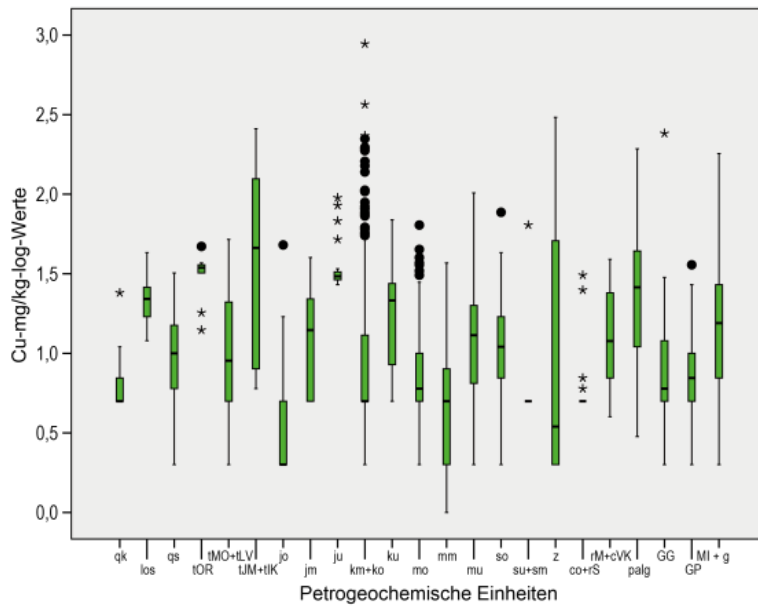
Die geringsten Werte (P 90: < 20 mg/kg) weisen quartäre Süßwasserkalke, die Kalksteine des Oberjuras, des Oberen und Mittleren Muschelkalks, die Sedimente des Mittleren und Unteren Buntsandsteins, die Karbon- und Rotliegend-Sedimente sowie die basisch-intermediären Permokarbon-Magmatite und variskischen Intrusiva auf.

Etwas höhere Gehalte (P 90: > 20–40 mg/kg) wurden in Lösssedimenten und Quartärschichten (Kiese u. Sande), im Tertiär des Schichtstufenlandes und Molassebeckens, in Gesteinen des Mitteljuras, des Keupers, des Oberen Buntsandsteins und in sauren Permokarbon-Magmatiten festgestellt.

Erhöhte Gehalte (P 90: > 40–80 mg/kg) weisen die Gesteine des Unterjuras, des Unteren Muschelkalks, des gefalteten Paläozoikums sowie Migmatite und Gneise auf.

Die höchsten Gehalte (P 90: > 160 mg/kg) finden sich in tertiären Magmatiten und Impaktgesteinen sowie in Sedimenten des Zechsteins, an dessen Basis in den nördlich gelegenen Bundesländern der „Kupferschiefer“ liegt.

Kupfer ist chalkophil, d. h. es hat eine starke Affinität zu Schwefel und bildet vornehmlich Sulfide. In magmatischen Gesteinen, im gefalteten Paläozoikum und in Sedimenten wurde meist Kupferkies als Kupferträger festgestellt, im sedimentären Bereich tritt häufig Fahlerz hinzu oder an dessen Stelle und wurde bisher im Unterjura, Unteren Muschelkalk, Buntsandstein und Zechstein nachgewiesen.



Boxplots für Kupfer (Cu); Gehalte in mg/kg

Statistische Kennwerte für Kupfer (Cu, in mg/kg) für die verschiedenen petrogeochemischen Einheiten in Baden-Württemberg:

Geochemische Einheit	Kürzel	Anzahl (n)	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std. Abw.	P 90	Median (P 50)
<b>Quartär</b>								
Junger Süßwasserkalk	qk	16	5	24	6,9	4,8	9	5
Lösssediment	los	39	12	43	23	6,9	33	22
Quartärschichten (Kiese u. Sande)	qs	148	2	32	12	6,9	23	10
<b>Tertiär</b>								
Tertiär des Schichtstufenlandes	tOR	10	14	47	32	9,5	38	35
Tertiär des Molassebeckens	tMO+tLV	125	2	52	14	12	31	9
Tertiäre Magmatite und Impaktgesteine	tJM+tIK	9	6	258	80	85	164	46
<b>Jura</b>								
Oberjura	jo	703	2	48	3,6	2,6	5	2
Mitteljura	jm	31	5	40	15	9,9	26	14
Unterjura	ju	24	27	95	38	19	63	31
<b>Trias</b>								
Mittel- und Oberkeuper	km+ko	604	2	881	16	45	29	5
Unterkeuper	ku	24	5	69	23	16	40	22
Oberer Muschelkalk	mo	183	2	64	9,3	8,3	18	6
Mittlerer Muschelkalk	mm	84	1	37	6,9	6,7	15	5
Unterer Muschelkalk	mu	80	2	102	20	23	51	13
Oberer Buntsandstein	so	54	2	77	15	12	29	11
Unterer und Mittlerer Buntsandstein	su+sm	29	5	64	7,0	11	5	5
<b>Perm-Oberkarbon</b>								
Zechstein	z	18	2	304	48	89	174	3,5
Karbon- und Rotliegend-Sedimente	co+rS	29	5	31	6,7	6,0	6,2	5
Saure Permokarbon-Magmatite	rM+cVK	44	4	39	16	10	33	12
<b>Nichtkristallines Grundgebirge</b>								
Gefaltetes Paläozoikum	palg	61	3	193	34	34	69	26
<b>Kristallines Grundgebirge</b>								
Basisch-intermediäre Permokarbon-Magmatite	GG	116	2	241	11	23	19	6
Variskische Intrusiva	GP	199	2	36	7,8	4,6	12	7
Migmatite und Gneise	MI+gn	136	2	180	22	26	45	16
<b>Alle Einheiten</b>		<b>2766</b>	<b>1</b>	<b>881</b>	<b>Flächengewichteter Median</b>			<b>11</b>

## Externe Lexika

WIKIPEDIA

- [Kupfer](#)



**Quell-URL (zuletzt geändert am 03.02.23 - 11:36):**<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/geogene-grundgehalte-hintergrundwerte-den-petrogeochemischen-einheiten-baden-wuerttemberg/kupfer>

## Paläozoikum



## Geologie

Die ältesten in Baden-Württemberg auftretenden paläozoischen nicht metamorphen Gesteine sind die gefalteten Tonschiefer und Kieselschiefer des Oberdevons (Schönau-Tonstein-Formation). Sie kommen lediglich kleinräumig in der Badenweiler–Lenzkirch-Zone im Südschwarzwald vor. Darüber folgen unterkarbonische Grauwacken (Protocanitesgrauwacken-Formation), Vulkanite und Tuffe (Vulkanit-Komplex) sowie Konglomerate (Badenweiler-Konglomerat-Formation). Das Oberkarbon besteht ebenfalls aus Sedimentgesteinen wie Grauwacken, Konglomeraten, Arkosen, Sandsteinen, z. T. kohleführenden Tonschiefern und Pyroklastiten.

Die darüber folgenden Quarzporphyre (Rhyolithe) und Tuffite des Rotliegenden sind vulkanischen Ursprungs (Rotliegend-Magmatite). Sie werden von Rotliegend-Sedimenten, bestehend aus Arkosen, Fanglomeraten, Schluff- und Tonsteinen, überlagert. Die Mächtigkeit des Rotliegenden kann über 1000 m erreichen.

Jüngste paläozoische Einheit ist der Zechstein. Er besteht im unteren Teil aus der bis zu 50 m mächtigen Zechsteindolomit-Formation, einer Wechselfolge von Dolomitsteinbänken und dolomitischen schluffigen Tonsteinen. Sie wird nach Süden im Raum Waldbronn (Lkr. Karlsruhe) – Schramberg faziell durch Arkosen und Krustenkarbonate der Kirnbach-Formation ersetzt. Darüber folgt die Tigersandstein-Formation. Sie besteht aus Sand- und Schluffsteinen und wird bis 70 m mächtig. Die Tigersandstein-Formation ist im nördlichen und mittleren Schwarzwald verbreitet. Im Norden überlagert sie die schluffig-sandigen Tonsteine der Langenthal-Formation, weiter im Süden in einem schmalen Streifen die Zechsteindolomit-Formation sowie großflächig die Kirnbach-Formation.

Gefaltetes Paläozoikum ist nur in tektonischen Grabenstrukturen, u. a. in der Badenweiler–Lenzkirch-Zone, erhalten. Die übrigen paläozoischen Sedimente kommen nur in Trögen (Rotliegend-Tröge, u. a. bei Baden-Baden) vor. Sie besitzen oberflächennah eine geringe Verbreitung. Paläozoikum steht im Schwarzwald und im Odenwald auf einer Fläche von etwa 455 km<sup>2</sup> an, wobei es bereichsweise von quartären Deckschichten überlagert wird.

Weitere Informationen zum Paläozoikum finden Sie hier (Devon), hier (Karbon) und hier (Perm).

## Hydrogeologische Charakteristik

Die Sedimentgesteine des Oberdevons und Karbons sind überwiegend Grundwassergeringleiter, die Vulkanite des Karbons sind Grundwassergeringleiter mit vereinzelt mäßiger Grundwasserführung in Klüften und Störungen (Plum et al., 2008).

Die Rotliegend-Magmatite sind Kluftgrundwasserleiter mit geringer Durchlässigkeit und mäßiger bis sehr geringer Ergiebigkeit. Die Rotliegend-Sedimente bilden schichtig gegliederte Kluftgrundwasserleiter mit regional erhöhter Porosität wie z.B. die der Baden-Badener Mulde. Sie weisen eine mäßige bis geringe Durchlässigkeit und mäßige Ergiebigkeit auf. In feinklastischer Ausbildung handelt es sich um Grundwassergeringleiter.

Die Zechsteindolomit-Formation und die Langenthal-Formation sind generell Grundwassergeringleiter. Sie wirken als hydraulische Trennschicht zwischen dem Grundgebirge und der Tigerstandstein-Formation sowie dem Unteren Buntsandstein. Im Odenwald sind sie als Kluftgrundwasserleiter mit geringer Ergiebigkeit ausgebildet. Die Kirnbach-Formation und die Tigersandstein-Formation sind als z. T. schichtig gegliederter Kluftgrundwasserleiter mit mäßiger Durchlässigkeit und mittlerer bis mäßiger Ergiebigkeit einzustufen. Hydrogeologisch werden die Gesteine der Kirnbach-Formation und der Tigersandstein-Formation dem Grundwasserleiter des Unteren und Mittleren Buntsandsteins zugeordnet. Im Raum Schramberg ist die Kirnbach-Formation als Grundwassergeringleiter ausgebildet.

Im Südschwarzwald treten zahlreiche Quellen an der Grenzfläche zwischen den als Grundwasserstauer wirkenden Paragneisen des kristallinen Grundgebirges und dem überlagernden, engständig geklüfteten Münstertal-Quarzporphyr (Vulkanit-Komplex des Unterkarbons) aus.

## Hydraulische Eigenschaften

Informationen zu den hydraulischen Eigenschaften der paläozoischen Sedimentgesteine und Magmatite liegen dem LGRB nicht vor.

## Hydrologie

Die Neubildungsrate beträgt im langjährigen Mittel (Standardperiode 1981 bis 2010) ca.  $G_m = 10,5 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$ . Bezogen auf die Ausstrichfläche von ca.  $455 \text{ km}^2$  sind dies  $G_f = 4780 \text{ l/s}$ .

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Die Beschaffenheit der Grundwässer im Paläozoikum und im Kristallinen Grundgebirge ist vergleichbar. Die Grundwässer sind dementsprechend zumeist gering mineralisiert. Der Mineralstoffgehalt hängt stark vom Karbonatgehalt im Muttergestein ab.

## Geschützttheit des Grundwassers

Aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit des Grundwassers im Kluftaquifer sowie im Hangschutt sind die aus den paläozoischen Sedimentgesteinen und Magmatiten austretenden Grundwässer nur gering vor Verunreinigungen von der Erdoberfläche aus geschützt. Dies kommt in den häufig beobachteten bakteriologischen Verunreinigungen der Quellen zum Ausdruck, die jedoch oft einen bedeutenden Hangwasseranteil führen können.

## Grundwassernutzung

Im Südschwarzwald werden vereinzelt Kluftquellen, die aus dem Vulkanit-Komplex des Unterkarbons austreten, zur lokalen Trinkwasserversorgung genutzt (z. B. im Münstertal südlich von Freiburg). An der Schüttung dieser Quellen ist oft eine kurzfristige, über den Hangschutt entwässernde Grundwasserkomponente beteiligt.

## Tiefe Grundwässer

Die kluft- und störungsgebundenen Wasserwegsamkeiten im Kristallin ermöglichen tiefreichende Zirkulationssysteme, die in morphologisch tiefer Position über aufsteigende Quellen entwässern. Aufgrund der meist langen Verweilzeiten und großen Zirkulationstiefen (für die Quellwässer von Baden-Baden mittels Geothermometer auf 4 km errechnet), handelt es sich dabei in der Regel um höher mineralisierte Grundwässer oder Mineral-Thermalwässer.

Die aus Sedimentgesteinen des Karbons frei auslaufenden Thermalquellen in Baden-Baden werden über tiefreichende Zirkulationssysteme im Kristallin gespeist. Das Mineral-/Thermalwasser von Bad Rothenfels ist ein Beispiel für ein Vorkommen, das über tiefreichende Zirkulationssysteme aus dem sedimentären Paläozoikum (Rotliegend-Sedimente) austritt (Schloz & Stober, 2002). Die Vorkommen von Bad Herrenalb (Thermalquelle II und IV) beziehen ihr Tiefenwasser aus dem Rotliegenden, die von Waldbronn aus dem Zechstein und dem Rotliegenden.

### Literatur

- Plum, H., Ondreka, J. & Armbruster, V. (2008). *Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg*. – LGRB-Informationen, 20, S. 1–106.
- Schloz, W. & Stober, I. (2002). *Mineral-, Heil- und Thermalwässer, Solen und Säuerlinge in Baden-Württemberg*. – LGRB-Fachbericht, 2002-1, S. 1–15, 1 Kt., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).

[Cookie-Einstellungen](#)

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:43):**<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/kristallin-palaeozoikum/hydrogeologischer-ueberblick/palaeozoikum>

## Perm

Lithostratigraphische Hauptgruppe



## Übergeordnete Einheit

Paläozoikum

Das Perm bildet das jüngste System des Paläozoikums.

## Verbreitung in Baden-Württemberg, Landschaftsbild



Schiltachtal bei Schramberg

Sedimente und Vulkanite des Perms streichen in Baden-Württemberg im Schwarzwald und im Odenwald aus, sind aber auch in großen Teilen des Schichtstufenlands unter mesozoischer Bedeckung vorhanden.



## Lithologie, Abgrenzung, Untereinheiten

Es handelt sich dabei einerseits um saure Vulkanite (Laven, Tuffe, vulkanische Brekzien) aus dem frühen Perm (teils bereits im Karbon einsetzend), andererseits um klastische Sedimente des Rotliegend und Zechstein, in denen besonders in der Zechstein-Randfazies karbonatische fossile Bodenkrusten auftreten. Dolomitsteine des Zechsteins sind unter dem Kraichgau und in Nordwürttemberg aus tiefen Bohrungen bekannt, streichen aber nur im südlichen Odenwald in geringer Mächtigkeit zu Tage aus.



Battert bei Baden-Baden

## Mächtigkeit

Die Gesamtmächtigkeit der Permischen Gesteine schwankt stark zwischen mehr als 1000 m im Bereich von Rotliegend-Becken und völligem Fehlen. Die größten Schwankungen entfallen auf das Rotliegend (0 bis > 1000 m), während der Zechstein (einschließlich der klastischen Randfazies) in den Ausstrichgebieten Mächtigkeiten zwischen < 20 und über 100 m erreicht, in Teilen des Südschwarzwaldes aber fehlt.



Rauhkasten bei Seelbach

## Alterseinstufung



Quarzporphyr des Rotliegend, Hohengeroldseck

Aus dem Perm Baden-Württembergs liegen nur wenige biostratigraphische Daten vor, weshalb die Einstufung größtenteils nach der lithostratigraphischen Korrelation mit anderen Gebieten erfolgen muss. Aus dem Rotliegenden von Baden-Baden erlauben Funde von Conchostraken und Saurierfährten eine Einstufung in das Frühe Perm, während die Muschel- und Brachiopodenfauna der marinen Zechsteindolomit-Formation eine Korrelation mit dem tieferen Zechstein Norddeutschlands ermöglicht.

## Ältere Bezeichnungen

Für das Perm in mitteleuropäischer Ausbildung wird seit dem 19. Jahrhundert gelegentlich der Ausdruck „Dyas“ (Zweiheit) gebraucht, um es so klarer als Gesteinsabfolge vom Zeitraum Perm der Erdgeschichte und von anderen permischen Faziesausbildungen zu unterscheiden.

Cookie-Einstellungen



## Uran

### Geogene Grundgehalte für Uran

Uran (U) ist im Mittel zu 2,7 mg/kg in der Erdkruste vorhanden. Es steht an 54. Stelle der Elemente in der oberen kontinentalen Erdkruste. Uran liegt in der Natur nie in gediegener Form vor, sondern stets in sauerstoffhaltigen Mineralen, wie z. B. in Pechblende (Uraninit,  $\text{UO}_2$ ), Coffinit ( $\text{U}(\text{SiO}_4)_{1-x}(\text{OH})_{4x}$ ) oder Carnotit ( $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ). Es gibt mehr als 200 verschiedene Uranminerale.

Der flächengewichtete Median der oberflächennahen Gesteine Baden-Württembergs beträgt 2,8 mg/kg. Der Urangehalt der Gesteine Baden-Württembergs entspricht also ziemlich genau dem CLARKE-Wert für die obere Kruste. Die P 90-Werte für Uran in Gesteinen Baden-Württembergs liegen zwischen 1 und 14 mg/kg.

Niedrige Gehalte (0–6 mg/kg) finden sich in quartären Süßwasserkalken und Lösssedimenten, im Tertiär des Molassebeckens, in den Gesteinen des Ober- und Mittelkeupers, im Oberen Muschelkalk und im Mittleren und Unteren Buntsandstein.

Erhöhte Gehalte (> 6–8 mg/kg) treten in Quartärschichten (Kiese u. Sande), im Oberjura, im Unterkeuper, im Mittleren Muschelkalk und im gefalteten Paläozoikum auf.

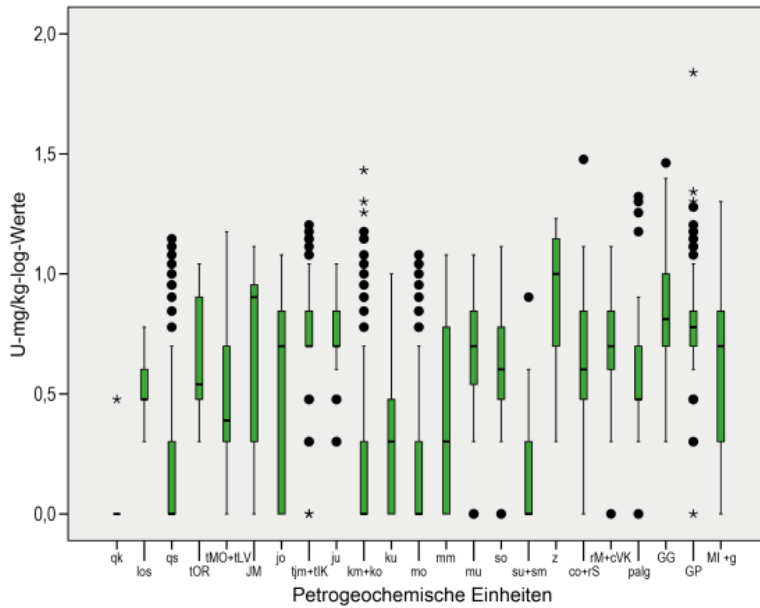
Hohe Gehalte (> 8–10 mg/kg) wurden im Tertiär des Schichtstufenlandes, in tertiären Magmatiten und Impaktgesteinen, im Unterjura, in den Gesteinen des Unteren Muschelkalks, des Oberen Buntsandsteins, in sauren Permokarbon-Magmatiten und in variskischen Intrusiva festgestellt.

Sehr hohe Gehalte (> 10 mg/kg) weisen die Gesteine des Mitteljuras und Zechsteins sowie basisch-intermediäre Permokarbon-Magmatite und Migmatite bis Gneise auf.

Hohe Maximalwerte treten im Mittelkeuper (27 mg/kg) (Einheit Löwenstein-Formation bzw. „Stubensandstein“), in den Karbon- und Rotliegend-Sedimenten (30 mg/kg), in basisch-intermediären Permokarbon-Magmatiten (Ganggesteine) (29 mg/kg) und ganz besonders in den variskischen Intrusiva (Granite) (69 mg/kg) auf und können hier auf bekannte Anreicherungen zurückgeführt werden.

Uran gilt als lithophil, weshalb es sich vorwiegend in silikatreichen Schmelzen anreichert; Magmatite wie Granite und Rhyolithe weisen deshalb die höchsten Urankonzentrationen auf. Uran wird in Kristallingesteinen nicht nur in Pechblende, sondern auch in akzessorischen Mineralen, wie Zirkon oder Monazit, eingebaut. Für die Bindung von Uran in Sedimentgesteinen sind andere Prozesse maßgebend:

- Aufgrund der geringen Verwitterungsbeständigkeit von Pechblende wird Uran zunächst zu  $\text{UO}_3$  aufoxidiert, um schließlich durch Aufnahme von Fremdionen und  $\text{H}_2\text{O}$  leicht lösliche Hydroxide, Karbonate und Sulfate zu bilden. Später können auch schwerer lösliche Verbindungen entstehen wie Phosphate, Arsenate, Vanadate und Silikate.
- Die Anreicherung von Uran kann durch die vorliegenden Redoxbedingungen kontrolliert werden. Herrschen oxidierende Bedingungen vor, so ist Uran in wässrigen Lösungen relativ mobil. Bei reduzierenden Bedingungen ist Uran jedoch schwer löslich, wenig mobil und lagert sich bevorzugt an organisches Material an. Lokale Urananreicherungen sind deshalb oft an kohlige Substanz gebunden, wie z. B. an der Basis von Sandsteinen im Mittelkeuper.



Boxplots für Uran (U); Gehalte in mg/kg

Statistische Kennwerte für Uran (U, in mg/kg) für die verschiedenen petrogeochemischen Einheiten in Baden-Württemberg:

Geochemische Einheit	Kürzel	Anzahl (n)	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std. Abw.	P 90	Median (P 50)
<b>Quartär</b>								
Junger Süßwasserkalk	qk	16	1	3	1,1	0,5	1	1
Lösssediment	los	45	1	9	3,9	1,4	5	4
Quartärschichten (Kiese u. Sande)	qs	154	1	13	2,7	2,4	6	2
<b>Tertiär</b>								
Tertiär des Schichtstufenlandes	tOR	59	1	18	5,2	2,9	8	6
Tertiär des Molassebeckens	tMO+tLV	139	1	15	3,3	2,4	6	3
Tertiäre Magmatite und Impaktgesteine	tJM+tIK	15	1	30	8,6	6,8	13	8
<b>Jura</b>								
Oberjura	jo	1027	1	12	3,8	2,8	8	4
Mitteljura	jm	238	1	16	4,2	3,3	9	3
Unterjura	ju	206	1	22	5,7	2,9	9	5
<b>Trias</b>								
Mittel- und Oberkeuper	km+ko	474	1	30	2,4	2,9	5	1
Unterkeuper	ku	47	1	10	3,7	2,3	7	3
Oberer Muschelkalk	mo	317	1	12	1,9	1,9	3	1
Mittlerer Muschelkalk	mm	117	1	12	2,9	2,3	6	2
Unterer Muschelkalk	mu	159	1	12	3,8	2,0	6	4
Oberer Buntsandstein	so	69	1	13	4,5	2,8	9	4
Unterer und Mittlerer Buntsandstein	su+sm	150	1	12	2,7	2,0	5	2
<b>Perm-Oberkarbon</b>								
Zechstein	z	25	1	17	6,9	5,4	14	6
Karbon- und Rotliegend-Sedimente	co+rS	50	1	30	6,4	5,4	13	5
Saure Permokarbon-Magmatite	rM+cVK	214	1	25	7,5	3,9	12	6
<b>Nichtkristallines Grundgebirge</b>								
Gefaltetes Paläozoikum	palg	72	1	22	5,6	4,3	10	4
<b>Kristallines Grundgebirge</b>								
Basisch-intermediäre Permokarbon-Magmatite	GG	30	3	29	12,8	6,7	22	12
Variskische Intrusiva	GP	319	1	69	7,1	5,3	13	6
Migmatite und Gneise	MI+gn	440	1	20	6,6	3,7	11	6
<b>Alle Einheiten</b>		<b>4382</b>	<b>1</b>	<b>69</b>	<b>Flächengewichteter Median</b>			<b>3,1</b>

## Externe Lexika

WIKIPEDIA

- [Uran](#)

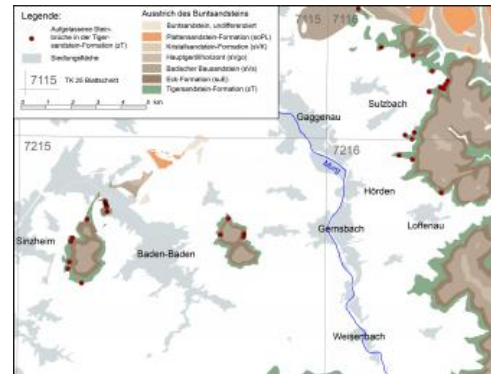


**Quell-URL (zuletzt geändert am 02.02.23 - 13:23):**<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/geogene-grundgehalte-hintergrundwerte-den-petrogeochemischen-einheiten-baden-wuerttemberg/uran>

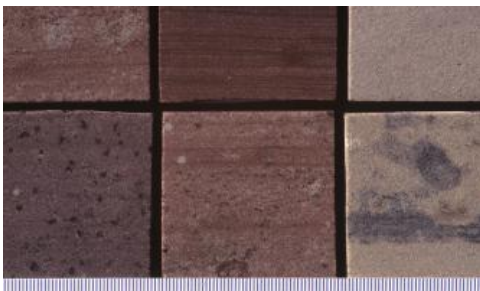
## Tigersandstein bei Baden-Baden

### Übersicht, Bezeichnung, Verbreitung

Der Tigersandstein wurde im Nordschwarzwald in zahlreichen großen Brüchen vor allem bei Baden-Baden, Gaggenau und Gernsbach abgebaut. Da die meisten und größten Brüche östlich von Gaggenau und Gernsbach im Nordschwarzwälder Murgtal liegen, wird er häufig auch als „Murgtalsandstein“ bezeichnet. Östlich von Loffenau bei Gernsbach werden die Sedimente der Tigersandstein-Formation zunehmend feiner und toniger, Sandsteine treten zurück. Werksteinbrüche sind aus diesem Bereich nicht mehr bekannt. Die Verbreitung der Tigersandstein-Formation im genannten Gebiet ist in der Übersichtskarte vereinfacht dargestellt.



Übersichtskarte der Verbreitung der Tigersandstein-Formation



Sechs Gesteinswürfel aus Tigersandstein aus dem aufgelassenen Steinbruch bei Gernsbach-Hörden

Die Kennzeichen der werksteinfähigen Abschnitte dieses überwiegend feinkörnigen, z. T. mittelkörnigen Sandsteins sind der häufige und rasche Wechsel in den Bankmächtigkeiten und in der Färbung sowie in den Sedimentstrukturen; monotone rote oder graue Typen treten unmittelbar neben lebhaft mehrfarbig gestreiften Typen auf. Häufig sind gebleichte, fast weiße und rötlich gefleckte Sandsteine. Sie fanden an zahlreichen Kirchen des frühen 20. Jh. Verwendung (z. B. Dörrer et al., 1990). Der Name „Tigersandstein“ kommt von den auffälligen braunen bis schwarzen Flecken von Eisen-Mangan-Oxiden/-Hydroxiden (Wad, Limonit), welche durch die Verwitterung von Karbonaten entstanden. Wie so oft geht dieser Begriff auf historische Arbeiten zurück: „Die erinnerten Quenstedt (1843) an ein Leopardenfell, dessen Muster

damals als getigert bekannt war, und veranlassten ihn zu der Benennung Tigersandstein“ (Geyer et al., 2011, S. 114). Wadflecken sind aber in der gesamten Abfolge des Buntsandsteins in Deutschland häufig anzutreffen. Ungeschickterweise wurde der Begriff auf einen bestimmten stratigraphischen Abschnitt übertragen.

### Geologisches Alter, Entstehung

In der erdgeschichtlichen Einstufung steht der Tigersandstein zwischen den Sandsteinen und Konglomeraten der Eck-Formation (suE) und den Fanglomeraten der Kirnbach-Formation (zK) aus dem Zechstein. Aufgrund dieser Zwischenstellung wurde lange über seine erdgeschichtliche Zuordnung diskutiert; meist wurde er früher dem Buntsandstein der Trias zugeordnet. Gegenüber den älteren Sandsteinen sind die Körner der Tigersandstein-Formation besser gerundet, das Sediment ist feinkörniger und besser geschichtet (Hasemann, 1934). Kornrundung und Schichtung nehmen innerhalb der Tigersandstein-Formation von unten nach oben zu. In den überlagernden Sedimenten der Eck-Formation ist das Korn wieder gröber, das Sediment hat eine kräftigere rote Farbe und eine noch bessere Kornrundung.

E-Odenwald, Maintal		S-Odenwald, N-Kraichgau, Hohenlohe		S-Kraichgau bis Zentralschwarzwald		Südschwarzwald, Hochrhein	
Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone
Myphorienbank	Myphorienbank	Myphorienbank	Myphorienbank	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone
Römer-Formation	Römer-Formation	Römer-Formation	Römer-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation
Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone	Obere Rötone
Röt Quarz	Röt Quarz	Röt Quarz	Röt Quarz	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation
Untere Rötone	Untere Rötone	Untere Rötone	Untere Rötone	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation
Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation	Plattensandstein-Formation
Solling-Formation	Donges-Formation	Karmel-Dolomit-Horizont	Karmel-Dolomit-Horizont	Karmel-Dolomit-Horizont	Karmel-Dolomit-Horizont	Karmel-Dolomit-Horizont	Karmel-Dolomit-Horizont
Felsandstein	Felsandstein	Kristallsandstein-Subformation	Kristallsandstein-Subformation	Kristallsandstein-Subformation	Kristallsandstein-Subformation	Kristallsandstein-Subformation	Kristallsandstein-Subformation
Hartig-Formation	Hartig-Formation	Violetter Horizont 1	Violetter Horizont 1	Violetter Horizont 1	Violetter Horizont 1	Violetter Horizont 1	Violetter Horizont 1
Hartig-Wechsellage	Hartig-Wechsellage	Oberer Geröllsandstein	Oberer Geröllsandstein	Oberer Geröllsandstein	Oberer Geröllsandstein	Oberer Geröllsandstein	Oberer Geröllsandstein
Herkegen-Wechsellage	Herkegen-Wechsellage	Mittlerer Geröllsandstein	Mittlerer Geröllsandstein	Mittlerer Geröllsandstein	Mittlerer Geröllsandstein	Mittlerer Geröllsandstein	Mittlerer Geröllsandstein
Defurb-Wechsellage	Defurb-Wechsellage	Unterer Geröllsandstein	Unterer Geröllsandstein	Unterer Geröllsandstein	Unterer Geröllsandstein	Unterer Geröllsandstein	Unterer Geröllsandstein
Vogesen-Wechsellage	Vogesen-Wechsellage	Vogesen-Wechsellage	Vogesen-Wechsellage	Vogesen-Wechsellage	Vogesen-Wechsellage	Vogesen-Wechsellage	Vogesen-Wechsellage
Milberberg-Wechsellage	Milberberg-Wechsellage	Milberberg-Formation	Milberberg-Formation	Milberberg-Formation	Milberberg-Formation	Milberberg-Formation	Milberberg-Formation
Obere Milberberg-Formation	Obere Milberberg-Formation	Obere Milberberg-Formation	Obere Milberberg-Formation	Obere Milberberg-Formation	Obere Milberberg-Formation	Obere Milberberg-Formation	Obere Milberberg-Formation
Untere Milberberg-Formation	Untere Milberberg-Formation	Untere Milberberg-Formation	Untere Milberberg-Formation	Untere Milberberg-Formation	Untere Milberberg-Formation	Untere Milberberg-Formation	Untere Milberberg-Formation
Schöner Geröllsandstein	Schöner Geröllsandstein	Ekischer Geröllsandstein	Ekischer Geröllsandstein	Ekischer Geröllsandstein	Ekischer Geröllsandstein	Ekischer Geröllsandstein	Ekischer Geröllsandstein
Heigenbrücken-Sandstein	Heigenbrücken-Sandstein	Heigenbrücken-Sandstein	Heigenbrücken-Sandstein	Heigenbrücken-Sandstein	Heigenbrücken-Sandstein	Heigenbrücken-Sandstein	Heigenbrücken-Sandstein
Tiger-Sandstein	Tiger-Sandstein	Tiger-Sandstein	Tiger-Sandstein	Tiger-Sandstein	Tiger-Sandstein	Tiger-Sandstein	Tiger-Sandstein

Stratigraphische Übersicht des Buntsandsteins in Baden-Württemberg

## Gesteinsbeschreibung, technische Eigenschaften und Verwendung

Bei den Sandsteinen der Tigersandstein-Formation von Baden-Baden und Gernsbach handelt es sich überwiegend um Feinsandsteine. Charakteristisch ist der vielfache Farb- und Strukturwechsel. Die Sandsteinbänke wechseln mit tonig-schluffigen Zwischenlagen ab und zeigen ausgeprägte Schrägschüttung. Im Gegensatz zur Bausandstein- oder Geröllsandstein-Formation sind die Bankmächtigkeiten schon auf kurzer Distanz deutlichen Schwankungen unterworfen. Die Quarzkörner sind eckig bis kantengerundet. Das Bindemittel ist häufig kieselig, z. T. karbonatisch, vielfach kaolinitisch. Zwischen gut verwertbaren Bänken befinden sich weichere, dünnbankige bis plattige Sand- oder Siltsteinbänke mit Tongallen oder Tonlagen.



Typisches Erscheinungsbild des Tigersandsteins im Raum Gaggenau-Gernsbach



Herz-Jesu-Kirche in Gernsbach-Obertsrot

An der Basis der Tigersandstein-Formation sind die Sandsteine häufig gröberkörnig, teilweise sogar stark geröllführend. Sie sind hier dunkelviolettfarbig gefärbt. Darüber folgen Feinsandsteine, die häufig weiß, hellgrau oder gelblich weiß gefärbt sind und braune bis schwarze Flecken aufweisen. In den Aufschlüssen kann man jedoch lateral wie vertikal rasche Farbwechsel von hellrot und violettrot zu beigeweiß beobachten. Nach oben nimmt die Mächtigkeit der Bänke ab. Die hellen Partien sind etwas stärker verfestigt als die violettroten. Das frisch gebrochene Gestein ist im bergfeuchten Zustand relativ weich und daher leicht zu bearbeiten. Im trockenen Zustand erlangt es eine beträchtliche Härte, verliert allerdings rasch seine helle Farbe und wird unregelmäßig hellgrau (Frank, 1936a). Die hellen Fein- bis Mittelsandsteine zeigen an den steinsichtigen neoromanischen Kirchenbauten um Gaggenau und Gernsbach nach rund 100 Jahren Bewitterung kaum Witterungsschäden; nur im von Streusalz

beeinflussten Spritzwasserbereich um Sockel und Treppen kommt es zu deutlichen Rückwitterungen und Substanzverlusten.

Ein großer Teil der Staats- und Gemeindebauten der Umgebung von Baden-Baden sowie in und um Karlsruhe wurde aus diesem Sandstein erbaut (Hasemann, 1934). Im aufgelassenen Steinbruch Gaggenau-Michelbach (RG 7116-323) sind Spuren des Abbaus mittels händischer Schrämarbeit zu finden, welche auf einen alten Abbau hinweisen (Mittelalter bis 18. Jahrhundert). Das gewonnene Material wurde überwiegend in der näheren Umgebung verbaut. Nach Metz (1977) waren Sandsteine aus verschiedenen stratigraphischen Niveaus des Buntsandsteins und auch aus der Tigersandstein-Formation im Bereich südlich von Karlsruhe vom hohen Mittelalter bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts die am meisten genutzten Bau- und Werksteine, weshalb sie in großen Mengen aus dem Nordschwarzwald in dieses Gebiet geliefert wurden.

## Technische Eigenschaften

Technische Eigenschaften nach Frank (1936)	Tigersandstein von Sulzbach	Tigersandstein aus dem Eyachtal
<b>Rohdichte</b>	2,15–2,37 g/cm <sup>3</sup> , Mittelwert 2,26 - g/cm <sup>3</sup>	2,54–2,56 g/cm <sup>3</sup>
<b>Druckfestigkeit</b>	senkrecht zum Lager: 72–76 MPa, Mittelwert 74 MPa  parallel zum Lager: 73–75 MPa, Mittelwert 74 MPa	200–208 MPa

## Gewinnung und Bezugsmöglichkeiten

Der Tigersandstein steht nirgends mehr in Abbau, auch für eine begrenzte Blockgewinnung für Restaurierungsmaßnahmen steht zurzeit kein Steinbruch zur Verfügung. Der Tigersandstein ist in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut worden. Die Abbauhöhe erstreckte sich dabei häufig über das gesamte Profil (s. Übersicht der Buntsandsteinabfolge, Galerie), d. h. die Abbauwände erreichen in zahlreichen Steinbrüchen über mehrere Abbausohlen insgesamt eine Höhe von 50–60 m. Die einzelnen, den Hang hinaufziehenden Steinbrüche – so z. B. östlich von Gaggenau-Sulzbach – erreichen dabei jeweils Abbauhöhen von 15–20 m. Aus dem Raum Baden-Baden sind derzeit 31 aufgelassene Gewinnungsstellen in der Datenbank des LGRB erfasst, in welchen Tigersandstein abgebaut wurde (s. Übersichtskarte). Der letzte Steinbruch in diesem Gebiet wurde in den 1960er Jahren (Hörden) stillgelegt.

## Potenzial



Abbau des hier als Murgtalsandstein bezeichneten Tigersandsteins

Die noch aufgeschlossenen Werksteinbänke in den zugänglichen Steinbrüchen erreichen meist Mächtigkeiten um 2 m, vereinzelt auch über 5 m. Allerdings schwankt die Mächtigkeit dieser Horizonte in der lateralen Erstreckung rasch, häufig spalten Bänke größerer Mächtigkeit bereits nach wenigen Metern entlang der Schichtung auf. Der Anteil des zur Gewinnung von Mauersteinen geeigneten Materials dürfte im Schnitt bei 50 % liegen, für die Herstellung von Werksteinblöcken dürften nur 20–30 % der heute noch aufgeschlossenen Bereiche nutzbar sein. Die alten, weitgehend unverfüllten Steinbrüche liegen in großen Waldgebieten und könnten nach Ertüchtigung der Zufahrtswege zumeist wieder erschlossen werden. Zahlreiche große Steinbrüche befinden sich östlich von Gaggenau bei Rotenfels, Michelbach, Sulzbach und Hörden; sie sind meist mehrere 100 m lang und 20–60 m hoch. Ein ähnliches Vorkommen befindet sich am Fremersberg östlich von Sinzheim. Ungünstiger erscheint das Vorkommen östlich von Baden-Baden am Fuße des Merkur, der mit einer Standseilbahn erschlossen ist und auf dem sich ein Aussichts- und Sendeturm befindet. Außerhalb der durch die Steinbrüche aufgeschlossenen Bereiche ist es schwierig, im Verbreitungsgebiet des Tigersandsteins mittels geologischer Kartierung Werksandsteinvorkommen zu erkennen. Vorhersagen über Bankmächtigkeiten und Farbvarietäten können aufgrund der raschen Wechsel nicht auf der Basis von Lesesteinkartierungen durchgeführt werden, sondern erfordern eine

sorgfältige Erkundung durch Kernbohrungen und gegebenenfalls daran anschließende Probeabbaue.

## Kurzfassung

Die Gesteine der Tigersandstein-Formation bestehen aus fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit einem lebhaften Farbwechsel. Nach einem wichtigen und lange Zeit genutzten Abbaugelände wird er auch als „Murgtalsandstein“ bezeichnet. Neben monoton roten oder grauen treten rotgraue oder auch weiße bis gelblich weiße Varietäten auf. Seinen Namen erhielt der Tigersandstein durch braune bis schwarze Flecken aus Eisen-Mangan-Oxiden, die bei der Verwitterung von karbonatischen Bereichen im Sandstein entstehen. Stratigraphisch wird der Tigersandstein heute dem obersten Zechstein (Perm) zugeordnet, lange Zeit wurde er aufgrund seiner Ausbildung in den Buntsandstein gestellt. Die insgesamt 50–60 m mächtige werksteinführende Folge besteht aus einem Wechsel von dickbankigen Sandsteinen mit plattigen Sandsteinen und Siltsteineinschaltungen. Dickbankige Bereiche sind zumeist kieselig gebunden und erreichen Bankmächtigkeiten von 2 m, selten 5 m. Gewonnen wurden die Tigersandsteine im Raum Baden-Baden, Gaggenau und Gernsbach. Sie wurden vorwiegend in der Region Baden-Baden–Karlsruhe als großformatiger Baustein verwendet. Heute ist kein Sandsteinbruch im Tigersandstein mehr in Betrieb; eine Wiederinbetriebnahme alter Brüche wäre aber an verschiedenen Stellen gut möglich, so z. B. oberhalb von Gaggenau-Sulzbach.

## Literatur

- Dörrer, F., Felder, R., Fortenbacher, F., Klein, H. & Ruf, A. (1990). *Herz-Jesu-Kirche Obertsrot-Hilpertsau*. 96 S.,



Obertsrot-Hilpertsau (Pfarramt Obertsrot-Hilpertsau).

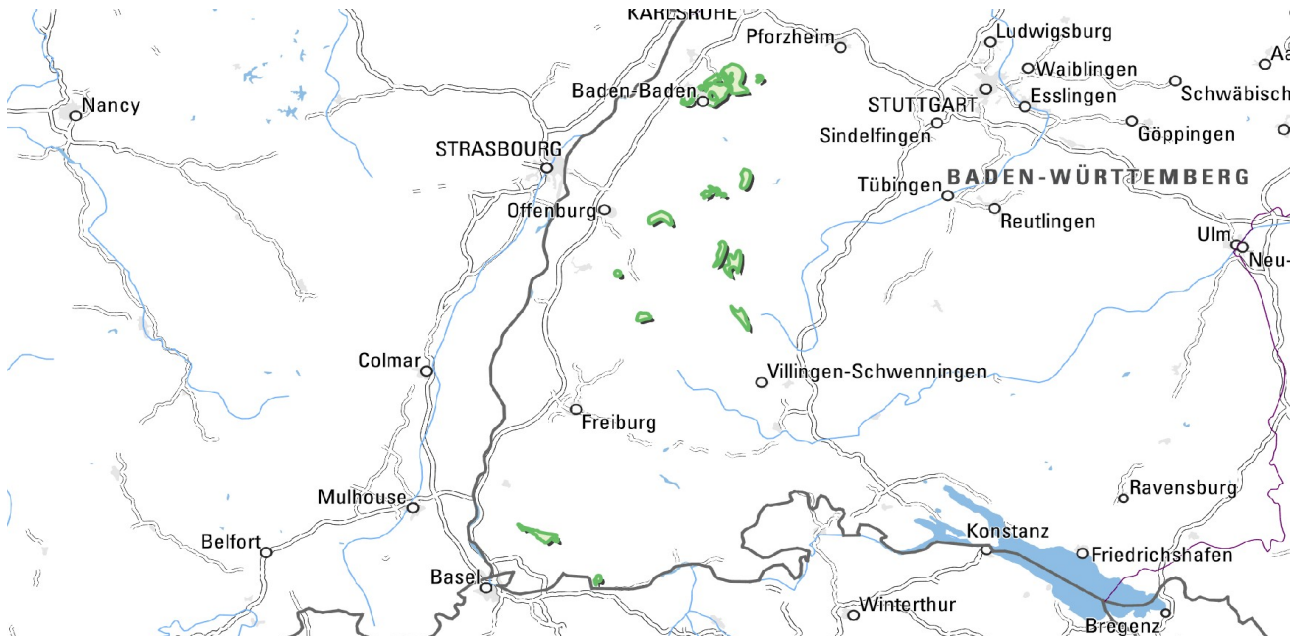
- Frank, M. (1936a). *Erläuterungen zu Blatt 7216 Gernsbach*. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 162 S., 1 Beil., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). [Unveränderter Nachdruck 1994]
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg*. 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Hasemann, W. (1934). *Erläuterungen zu Blatt Malsch (Nr. 62)*. – Erl. Geol. Spezialkt. Baden, 69 S., Freiburg i. Br. (Badische Geologische Landesanstalt). [Nachdruck 1984: Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., Bl. 7116 Malsch; Stuttgart]
- Metz, R. (1977). *Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald, besonders in dessen alten Bergbaurevieren*. 2. Aufl., 632 S., Lahr (Schauenburg).

Cookie-Einstellungen

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 23.01.23 - 08:08):**<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/buntsandstein/tigersandstein-bei-baden-baden>

## Böden im Verbreitungsgebiet von Sedimentgesteinen des Perms und Oberkarbons



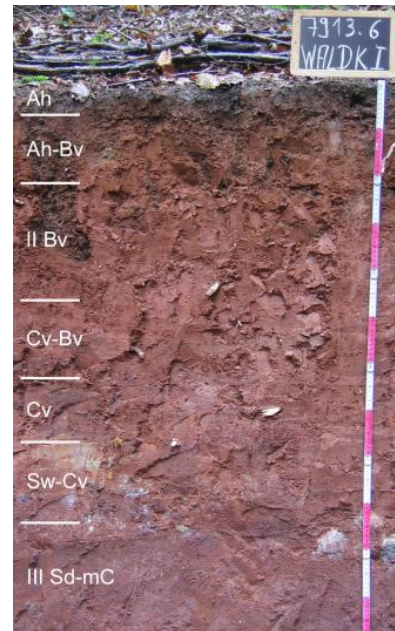
Felswand aus Rotliegend-Sedimenten hinter der Sportanlage in Schramberg

In der Bodengroßlandschaft Buntsandstein-Schwarzwald werden die Böden im Verbreitungsgebiet jungpaläozoischer Sedimentgesteine mitbehandelt. Diese treten besonders im Raum Baden-Baden/Gaggenau/Gernsbach, im Weitenauer Bergland und im Bereich mehrerer verstreuter Vorkommen im Mittleren Schwarzwald bodenbildend in Erscheinung. In den Rotliegend-Sedimenten und im nur kleinräumig verbreiteten Oberkarbon dominieren Arkosen mit Übergängen zu Sandsteinen, Konglomeraten und Fanglomeraten. Lagenweise sind Schluff- und Tonsteine eingeschaltet. Im darüber folgenden Zechstein treten fein- und mittelkörnige Sandsteine hinzu (Tigersandstein-Formation). In den durch Verwitterung und periglaziale Umlagerung entstandenen Fließerden und Hangschuttdecken aus diesen Materialien sind überwiegend sandig-lehmige Braunerden entwickelt. Bedingt durch die unterschiedlich starke Beimengung von

tonigem Verwitterungsmaterial besteht ein kleinräumiger Substratwechsel, der auch dadurch verstärkt wird, dass die schwach lösslehmhaltige Decklage an siedlungsnahen Unterhängen und am Westrand des Mittelgebirges bereichsweise erodiert wurde oder nur noch in geringmächtigen Resten vorhanden ist.

An den Hängen im Bergland bei Baden-Baden und im Mittleren Schwarzwald sind Braunerden aus steinigem, lehmig-sandigem bis tonig-lehmigem Material verbreitet (**b89**). Oft ist eine schwache äolische Beimengung im oberen Profilabschnitt feststellbar (Decklage). Unter Wald sind die Braunerden meist schwach podsolig. Die Tendenz zur Podsolierung ist aber weit geringer ausgeprägt als in vielen Bereichen des Buntsandsteingebiets. Dies liegt an dem basenreicheren Ausgangsmaterial mit seinen tonigen Beimengungen sowie, im Falle des Berglands bei Baden-Baden, auch an den klimatischen Verhältnissen am Fuß des Mittelgebirges und an der vorherrschenden Nutzung mit Laub- und Mischwäldern. An den Weinbergshängen bei Baden-Baden-Neuweier und -Varnhal wurden die Böden durch das Rigolen überprägt. Die in Kartiereinheit **b164** beschriebenen Braunerde-Rigosole und Rigosole sind in Fließerdern aus oberkarbonzeitlichem Sedimentgestein entwickelt.

Weniger häufig sind zweischichtige Pelosol-Braunerden und Braunerde-Pelosole, bei denen die braunrote Basislage sehr tonreich ausgebildet ist und eine Quellungs- und Schrumpfdynamik aufweist (**b90**). Begleitend kommen in solchen Bereichen auch Böden mit schwach ausgeprägten Staunässemerkmalen vor (Pseudogley-Braunerde).

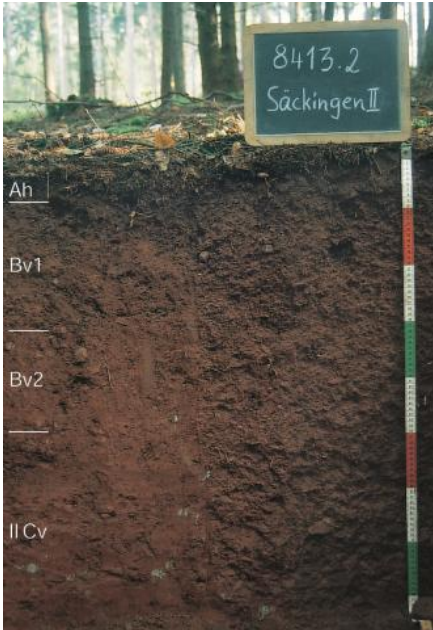


Mäßig tief entwickelte Braunerde aus Fließerdern (Deck- über Basislage) auf Zersatz des Rotliegenden (**b89**)

Auf gewölbten Scheitelbereichen sind die Braunerden häufig weniger tief entwickelt und werden in 2–4 dm Tiefe bereits von Gesteinsschutt oder -zersatz unterlagert (**b87**). Noch flachgründigere Ranker und Braunerde-Ranker (**b86**) finden sich im Bergland bei Baden-Baden und Gaggenau auf sehr schmalen, meist geneigten Scheitelbereichen, Kuppen und Graten. Auch an örtlich vorkommenden steilen bis sehr steilen Hängen bei Baden-Baden und Gernsbach sind nur flach bis mittel tief entwickelte, sehr steinige Braunerden zu finden (**b88**). In ehemaligen oder noch genutzten Weinbergen sind diese durch den tiefen Bodenumbruch verändert (Rigosole). Ein teilweise weinbaulich genutzter Rücken im Bereich von Arkosen der Kirnbach-Formation (Zechstein) südwestlich von Sasbachwalden wurde als Einzelfläche (**b159**) abgegrenzt. Lehmig-sandige Braunerden und Braunerde-Rigosole sind dort die vorherrschenden Böden.

An den mittel bis stark geneigten Unterhängen in den Tälern des Mittleren Schwarzwalds und an der Buntsandstein-Schichtstufe im Nordosten bilden die dort vorhandenen Fließerdern und Hangschuttdecken z. T. ein Gemisch aus Gesteinsmaterial des Zechsteins (Tigersandstein-Formation) sowie des Unteren und Mittleren Buntsandsteins. Zudem ist örtlich Rotliegend-Material beigemischt. Die z. T. podsoligen Braunerden aus meist lehmig-sandigen, steinigen Substraten wurden in Kartiereinheit **b18** zusammengefasst. In Nischen, Mulden und auf Verflachungen treten in diesen Bereichen begleitend immer wieder vernässte Böden auf (Anmoorgley, Quellengley, Stagnogley).

Im Mittleren Schwarzwald streichen die Rotliegendesedimente örtlich an steilen Unterhangabschnitten aus. Vorherrschende Böden sind dort flach bis mäßig tief entwickelte Braunerden aus Sandstein führenden Fließerdern und Hangschutt (**b6**). Untergeordnet kommen auch blockschuttreiche Schuttdecken aus Buntsandstein-Material mit Podsol-Braunerden vor. Vereinzelt treten Regosole aus sandigem Gesteinsschutt sowie, in Mulden und Nischen, Quellengleye und Gleye auf. Auch die schwach bis stark geneigten Hänge im Rotliegend-Gebiet bei Schramberg und Schenkenzell sind durch Hangmulden, -tälchen, -verflachungen und -verteilungen stark gegliedert und weisen einen entsprechend kleinräumigen Bodenwechsel auf. Vorherrschend sind Braunerden, pseudovergleyte Braunerden und Regosol-Braunerden sowie hydromorphe Böden in den Hohlformen (**b7**). Selten war in diesen Bereichen schwach karbonathaltiges, aus Karneoldolomit-Krusten der Kirnbach-Formation stammendes Bodenskelett zu finden. An wenigen Hangabschnitten, in denen tonreiche Fließerdern als Ausgangsmaterial dominieren, wurde im selben Gebiet Kartiereinheit **b5** ausgewiesen. Neben Braunerden sind dort auch Pelosole und Ranker-Pelosole vorherrschend.



Mittel tief entwickelte Braunerde aus lösslehmreicher Fließerde über Rotliegend-Sedimenten (b107)

Im Rotliegend-Gebiet des Weitenauer Berglands und am Rand des Hochrheintals bei Bad Säckingen besitzen neben Arkosen und Konglomeraten Schlufftonsteine einen hohen Anteil in der Gesteinsabfolge (Weitenau-Formation). Entsprechend verbreitet sind steinige tonig-lehmige bis sandig-tonige Fließerden als Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Überlagert werden diese in der Regel von einer 3–5 dm mächtigen lösslehmhaltigen Decklage. Vorherrschend sind zweischichtige, mittel bis mäßig tief entwickelte Braunerden mit Mull und Moder als Humusform (**b107**). Neben den günstigen Humusformen fallen immer wieder auch humose fleckige Unterböden auf (humose Braunerde), die auf die grabende Tätigkeit des großen Regenwurms *Lumbricus badensis* zurückzuführen sind, der im Weitenauer Bergland sein südwestlichstes Verbreitungsgebiet besitzt.



Ackerflächen im Norden des Weitenauer Berglands mit Parabraunerden aus lösslehmhaltigen Fließerden

Bei den in Einheit **b93** abgegrenzten Parabraunerden und Braunerde-Parabraunerden handelt es sich um mäßig tief bis tief entwickelte steinarme Lehmböden. Sie treten im Weitenauer Bergland und im Bergland bei Baden-Baden und Gaggenau überall dort auf, wo sich in flachen Scheitelbereichen und in geschützten Hanglagen zwischen Deck- und Basislage zusätzlich eine lösslehmreiche Mittellage befindet. Wo die unterlagernde Basislage als wasserstauer Ton ausgebildet ist, können in Flachlagen auch Parabraunerde-Pseudogleye vorkommen (**b97**). In Hanglagen, in denen Mittellagen mit nur geringem Lösslehmgehalt verbreitet sind, ist auch die Lessivierung schwächer ausgeprägt. Neben Braunerden sind in diesen Bereichen dann Parabraunerde-Braunerden verbreitet (**b92**).

Die Muldentäler im Rotliegend-Bergland bei Baden-Baden und Gaggenau und im Norden des Weitenauer Berglands werden von deutlich grundwasserbeeinflussten Böden dominiert (**b98**, **b120**). Neben den vorherrschenden Kolluvium-Gleyen und Gleyen kommen auch Nassogley und Anmoorgleye, in sohlenförmigen Talabschnitten, örtlich auch Auengleye vor. In einigen Muldentälern und Hangfußlagen finden sich Kolluvien aus oft schluffreichen holozänen Abschwemmassen, die frei von Grundwassereinfluss sind (**b95**).



Muldentälchen im Rotliegend-Bergland bei Gaggenau-Michelbach

## Weiterführende Links zum Thema

- [Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Karlsruhe \(PDF\)](#)

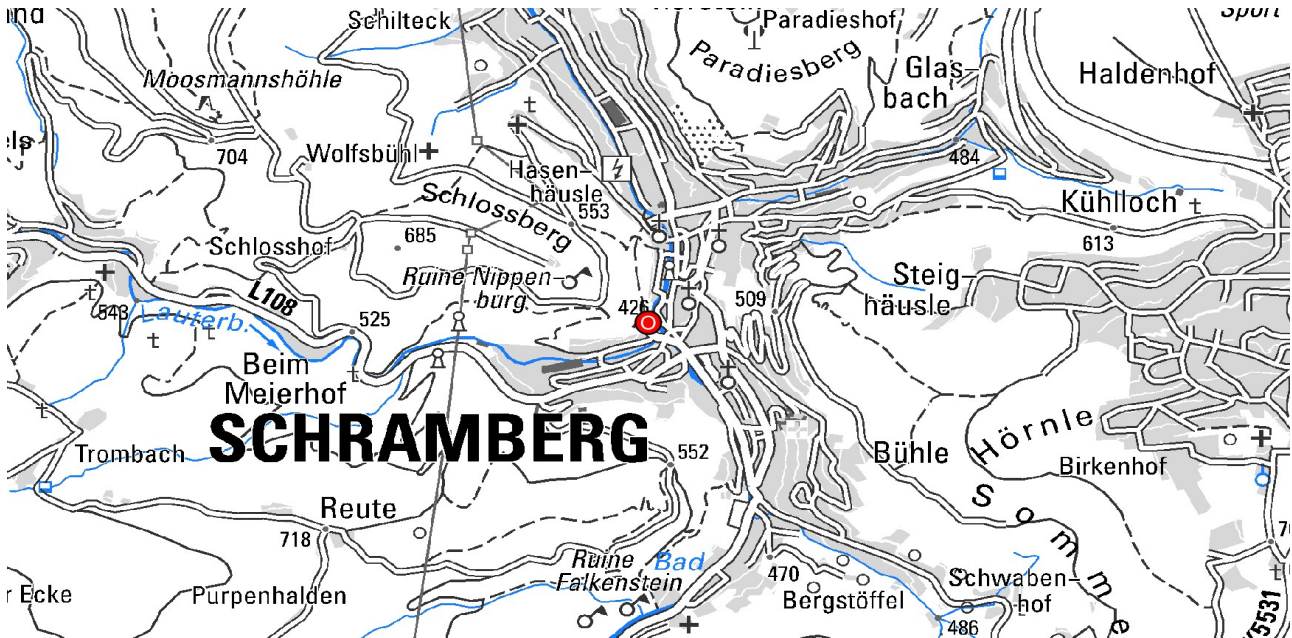
Cookie-Einstellungen



---

Quell-URL (zuletzt geändert am 02.10.23 - 12:25):<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/buntsandstein-schwarzwald/bodenlandschaften/boeden-im-verbreitungsgebiet-sedimentgesteinen-des-perms-oberkarbons>

## Geologischer Pfad am Schlossberg bei Schramberg



Zu Beginn des Geologischen Pfads sind am Unterhang die Rotliegend-Sedimente aufgeschlossen.

Direkt oberhalb des Stadtzentrums von Schramberg, am Ostrand des Mittleren Schwarzwalds, erhebt sich der Schlossberg mit der Ruine Hohenschramberg. Hier wurde bereits 1972 ein Naturlehrpfad angelegt, der die Geologie und die Pflanzenwelt des Schlossbergs erschloss. Im Jahr 1996 wurde der inzwischen in die Jahre gekommene Lehrpfad völlig überarbeitet. Er teilt sich jetzt in einen Aufstieg zur Ruine, der überwiegend geologischen Themen gewidmet ist und einen absteigenden Weg, der als vegetationskundlicher Pfad gestaltet wurde.



Entlang des Pfades passiert man die einen hohen Versatz aufweisende Schramberger Hauptverwerfung. Die Folge ist ein eindrucksvoller Wechsel verschiedener Gesteine auf engstem Raum. Am Hangfuß stehen zunächst die Rotliegend-Sedimente an (Schramberg-Formation). Sie sind im Unteren Perm vor 272–296 Mio. Jahren entstanden und besitzen bei Schramberg eine außergewöhnlich hohe Mächtigkeit. Es handelt sich überwiegend um rotbraune, schlecht sortierte Arkosebrekzien und -konglomerate (Fanglomerate), die als Schuttfächer-Sedimente abgelagert wurden. Sie sind der Abtragungsschutt des Variskischen Gebirges, das im Erdaltertum existierte, lange bevor der Schwarzwald entstand. Im weiteren Verlauf des Weges überschreitet man die Verwerfung und sieht plötzlich Felsen und Aufschlüsse im Triberg-Granit, der als Tiefengestein bei der damaligen Gebirgsbildung entstand. Beim folgenden Anstieg wendet der Weg wieder nach Osten und quert die Verwerfung ein weiteres Mal, so dass man jetzt Aufschlüsse in Gesteinen des Deckgebirges antrifft, die nach der Abtragung des Variskischen Gebirges abgelagert wurden. Es handelt sich am Schlossberg v. a. um Sandsteine der Kirnbach- und Tigersandstein-Formation (Zechstein) sowie der Eck-Formation (Unterer Buntsandstein). Den Gipfelbereich mit der Ruine bilden harte, geröllführende Sandsteine der Geröllsandstein-Subformation (Mittlerer Buntsandstein).



Erklärungen zur Entstehung des Schwarzwalds am Geologischen Pfad bei Schramberg

*Panoramablick vom Schlossberg über den Schramberger Talkessel nach Nordosten, Osten und Südosten – Am Fuß des Schlossbergs wird das Tal von der Schiltach durchflossen. Von Osten (links hinten) mündet das Tal des Göttelebachs ein. Rechts hinten ist ein vom Kirnbach durchflossenes Seitental zu sehen. An den bebauten Unterhängen im Talkessel stehen überwiegend Gesteine der Schramberg-Formation (Rotliegend-Sedimente) und der darüber folgenden Kirnbach- und Tigersandstein-Formation (Zechstein) an. Die oberhalb anschließenden steileren bewaldeten Hangabschnitte werden von Gesteinen des Unteren und Mittleren Buntsandsteins aufgebaut. Die Hochfläche, auf der in der Mitte der Stadtteil Sulgen zu erkennen ist, wird vom Oberen Buntsandstein gebildet. Auch bereits inselhafte Vorkommen von Unterem Muschelkalk treten auf der Hochfläche östlich von Schramberg auf.*

## Weiterführende Links zum Thema

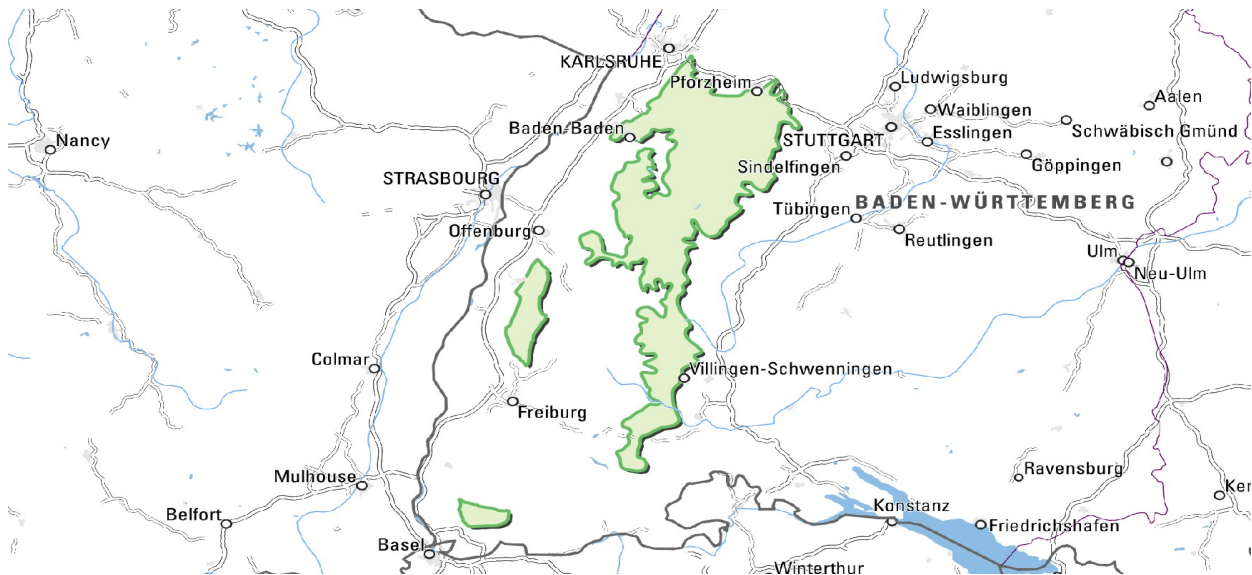
- [Naturfreunde Schramberg – Schlossbergpfade](#)

Cookie-Einstellungen

**Quell-URL (zuletzt geändert am 03.11.21 - 07:38):** <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geotourismus/lehrpfade/geologische-lehrpfade-im-eigentlichen-sinne/schwarzwald/geologischer-pfad-am-schlossberg-bei-schramberg>

## Buntsandstein-Schwarzwald

Der Schwarzwald ist Deutschlands höchstes Mittelgebirge (Feldberg, 1493 m NN) mit einer Flächenausdehnung von ca. 6000 km<sup>2</sup>. Von den Nachbarlandschaften hebt er sich nicht nur durch seine Höhe, sondern auch durch die starke Bewaldung und den Steilanstieg auf der Westseite ab. Nach Osten und Norden weist er dagegen eine sanfte Abdachung auf. Auch bodenkundlich unterscheidet er sich durch das Dominieren von sandigen, zur Versauerung neigenden Böden aus Silikatgestein von den basenreicheren Lehmböden aus Löss und Karbonatgestein der umgebenden Landschaften.



### Lage, Abgrenzung, Grundlagen

Geologisch lässt sich das Gebiet grob in den Grundgebirgs-Schwarzwald und den Buntsandstein-Schwarzwald unterteilen. Man spricht von Grundgebirge, weil auf diesem Sockel die viel jüngeren Gesteine des sog. Deckgebirges abgelagert wurden, die im Schwarzwald vorwiegend dem Buntsandstein angehören. Im Westen wird das Mittelgebirge durch den Oberrheingraben und im Süden durch das Hochrheintal begrenzt. Im Norden, etwa ab der Linie Karlsruhe–Pforzheim, sowie im Osten schließen sich dort, wo Muschelkalk oder geschlossene Lössdecken einsetzen, die Gäulandschaften an.

*Blick von der Hornisgrinde über den Buntsandstein-Schwarzwald nach Osten*



Aufschluss im Badischen Buntsandstein im Quellgebiet der Wilden Rench

Die Sedimentgesteine 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 in Form von Bruchschollen am Rand des Oberrheingrabens bei Lahr, Emmendingen und Schopfheim in Erscheinung. Auch am Ost- und Südostrand des Südschwarzwalds ist der Buntsandstein inselhaft verbreitet.

In stark wechselnder Mächtigkeit lagern zwischen Grundgebirge und Buntsandstein permzeitliche Sedimentgesteine (Rotliegend, Zechstein), die aber nicht flächendeckend vorkommen. Die auf ihnen ausgebildeten, vergleichsweise wenig Fläche einnehmenden Böden wurden ebenfalls der Bodengroßlandschaft (BGL) Buntsandstein-Schwarzwald zugerechnet. Dasselbe gilt für die im Mittleren Schwarzwald und am Ostrand des Nordschwarzwalds zu findenden Sedimentgesteine aus dem Oberkarbon, die jedoch nur von lokaler Bedeutung sind.



Felswand aus Rotliegend-Sedimenten hinter der Sportanlage in Schramberg



Blick von der Friedrichshöhe bei Freudenstadt nach Norden über die bewaldeten Schwarzwald-Randplatten

Den größten Raum nimmt der Buntsandstein im **Nordschwarzwald** ein und gliedert sich dort in die Naturräume **Grindenschwarzwald** und **Enzhöhen**, wo sich die höchsten Erhebungen befinden (Hornisgrinde, 1163 m NN), und die östlich und nördlich anschließenden **Schwarzwald-Randplatten**. Hauptentwässerungsadern sind die Murg sowie Alb, Enz und Nagold. Bei Pforzheim mündet die Würm, die nur mit ihrem Unterlauf das Buntsandsteingebiet quert, in die Nagold. Im Südosten hat sich die Glatt mit ihren vielen Quellbächen in das Buntsandsteingebiet des Nordschwarzwalds eingeschnitten. An den Rändern des Nordschwarzwalds liegen in den Tälern die Städte Baden-Baden, Ettlingen, Pforzheim, Calw und Nagold. Die Stadt Freudenstadt wurde erst 1599 als Residenzstadt im damaligen

Silberbergbaugebiet in über 900 m NN Höhe auf der Wasserscheide zwischen Murg/Forbach und Glatt gegründet.

Als Grenze zwischen Nordschwarzwald und **Mittlerem Schwarzwald** wird hier die Wasserscheide zwischen dem Rench- und Murgeinzugsgebiet im Norden und der Kinzig im Süden gesehen. Das Deckgebirge wurde im Zentrum des Mittleren Schwarzwalds größtenteils wieder abgetragen. Besonders zwischen Kinzig- und Renchtal sind jedoch einige, mehr oder weniger isolierte Bergplateaus erhalten (z. B. Mooskopf, Großer Hundskopf, Brandenkopf). Die vom Buntsandstein gebildete, z. T. nur 3–4 km breite Ostabdachung des Mittleren Schwarzwalds im Raum Alpirsbach und Schramberg liegt im Wasserscheidenbereich zwischen der Kinzig bzw. Schiltach im Westen und der zum Neckar gerichteten Eschach im Osten. Der südlich angrenzende Abschnitt, westlich und südwestlich von VS-Villingen wird auch als **Baarschwarzwald** bezeichnet und gehört mit den Tälern von Brigach und Breg bereits größtenteils zum Donaeinzugsgebiet. Nur der südlichste Teil, beiderseits der Wutachschlucht, ist wieder an das rheinische System angeschlossen. Am Südostrand des **Südschwarzwalds**, zwischen Bonndorf und Bad-Säckingen tritt der Buntsandstein nur noch inselhaft oder an einzelnen Talhangabschnitten in Erscheinung.



Blick vom Aussichtsturm auf der Wanne bei Villingen nach Westnordwesten zum Buntsandstein-Schwarzwald



Blick nach Osten auf die bewaldeten Buntsandsteinberge bei Lahr-Sulz

Ein weiterer größerer Teilraum der Bodengroßlandschaft liegt am Westrand des Mittleren Schwarzwalds, im Übergang zum Oberrheingebiet. Das niedrig gelegene **Buntsandstein-Bergland bei Lahr und Emmendingen** mit Höhen zwischen 300 und 600 m NN wird überwiegend von der Schutter und Zuflüssen der Elz entwässert. Der im Süden des Gebiets bereichsweise aufliegende Untere Muschelkalk wurde noch der Bodengroßlandschaft Buntsandstein-Schwarzwald zugerechnet. Auch das **Weitenauer Bergland** ganz im Südwesten des Schwarzwalds gehört noch zum Buntsandstein-Schwarzwald. Neben den Gesteinen des Buntsandsteins treten in dem 400–700 m hohen Bergland nördlich des vorderen Wiesentals zwischen Schopfheim-Hausen und Lörrach-Hauingen v. a. auch permzeitliche Ablagerungen bodenbildend in Erscheinung. Kleinflächige Muschelkalk-Vorkommen wurden auch hier in die Bodengroßlandschaft mit einbezogen.



Die nicht zusammenhängende Bodengroßlandschaft verteilt sich über zahlreiche Landkreise. Die größten Anteile liegen im Nordschwarzwald in den Kreisen Calw, Freudenstadt, Rastatt, Karlsruhe und Enzkreis sowie im Mittleren Schwarzwald im Ortenaukreis, Schwarzwald-Baar-Kreis und den Landkreisen Emmendingen und Rottweil. Der relativ dünn besiedelte, zum sogenannten Jungsiedelland gehörende Buntsandstein-Schwarzwald ist größtenteils bewaldet. Aus Sicht der Raumordnung gehört er überwiegend zum ländlichen Raum. Der Nord- und Ostrand des Nordschwarzwalde liegt allerdings bereits in den Randzonen der Verdichtungsräume Karlsruhe/Pforzheim und Stuttgart. Die Buntsandsteinberge bei Lahr und Emmendingen und das Weitenauer Bergland grenzen an die Verdichtungsräume Freiburg bzw. Lörrach/Weil/Basel.



Über Büchenbronn am Nordrand des Buntsandstein-Schwarzwalde blickt man in nordöstliche Richtung nach Pforzheim und ins östlich anschließende Enzthal

Die Bodenkarte im Bereich des Buntsandstein-Schwarzwalde beruht in erster Linie auf einer Übersichtskartierung sowie auf der Auswertung von Forstlichen Standortskarten, Bodenschätzungskarten und sonstigen Unterlagen. In vielen Randbereichen, im Übergang zu den Nachbarlandschaften, diente die Bodenkarte 1 : 25 000 (BK25) als Grundlage. Größere Bereiche des Buntsandsteinschwarzwalde befinden sich auf den BK25-Blättern 7317 Neuweiler (Fleck, 1992a) und 8016 Donaueschingen (Rilling, 1997). Die Abgrenzung der Moorflächen wurde mit dem auf einer Spezialkartierung beruhenden Moorkataster der LUBW abgestimmt.

## Geologisch-geomorphologischer Überblick

### Oberkarbon und Perm

Die ältesten Sedimentgesteine des Deckgebirges stammen aus dem **Oberkarbon**. Es handelt sich überwiegend um z. T. geröllführende Arkosen mit schluffigen, seltener tonigen Zwischenlagen. In mehreren Vorkommen sind saure vulkanische Tufflagen und örtlich geringmächtige Steinkohleflöze eingeschaltet. Die Gesteinsfarben sind überwiegend grau bis grauviolett, doch treten im höheren Teil zunehmend rotbraune Einschaltungen auf, weshalb die Gesteine früher z. T. zum Unterrotliegend gerechnet wurden. Eine gewisse Bedeutung für die Bodenbildung haben die Ablagerungen des Oberkarbons im Raum Baden-Baden/Gernsbach, zwischen Oberkirch und Bad Peterstal-Griesbach sowie im Bereich weiterer kleinflächiger Vorkommen im Mittleren Schwarzwald.



Arkosen des Oberkarbons bei Baden-Baden-Müllenbach



Rotliegend-Fanglomerat, Schramberg

Die karbonzeitlichen Ablagerungen liegen in tektonisch begrenzten Sedimentbecken, die sich während des **Perms** weiterentwickelten und mit **Rotliegend-Sedimenten** verfüllt wurden. Diese bestehen aus meist grobkörnigen Arkosen aus Grundgebirgsschutt mit Übergängen zu Konglomeraten und Fanglomeraten. Hinzu treten Zwischenlagen aus Schluffsteinen, Schlufftonsteinen und Feinsandsteinen. Neben den vorherrschenden rotbraunen Farben kommen dabei lagenweise auch graue Sedimente vor. Die Böden auf Rotliegend-Magmatiten (Rhyolithe) wurden der Bodengroßlandschaft Grundgebirgs-Schwarzwald zugeordnet.

Sowohl über den Rotliegend-Becken als auch auf den dazwischenliegenden Grundgebirgsschwellen folgen die Ablagerungen des **Zechsteins**. Im Mittleren Schwarzwald, im Nordschwarzwald und im Weitenauer Bergland beginnt der Zechstein meist mit Arkosen und Dolomitkrusten (Kirnbach-Formation, Wiesental-Formation), denen die besser sortierten, meist 30–40 m mächtigen überwiegend fein- bis mittelkörnigen Sandsteine der **Tigersandstein-Formation** aufliegen. Eingeschaltet sind grobsandige Lagen, Konglomerate und Tonsteine. Südlich der Linie Freiburg–Schramberg fehlt die Tigersandstein-Formation. Im Nordschwarzwald kann sie bereichsweise direkt dem Grundgebirge aufliegen. Die Gesteine der Kirnbach-Formation wurden bis in die 1990er Jahre zum Rotliegenden gerechnet, während Tigersandstein- und Wiesental-Formation im Schwarzwald bis 1993 als „Unterer Buntsandstein“ angesprochen wurden.



Sandsteine der Tigersandstein-Formation – Aufgelassener Steinbruch auf dem Kübelberg nordnordöstlich von Gaggenau-Michelbach



Rotliegend-Bergland bei Gaggenau-Michelbach – Blick vom Tannenberg nach Süden

Die Rotliegend-Sedimente treten an Unterhängen oder als isolierte Reste auf Erhebungen des Grundgebirges auf. Die größte Verbreitung haben sie aber in dem Sedimentbecken im Raum Baden-Baden/Gaggenau, beiderseits des unteren Murg- und Oostals, wo sie ein dem Schwarzwaldanstieg vorgelagertes Berg- und Hügelland aufbauen. Ein weiteres großflächiges Vorkommen von Rotliegend-Sedimenten findet sich im Weitenauer Bergland, einer an den Hochschwarzwald angelagerten Bruchscholle, die durch zahlreiche Seitentäler der unteren Wiese in eine Berg- und Hochflächen-Landschaft aufgelöst ist. Auch im Raum Schramberg werden größere Hangabschnitte von Rotliegend-Sedimenten gebildet.

Der Übergang vom Grundgebirge zum Deckgebirge wird an den Hängen häufig durch mächtige Hangschuttdecken aus Buntsandstein-Material überlagert, sodass dort ausstreichende Rotliegend- und Zechstein-Sedimente für die Bodenbildung meist nicht von Bedeutung sind. Oft bildet der Grundgebirgssockel im Übergang zum Buntsandsteingebiet aber auch eine deutliche Hangverflachung oder Bergsporne und -rücken mit Verebnungen aus. Auf ihnen können Reste von Rotliegend-Sedimenten auftreten, die örtlich auch noch von Oberkarbon unterlagert werden. In den Tälern, in denen das Kristallingestein angeschnitten wird, erweist sich die vom Grundgebirge gebildete Stufe oft auch als Nutzungsgrenze vom Wald zum Grünland.



Der Nordschwarzwald im Bereich des oberen Renchtals – Der über dem Grundgebirge liegende Buntsandstein ist an den Hochflächen und abgeflachten Berggipfeln erkennbar.



Buntsandstein über Granitzersatz (Steinbruch bei Grafenhausen-Balzhausen)

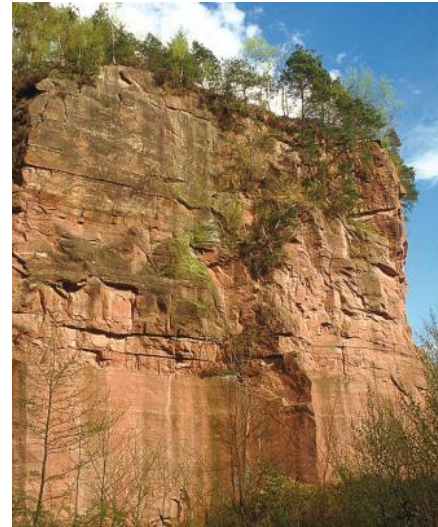
Die Auflagerungsfläche des Deckgebirges ist schwer wasserdurchlässig und stellt bei mächtiger Buntsandstein-Überlagerung einen bedeutenden Quellhorizont dar. Dieser auch als permotriadische Einebnungsfläche bezeichnete Grenzbereich ist an manchen Stellen durch eine deutliche Verwitterungs- oder Zersatzzone gekennzeichnet. Im südöstlichen Schwarzwald, auf Hochflächen bei Grafenhausen, sind freigelegte Reste der permotriadischen Rumpffläche erhalten (Bleich et al., 1982; Stahr et al., 1998; Fleck & Sauer, 2008). Die dort verbreiteten Paläoboden-Reste aus tiefgründigem Granitzersatz wurden der Bodengroßlandschaft Grundgebirgs-Schwarzwald zugeordnet.



## Buntsandstein

Der **Buntsandstein** besteht überwiegend aus z. T. geröllführenden Sandsteinen mit untergeordneten Einschaltungen von Ton- und Schluffsteinen, die an der Obergrenze des Buntsandsteins eine mehrere Meter mächtige Abfolge bilden. Die Gesteine sind überwiegend rot bis rotbraun, lagenweise aber auch weißgrau, gelblich oder violett. Das Gebiet des Schwarzwalds lag zur Buntsandsteinzeit am Rand des Sedimentbeckens. Da die Ablagerung der Buntsandsteinsedimente im Norden früher einsetzte als im Süden, sind sie im Nordschwarzwald 300–400 m mächtig, während im Südschwarzwald nur noch eine Mächtigkeit von wenigen Metern auftritt.

Der Buntsandstein zeigt in Baden-Württemberg von Norden nach Süden einen erheblichen Wechsel in seiner Ausbildung und wird daher regional unterschiedlich gegliedert. Eine Korrelation der Schichtenfolge mit der Buntsandstein-Gliederung ist im Schwarzwald nicht sicher durchzuführen. Daher werden heute die Äquivalente des Unteren und Mittleren Buntsandsteins teilweise zusammengefasst.



Steinbruch im Mittleren Buntsandstein bei Teningen-Heimbach in der Emmendinger Vorbergzone



Unterer Buntsandstein (Eck-Formation) bei St. Georgen im Schwarzwald

Der Buntsandstein beginnt im Nordschwarzwald und im Mittleren Schwarzwald mit der **Eck-Formation** des **Unteren Buntsandsteins**, die südlich von Schramberg und Freiburg auskeilt. Es handelt sich um feldspatreiche, grobkörnige geröllführende Sandsteine, die z. T. zu mürben, nur noch schwach verfestigten Sandsteinen verwittern. Eingeschaltet sind feinkörnigere Sandsteine sowie wasserundurchlässige Tonsteine, die Quellhorizonte bilden.

Der höhere Teil des Unteren Buntsandsteins ist im Nordschwarzwald als **Badischer Bausandstein** ausgebildet, dessen Fazies jedoch örtlich bis in den **Mittleren Buntsandstein** anhält. Er wird deshalb mit den Geröllsandsteinen und dem Kristallsandstein des Mittleren Buntsandsteins zur **Vogesensandstein-Formation** zusammengefasst. Beim Badischen Bausandstein handelt es sich um mittel- bis grobkörnige, dickbankige Sandsteine mit meist tonigem Bindemittel und Einschaltungen von schluffigen Tonsteinen. Im Süden keilt er im Raum St. Georgen aus. Die überlagernde **Geröllsandstein-Subformation** (früher Hauptkonglomerat) besteht hauptsächlich aus grobkörnigen, geröllführenden, häufig verkieselten Sandsteinen mit Einschaltungen von Konglomeraten. Südlich der Wutachschlucht tritt sie nicht mehr auf. Den oberen Abschluss im Mittleren Buntsandstein bilden die mittel- bis grobkörnigen, kieselig gebundenen Sandsteine der **Kristallsandstein-Subformation**, die fast überall mit dem geringmächtigen Karneol-Dolomit-Horizont VH2 („Violetter Horizont“) abschließt. Bei diesem handelt es sich um eine Lage aus variablen Sandsteinen und Feinsedimenten mit violetten und weißen Gesteinsfarben sowie mit Merkmalen fossiler Bodenbildungen, darunter Krustenkarbonate und Karneol-Abscheidungen.



Der Stubenfels aus Mittlerem Buntsandstein östlich von Sommenhardt (Bad Teinach-Zavelstein)





Aufgelassener Steinbruch im Oberen Buntsandstein bei Emmendingen

Der **Oberer Buntsandstein** gliedert sich im gesamten Schwarzwald in die Plattensandstein-Formation und die darüber liegende, nach Süden geringmächtiger werdende Rötton-Formation. **Die Plattensandstein-Formation** besteht überwiegend aus fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit wechselnden Einschaltungen von Schluffstein- und schluffigen Sandsteinlagen. Besonders die Feinsandsteine sind auf den Schichtflächen lagenweise glimmerführend. Im Wutach- und Hochrheingebiet treten im tieferen Teil auch grobkörnige Sandsteine und Gerölllagen auf. Ein großer Teil der Sandsteine ist dünn-schichtig-plattig ausgebildet, doch sind vielfach auch metermächtige Rinnenfüllungen aus massiven Sandsteinen eingeschaltet, die als Werksteine genutzt werden. Die Farben sind überwiegend rotbraun und weißgrau. Auch in der Plattensandstein-Formation sind mehrere Paläoböden ausgebildet („Violette Horizonte“). Die

überlagernde **Rötton-Formation** besteht vorherrschend aus stark schluffigen Tonsteinen bis tonigen Schluffsteinen mit wechselndem Feinsandgehalt und örtlichen Sulfat- oder Karbonatknollen. Gebietsweise sind geringmächtige Feinsandsteinhorizonte eingeschaltet.

## Relief und Landschaftsentwicklung

Infolge des Einsinkens des Oberrheingrabens seit dem Alttertiär und der Anhebung der Grabenränder wurden im Gebiet des heutigen Schwarzwalds die Deckgebirgsschichten der Trias- und Jurazeit nach und nach wieder weitgehend abgetragen. Vor allem im weniger stark herausgehobenen nördlichen Teil blieben die Gesteine des Buntsandsteins als Rest des Deckgebirges großflächig erhalten.



Murgtal bei Forbach

Der mittlere Teil des Schwarzwalds bildet eine tektonische Mulde, in der die Flußsysteme von Kinzig und Elz den Grundgebirgsschwarzwald stark zertalt haben. Mehr oder weniger isolierte Bergplateaus- und Kuppen aus Buntsandstein sind dort noch vereinzelt erhalten geblieben. Auf der schmalen Ostabdachung des Mittleren Schwarzwalds, die nur wenig von der rheinischen Erosion angegriffen wurde, tritt der Buntsandstein allerdings noch großflächig in Erscheinung. An ihrem Nord- und Südrand treten mit dem Freudenstädter und dem Bonndorfer Graben zwei bedeutende tektonische Strukturen auf, in denen die Muschelkalkschichten und die Gäulandschaft weit nach Westen vorspringt.

*Panoramablick vom Kienbergturm bei Freudenstadt nach Norden und Nordosten – nördlich der Stadt schließen sich ausgedehnte bewaldete Hochflächen auf Oberem Buntsandstein an. Im Osten (rechts), wo die Landschaft offener ist, reicht die vom Muschelkalk gebildete Gäulandschaft im Bereich des Freudenstädter Grabens bis an den Stadtrand heran.*

Im Baarschwarzwald bildet der Buntsandstein eine schwach nach Osten geneigte von Talmulden durchzogene Flachlandschaft und tritt auch an den Oberhängen der Taleinschnitte von Brigach und Breg in Erscheinung. Weiter südlich macht er sich kaum noch morphologisch bemerkbar und liegt in isolierten geringmächtigen Decken dem Grundgebirge auf. Diese Hochflächenbereiche befinden sich tektonisch bedingt in unterschiedlichen Höhenlagen. Teilweise tritt der Buntsandstein mit seinen Schuttdecken auch an kurzen Hangabschnitten im Wutachtal und in den anderen Hochrhein-Nebentälern in Erscheinung.



Aufschluss an der Grenze Buntsandstein/Grundgebirge an einer Wegböschung im oberen Teil der Wutachschlucht

Erst etwa nördlich von St. Georgen i. Schw. bildet der Buntsandstein mit zunehmender Mächtigkeit eine deutliche Stufe (Dongus, 2000, S. 68; Semmel, 2002, S. 553) und damit das unterste Niveau der Südwestdeutschen **Schichtstufenlandschaft**. Als Hauptstufenbildner erweisen sich die harten verkieselten Sandsteine der Geröllsandstein-Subformation (früher „Hauptkonglomerat“) sowie der Kristallsandstein im oberen Bereich der Vogesensandstein-Formation. Die steilen Tal- und Stufenhänge liegen häufig im Niveau des Badischen Bausandsteins, während die leichter verwitterbaren Gesteine der Eck-Formation sowie die permzeitlichen Ablagerungen die flacheren, über dem Grundgebirgssockel auslaufenden Unterhänge bilden.

*Stufenrand des Buntsandsteins im Grindenschwarzwald – Panoramablick von der Schwarzwaldhochstraße (B500) beim Mummelsee in südliche Richtung*

Die Stufenfläche wird auf der Schwarzwaldostabdachung von den Sandsteinen der Plattensandstein-Formation gebildet. Nur im Randbereich zu den Gäulandschaften ist eine geringmächtige Überlagerung mit Tonsteinen der Rötton-Formation vorhanden. Im nordöstlichen Schwarzwald werden die Hochflächen im Oberen Buntsandstein als „Schwarzwald-Randplatten“ bezeichnet. Sie sind durch flache Mulden und Muldentälchen mit oft breiten Quellnischen gegliedert.



*Schwarzwald-Randplatten bei Neuweiler-Zwergen*



*Blick von Burg Zavelstein ins Teinachtal nach Südosten*

Die flachen Landschaftsformen im nordöstlichen Schwarzwald werden nur von wenigen Tälern, v. a. von Nagold und Würm sowie im Norden von Enz und Alb, zerschnitten. Die steilen Talhänge sind oft von Blockschutt bedeckt und durch junge Kerbtäler (Klingen) gegliedert. Während im Enztal noch an wenigen Unterhängen zwischen Enzklösterle und Bad Wildbad das Grundgebirge angeschnitten wird, tritt dieses im Nagoldtal nur noch lokal an einer kleinen Stelle bei Calw-Ernstmühl in Erscheinung. Auch das Brigach- und Bregtal sind bis in das Grundgebirge eingeschnitten. Der Buntsandstein mit seinen Schuttdecken bildet dort nur sehr kurze Talhangabschnitte, die überwiegend auch nicht so steil sind wie die Talhänge im Nordschwarzwald.

In den höheren, stärker zertalten westlichen Bereichen des Nordschwarzwalds (Grindenschwarzwald und Enzhöhen) ist der Obere Buntsandstein fast überall abgetragen. Die Hochflächen werden dort größtenteils von der Geröllsandstein-Subformation, vom Kristallsandstein und randlich auch vom Badischen Bausandstein gebildet. Die Täler haben sich bis in das unterlagernde Kristallingestein eingeschnitten. Der von den westlichen Nebenflüssen der Murg zertalte Bereich ist besonders stark in einzelne Bergrücken und Hochplateaus aufgelöst. An der Traufkante im Westen befinden sich dort die höchsten Gipfel des Nordschwarzwalds (Hornisgrinde, 1164 m NN; Altsteigerskopf, 1092 m NN; Schwarzkopf, 1064 m NN). Der Begriff Grinde für die waldfreien Hochflächen mit ihrer typischen Feuchtheide-Vegetation stammt vom mittelhochdeutschen „Grint“. Im Schwäbischen ist „Grind“ ein eher derber Ausdruck für „Kopf“ oder für den „Schorf“ auf dem Kopf. Weniger stark zertalt sind die weiter nordöstlich gelegenen Enzhöhen mit den z. T. vermoorten Hochflächen bei Gernsbach-Kaltenbronn. Die höchste Erhebung ist dort der Hohloch mit 988 m NN.



*Blick von der Friedrichshöhe bei Freudenstadt nach Nordwesten über den Grindenschwarzwald zur Hornisgrinde*

In östliche Richtung dachen die Hochflächen mit dem Schichtfallen allmählich ab. Die Schwarzwald-Randplatten befinden sich bei Freudenstadt noch in Höhenlagen über 800 m NN, bei Calw in Höhen um 500 m NN und bei Pforzheim nur noch in ca. 400 m NN. Am höchsten liegt die vom Oberen Buntsandstein gebildete Ostabdachung, infolge der im Süden stärkeren tektonischen Hebung, am Westrand des Baarschwarzwalds bei Vöhrenbach, Eisenbach und südöstlich von Lenzkirch, wo Höhenlagen von 900 bis über 1000 m NN auftreten.



*Übergang vom glazial geformten Grundgebirgs-Schwarzwald bei Titisee-Neustadt zu den bewaldeten Buntsandstein-Hochflächen des südwestlichen Baarschwarzwalds*



Blick von der Höhe bei Straubenhardt-Schwann nach Nordwesten über den nordwestlichen Buntsandstein-Schwarzwald

Nördlich der Linie Bad Herrenalb–Neuenbürg–Birkenfeld spielt auch im Westen des Nordschwarzwalds der Obere Buntsandstein eine größere Rolle. Der Buntsandstein nimmt dort die gesamte Breite des Nordschwarzwalds ein und taucht entlang von tektonischen Brüchen nach Norden in die Kraichgaumulde ab. Es erfolgt ein Übergang vom Berg- zum Hügelland, das im Westen, bei Ettlingen, steil zur Oberrheinebene abfällt. Östlich und westlich von Pforzheim bildet das Entzetal die Grenze zur nördlich gelegenen Muschelkalklandschaft des Pfingzhügellands (Pfingzgau).



Blick über die Ruine Hochburg bei Emmendingen nach Westen zum Kaiserstuhl

Am West- und Südwestrand des Schwarzwalds wurden bei der Heraushebung der Grabenränder Bruchschollen aus Buntsandstein mit hochgeschleppt, die dort heute die Lahrer- und Emmendinger Buntsandsteinberge und das Weitenauer Bergland bilden. In geringem Umfang sind in diesen Gebieten über dem Oberen Buntsandstein noch Gesteine des **Muschelkalks** erhalten. Es handelt sich überwiegend um Reste von Kalk-, Dolomit- und Tonmergelsteinen des Unteren Muschelkalks. Kleinflächig treten auch Karbonat- und Mergelgesteine des Mittleren und Oberen Muschelkalks auf.

Durch die intensive Zertalung sowie zahlreiche tektonische Verwerfungen und Kippungen sind die Buntsandsteinberge bei Lahr und Emmendingen ein reich gegliedertes Bergland mit schmalen Hochflächenresten. Die Scheitelbereiche der Bergrücken und Riedel werden überwiegend von Oberem Buntsandstein oder Unterem Muschelkalk gebildet. Wo tonige Verwitterungsdecken des Unteren Muschelkalks von Lösslehm überdeckt sind, treten stellenweise aneinandergereihte kleine Erdfälle auf, die durch Nachsacken infolge unterirdischer Materialabfuhr (Pseudokarst, Suffosion, Tunnelerosion) entstanden sind. Örtlich bilden auch Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins die Hochflächenränder. An den Hängen stehen hauptsächlich die Sandsteine der Vogesensandstein-Formation an. Ihre teils mächtigen Schuttdecken überdecken oft die unterlagernden Gesteine der Eck-Formation (Unterer Buntsandstein) und des Perms. Die Täler sind bis zu 300 m eingetieft und schneiden örtlich noch das unterlagernde Grundgebirge an. Eine Besonderheit im Süden der Vorberge ist ein kleinflächiges Vorkommen von tertiärem Basaltuff bei Emmendingen-Maleck.



Panoramablick vom Eichbergturm bei Emmendingen nach Nordosten

Ein weiteres, von den Nebentälern der Wiese stark zertaltes Buntsandsteingebiet ist das Weitenauer Bergland nordöstlich von Lörrach. Der dort nur rund 60 m mächtige, in der geologischen Karte nicht weiter untergliederte Buntsandstein lagert über Zechstein und mächtigen Rotliegend-Sedimenten. Er bildet die Scheitelbereiche von Bergrücken und geneigte Hochflächen. Gesteinsschutt aus Buntsandstein-Material überdeckt oft die Talhänge im Niveau der Rotliegend-Sedimente. Auch in diesem Gebiet ist der oberste Abschnitt der Sandsteinabfolge dünnbankig-plattig ausgebildet und schließt mit Schluff- und Tonsteinen ab.



Landschaft im Nordosten des Weitenauer Berglands – Mittel- und Unterhänge werden von Rotliegend-Sedimenten gebildet. In den höheren Lagen bildet der Buntsandstein eine deutliche Stufenkante.

Im Jungtertiär waren die meisten Flüsse im Gebiet des Schwarzwalds noch Teil des Donaeinzugsgebiets, zu dem heute nur noch die Donauquellflüsse Brigach und Breg gehören. Die fortschreitende Hebung des Mittelgebirges im Pliozän und Pleistozän erfolgte v. a. auf dessen Westseite. Dies führte zu einer verstärkten rückschreitenden Erosion der Rheinzuflüsse und zur Anzapfung des Flusssystemes der Donau. Mehrere auffällige Richtungsänderungen im Talnetz belegen die damaligen Flussumlenkungen, so etwa das Flussknie der Nagold bei der Stadt Nagold. Die jüngste Flussanzapfung war die Umlenkung der Feldbergdonau zur Wutach vor ca. 20 000 Jahren bei Blumberg-Achdorf.



Mit dem Tieferschneiden der Flüsse, v. a. während des **Pleistozäns**, nahm das Relief des Schwarzwalds immer mehr seine heutige Form an. Kleinflächige Reste älterer Talböden blieben stellenweise als pleistozäne Flussterrassen erhalten. Unter periglazialen Bedingungen bildeten sich Hangschuttdecken und Fließerden, die zu den Rändern der Landschaft hin auch zunehmend durch Lössanwehung beeinflusst sind (siehe Kap. Ausgangsmaterial der Bodenbildung). In den kältesten Phasen erfolgte zudem eine Formung durch das Gletschereis. Der Südschwarzwald war zumindest in den beiden letzten Kaltzeiten von einer ausgedehnten Eiskappe bedeckt, die über den Tälern eine Mächtigkeit von über 400 m erreichte. Das Buntsandsteingebiet des südöstlichen Schwarzwalds wurde davon nur ganz am Rande erfasst. Südlich und südöstlich von Lenzkirch sowie bei Albruck-Unterlupfen und bei Weilheim-Bannholz östlich des Albtals treten Moränensedimente auf, die sowohl Buntsandstein- als auch Kristallin-Material enthalten. Die östlichsten Vorkommen südlich des Haslachtals sind dabei der Riß-Vereisung zuzuordnen (Schreiner, 1986). Eine weit über das würmzeitliche Eisverbreitungsgebiet hinausreichende rißzeitliche Vergletscherung bis auf die Baar und ein Zusammenstoß mit dem alpinen Gletscher im Süden während der vorletzten Kaltzeit ist umstritten (vgl. z. B.: Paul, 1965a; Schreiner, 1986; Hantke et al. 1987; Reichelt, 1998; Franz et al., 2003; Hemmerle et al. 2016).



*Blick nach Nordosten in das Kar des Huzenbacher Sees*

Im Mittleren Schwarzwald gab es in der letzten Kaltzeit vermutlich nur lokale Firneisbedeckung. Nach Paul & Schinke (1997) erfolgte jedoch eine intensive präwürmzeitliche glaziale Formung in dem Gebiet, die durch periglaziale Prozesse in der Würmkaltzeit überprägt wurde. Im Nordschwarzwald bildeten sich in der Würmkaltzeit oberhalb 700 m NN zahlreiche Kargletscher. Aus einzelnen Karen traten zeitweise kleine bis zu 5 km lange Talgletscher heraus, wie im Schönmünztal nördlich von Baiersbrunn-Obertal (Fezer et al. 1961; Fezer, 1971). Die hauptsächlich in nord- bis ostexponierten Lagen auftretenden Karformen mit steiler Rückwand, dem aus Moränensediment bestehenden Karriegel und einem oft vermoorten Karboden sind im Kartenbild und in der Landschaft oft noch sehr gut erkennbar. Es treten über 200 Kare und karähnliche Formen auf, die von Fezer (1957) nach ihrer

Deutlichkeit und Erhaltung kategorisiert wurden. Die würmzeitlichen Kargletscher bildeten sich in Vorformen wie Quelltrichtern, die oft über tonigen Schichten im Unteren Buntsandstein auftreten. Vermutlich gab es bereits auch eine Vorformung durchrißzeitliche Kargletscher. Zienert (1967) hat den Versuch unternommen, die Kare des Nordschwarzwalds nach ihrer Höhenlage und weiteren Merkmalen mit den Gletscherständen der Würmvereisung im Südschwarzwald zu parallelisieren.

In einigen Karen blieb der ursprüngliche Karsee erhalten (Mummelsee, Wilder See, Huzenbacher See, Glaswaldsee, Herrenwieser See, Schurmsee). Die meisten Karseen wurden in der frühen Neuzeit als Schwallwasser-Reservoir für die Flößerei zusätzlich aufgestaut. Nur aus diesem Grund existieren die flacheren Gewässer Buhlachsee und Ellbachsee heute noch. Die gut ausgebildeten Kare zeichnen sich mit ihren eigenen Bodengesellschaften auch in der Bodenkarte deutlich ab (Kartiereinheiten [b27](#), [b157](#), [b158](#)).



*Der Mummelsee an der Schwarzwaldhochstraße*

Die Abschwemmmassen der Mulden und Hangfußlagen sind wie die Auensedimente der Täler insHolozän zu stellen. Moore finden sich auf Hochplateaus, in Mulden und Karen sowie örtlich in Talauen.

Als Schriffe werden im Nordschwarzwald Hangbereiche und Kerben bezeichnet in denen der Buntsandstein durch junge Abtragung freigelegt ist. Blume & Remmele (1988) grenzen den Begriff auf die durch aktive Geomorphodynamik geprägten Steilhangabschnitte oberhalb der Kerben ein. Sie treten an mehreren Stellen am Rand der Buntsandstein-Schichtstufe zwischen Hornisgrinde und Kinzigtal auf, kommen z. T. aber auch an steilen Karwänden vor. Die Abtragung an den Schriffen erfolgte durch Rutschungen, Abschwemmungen und murgangähnliche Ereignisse. Entscheidende Faktoren für diese jungen Prozesse sind neben der hohen Reliefenergie und extremen Wetterereignissen besonders Quellaustritte und die Wechsellagerung widerständiger und weniger widerständiger Gesteine im Unteren Buntsandstein.

## Ausgangsmaterial der Bodenbildung

Im pleistozänen Periglazialklima unterlagen die Sandsteine des Buntsandsteins der Frostverwitterung. Es bildete sich **Gesteinsschutt** und **-zersatz** mit sandigem bis tonig-sandigem Zwischenmittel. Aus dickbankigen, z. T. kieselig gebundenen harten Sandsteinen entstand grober **Blockschutt**. An den Tal- und Stufenhängen, aber auch bereits in weniger geeigneten Reliefbereichen, wurde der Gesteinsschutt durch Solifluktion umgelagert und durchmischt, sodass sich stein- und blockreiche Fließerden bzw. Decken aus **Hangschutt** bildeten. Ausgangsgestein, Hangneigung, Hangform und Exposition bestimmen den Aufbau und die Mächtigkeit der Schuttdecken (Fezer, 1957; 1971; Seeger et al., 1989). Während sie an sehr steilen Hängen eher geringmächtig sind, treten an Unterhängen mit geringerer Neigung viele Meter mächtige Hangschuttdecken auf. Die meist aus Material der Vogesensandstein-Formation bestehenden Schuttmassen sind häufig über weite Strecken verlagert worden und überdecken in großen Teilen des Gebiets die Gesteinsschichten der Eck-Formation (Unterer Buntsandstein) und des Perms. Wo der Grundgebirgssockel keine Stufe ausbildet, verhüllt der Gesteins- und Blockschutt aus Buntsandstein-Material auch über größere Strecken das Kristallingestein.



Oberhang mit Blockbedeckung im Lehenwald nordwestlich von Schenkenzell

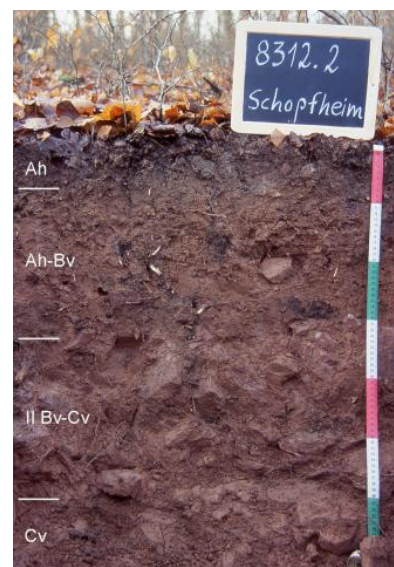


Blockschutt am Talhang der Eyach südlich von Neuenbürg-Dennach

Verbreitet ragen Sandsteinblöcke, die im Schnitt eine Kantenlänge von 0,5 bis 1,5 m besitzen, aus den Schuttdecken heraus oder liegen an der Oberfläche. Wo es durch Ausschwemmung des Feinmaterials zu einer Anreicherung der Blöcke kam, spricht man von **Blockströmen**. Sie liegen meist in Rinnen oder Hangmulden, in denen auch heute noch Blockbewegungen vorkommen können. Größere Blockansammlungen auf den kaum geneigten Hochflächenrändern, die so gut wie keiner Bewegung unterlagen, werden als **Blockmeere** bezeichnet. Am Fuß der äußerst steilen Karwände treten **Blockhalden** auf, die durch gravitative Prozesse entstanden sind, die auch heute noch ablaufen können (Seeger et al. 1989).

Wo die Gesteinsschichten tonige Zwischenlagen wie im Oberen Buntsandstein und den Rotliegend-Sedimenten enthalten, bilden steinige, sandig-lehmige und sandig-tonige **Fließerden** das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Während die sandig-steinigen Schuttdecken der Hochlagen und Hänge oft nur in einen blockreichen oberen und einen blockärmeren unteren Abschnitt gliederbar sind (Seeger et al. 1989), ist bei den feinerreicheren Deckschichten meist eine deutlichere Zwei- oder Dreischichtigkeit erkennbar. In Profilen mit einer äolischen Beimengung aus Löss wird diese Schichtung besonders deutlich. Die Fließerden treten sowohl im geneigten als auch in ebenem Gelände auf, wo es sich dann eher um Solimixtionsdecken handelt, bei denen kryoturbate Prozesse nur zu einer Durchmischung geführt haben, ohne dass es zu einer seitlichen Verlagerung des Materials kam.

Das jüngste Deckschichtenglied ist die **Decklage** (entspricht „Hauptlage“ nach Ad-hoc-AG Boden, 2005a, S. 180 f.). Es handelt sich dabei um ein unter periglazialen Klimabedingungen 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. Der Lösslehmgehalt nimmt mit abnehmender Höhenlage und zunehmender Nähe zu den Nachbarlandschaften zu. Die Bodenfarbe ändert sich dabei von rotbraunen zu braunen Tönen. 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-Schwarzwald noch großflächig vorhanden – auch wenn sie in landwirtschaftlich genutzten Gebieten oft in verkürzter Form vorliegt. Natürlicherweise fehlt die Decklage auf stark exponierten konvex gewölbten Reliefformen und in sehr steilen felsigen Hangbereichen.



Mittel tief entwickelte humose Braunerde aus lösslehmhaltiger Fließerde (Decklage bis 36 cm u. Fl.) über Sandsteinzersatz (b103)

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. Ihr Tonanteil stammt dabei größtenteils aus den Tonstein-Zwischenlagen oder aus den „Violetten Horizonten“ der Buntsandsteinschichten. Basislagen mit hohem Tongehalten sind auf Oberem Buntsandstein, insbesondere im Ausstrichbereich der Röttone verbreitet. Tonreiche Fließerden sind auch kleinflächig im Verbreitungsgebiet der Rotliegend-Sedimente sowie auf den Resten von Unterem Muschelkalk in den Emmendinger Buntsandsteinbergen und im Weitenauer Bergland verbreitet.

Zwischen Deck- und Basislage ist in den Randbereichen der Bodengroßlandschaft 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 überwiegend die Verebnungen der tieferen Lagen sowie schwach geneigte, typischerweise ostexponierte Hänge. Weit verbreitet sind die lösslehmreichen Fließerden am tief gelegenen Nordrand des Nordschwarzwalds sowie, im Übergang zur Oberrheinebene, in den Lahrer- und Emmendinger Buntsandsteinbergen und im Weitenauer Bergland. Aber auch in den zentralen Bereichen der Ostabdachung des Schwarzwalds sind sie vom Nordschwarzwald bis zum Baarschwarzwald verbreitet. 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 Mittellagen mächtig werden, keine Beimengung von Buntsandstein-Material 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.



Lösslehm in einer Lehmgrube östlich von Lörrach-Hauingen

Kartiereinheiten mit reinem **Lösslehm** als dominierendes Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind im Übergang zu den Löss-/Lösslehmgebieten der Oberrheinebene und der Gäulandschaften verbreitet. An wenigen Stellen gehen die Decken aus Lösslehm und lösslehmreichen Fließerden noch im Buntsandsteingebiet in **Löss** über. Wo dieser mächtig genug ist und durch die holozäne Bodenbildung nicht vollständig entkalkt und überprägt wurde, bildet kalkhaltiger schluffreicher Rohlöss den C-Horizont der dort verbreiteten Böden.

**Gletscherablagerungen**, die zu einem großen Teil aus Buntsandstein-Material und untergeordnet Kristallingestein bestehen, bilden als dünne Decke kleinflächig das Ausgangsmaterial der Bodenbildung im Randbereich des pleistozänen Vereisungsgebiets im Südschwarzwald. Die Ablagerungen der Kargletscher im Nordschwarzwald sind als kleine Moränenwälle oder Decken geringer Ausdehnung am unteren Rand der Kare verbreitet. Sie bestehen hauptsächlich aus grobem, sandigem Blockschutt aus Material des Mittleren Buntsandsteins.

Pleistozäne **Terrassensedimente** als Ausgangsmaterial der Bodenbildung treten im Murg- und Enzeinzugsgebiet sowie im Nagoldtal auf. Weitere Vorkommen finden sich im Weitenauer Bergland und an dessen Fuß, im vorderen Wiesental. Kleinflächig vorkommende Terrassensedimente liegen auch am Ostrand des Mittleren Schwarzwalds und des Baarschwarzwalds. Höher gelegene ältere Flussablagerungen sind solifluidal umgelagert und treten als Kiesbeimengung in Fließerden in Erscheinung, wie z. B. am Ostrand des Schwarzwalds bei Niedereschach-Fischbach.

In Talweitungen von kleineren Tälern am Übergang zum Unteren Muschelkalk am Ostrand des Baarschwarzwalds treten blockschuttreiche Ablagerungen auf, die Paul (1965a, S. 430) als während der Würmeiszeit periglazial umgelagerte Grundmoränen rißzeitlicher Firnpolster deutet. Pleistozäner Gesteins- und Blockschutt, der nur wenig Feinerde enthält, findet sich auch vielfach in Hangmulden sowie in kleineren Talmulden und bewaldeten schmalen Talsohlen des Buntsandstein-Schwarzwalds. Beim Übergang in die Haupttäler gehen diese in Schwemmfächer oder Schwemmkegel aus **Schwemmschutt** über. In den Randbereichen der Bodengroßlandschaft tritt eher feinerdereicher **Schwemmlehm** auf.

Lückenhaft werden die Schuttbildungen der Hohlformen von geringmächtigen **holozänen Abschwemmassen** oder Auensand überlagert. Besonders in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten auf Oberem Buntsandstein sind in flachen Talmulden sandig-lehmige Abschwemmassen als Folge der Bodenerosion verbreitet. Ihre Verbreitung und Mächtigkeit nimmt zu den Rändern der Bodengroßlandschaft hin zu, da dort die Landnutzungsgeschichte am weitesten zurückreicht und die erosionsanfälligen Lösssedimente die größte Verbreitung haben. Im Vergleich zum benachbarten intensiver und schon länger genutzten Altsiedelland sind die holozänen Abschwemmassen im Schwarzwald aber meist nur geringmächtig.





Muldentälchen im Rotliegend-Bergland bei Gaggenau-Michelbach mit holozänen Abschwemmassen

Selbst in den entlegenen, zertalten Waldgebieten ist während Rodungsphasen in historischer und prähistorischer Zeit stellenweise mit Erosion und Ausschwemmung von Feinmaterial aus Hangschuttdecken zu rechnen. So finden sich in den Talmulden gelegentlich geringmächtige, meist vom Grundwasser beeinflusste Abschwemmassen. Die humusarmen, sandigen, mehr oder weniger schuttreichen holozänen Umlagerungsbildungen, die lokal auch in den untersten Hangabschnitten vorkommen, sind allerdings schwer von älteren Bildungen zu unterscheiden. Bodenerosion an den Talhängen erfolgte vermutlich v. a. bei intensiver Beweidung, beim Wegebau für die Holzabfuhr oder infolge bergbaulicher Aktivitäten. Großflächige Abschwemmungen nach Kahlschlägen dürfte es aber an den Hängen der Hochlagen aufgrund der schützenden Rohhumusdecke und wegen des schnell aufkommenden Jungwuchses nicht gegeben haben (Stahr, 1973).



Talaue der Alb nördlich von Marzell mit Auengleyen aus Auensand und -lehm (b44)

Von Fließgewässern weiter transportiertes Bodenmaterial wurde bei Überschwemmungen, die auch heute noch regelmäßig auftreten, in den Talsohlen als **Auenlehm** oder **Auensand** wieder abgelagert. Auch sie sind oft nur geringmächtig und lagern über jungem Flussschotter und Bachablagerungen. Die Substratzusammensetzung der Auensedimente hängt stark vom Einzugsgebiet ab. Da die Einzugsgebiete von Nagold, Würm und Glatt z. T. im Muschelkalkgebiet der Oberen Gäue liegen, sind in deren Talsohlen auch karbonathaltige Auenlehme verbreitet. Eine Beschreibung der Auensedimente und der fluvialen Geomorphodynamik im Einzugsgebiet des Brettenbachtals im Bereich der Emmendinger Buntsandsteinberge findet sich bei Schneider (2000) und Mäkel (2014). Mächtige Auensedimente sind dort eine Folge der intensiven Einwirkung des Menschen in historischer Zeit.



Im Wildseemoor östlich von Gernsbach-Kaltenbronn

In zahlreichen meist kleinen Mooren in den Hochlagen des Buntsandstein-Schwarzwalds ist **Torf** das bodenbildende Substrat. Von wenige Dezimeter mächtigen Torfauflagen auf staunassen Mineralböden bis zu mehrere Meter mächtigen Hochmoortorfen finden sich alle Übergänge. Größere Moorkomplexe liegen auf den niederschlagsreichen Enzhöhen bei Gernsbach-Kaltenbronn: das Wildsee- und das Holohmoor (Hornmüß, Holoh- und Breitlohmüß). Es handelt sich um echte Hochmoore, die auf nahezeitlichen Versumpfungsmooren aufgewachsen sind. Die Hochmoorschilde sind von großen Flächen mit geringmächtigerem Niedermoor und Übergangsmoor umgeben (Wolf, A., 2000c, o). Weitere Nieder- und Hochmoore haben sich infolge der Verlandung der zahlreichen Karseen gebildet. Zusätzlich finden sich im Nordschwarzwald und im Mittleren Schwarzwald viele vermoorte Talmulden, Quellmulden und Versumpfungsmoore auf den Hochflächen sowie örtlich auch Hangmoore und

vermoorte Talauenabschnitte.

Bei den Moorflächen auf den Grinden (z. B. Hornisgrinde, Altsteigerskopf) sowie bei den in staunassen Bereichen der Schwarzwald-Randplatten, den sog. Missen, vorkommenden geringmächtigen Torflagen, nimmt man an, dass diese sich erst nach der Rodung der Wälder durch den Menschen im Mittelalter gebildet oder zumindest deutlich ausgedehnt haben (Radke, 1973). An der Basis der Torflagen sind nach Frenzel (1978b) häufig Holzkohlereste zu finden.



Hochmoor auf der Hornisgrinde (b200)

## Landnutzung und Siedlungsgeschichte



Buchen-Tannen-Wald im Naturschutzgebiet und Bannwald „Große Tannen“ bei Pfalzgrafenweiler-Kälberbronn

Kühlfeuchtes Klima, nährstoffarme, saure, z. T. nasse Sandböden sowie schwer zugängliche, steile Talhänge sind der Grund für die ganz überwiegende forstliche Nutzung des Buntsandstein-Schwarzwalds. Der Nordschwarzwald weist mit rund 75 % den höchsten Bewaldungsgrad aller Schwarzwaldteilgebiete auf. Forst- und Holzwirtschaft sowie Tourismus sind wesentliche Wirtschaftszweige. Der ursprüngliche Wald im Nordschwarzwald entwickelte sich seit dem Ende der letzten Eiszeit mit dem allmählichen Einwandern der Baumarten. Erst im 4. Jahrtausend v. Chr. setzte sich ein Waldbild durch, in dem die Weißtanne stark dominierte und zunehmend mehr von der Buche begleitet wurde (Rösch, 2015; Rösch & Tserendorj, 2011). In den tieferen Lagen waren eher Buche und Eiche bestimmend. Auch ein spätes natürliches Einwandern der Fichte in die Hochlagen des Schwarzwalds lässt sich nachweisen (Ludemann, 2014). Ihr heutiges Vorherrschen ist aber erst eine Folge der Aufforstungen durch den Menschen seit dem 19. Jahrhundert. Abgesehen von Grünlandnutzung in den Tälern,

werden heutzutage nur die besseren Böden auf Oberem Buntsandstein sowie die lössbeeinflussten Übergangsbereiche zu den Gäulandschaften bzw. zum Oberrheintal landwirtschaftlich genutzt.

Der größte Teil des Buntsandsteingebiets gehört zu den erst spät besiedelten Landschaften Baden-Württembergs (Jungsiedelland) und besitzt auch heutzutage eine sehr geringe Siedlungsdichte. Lange Zeit nahm man an, dass vor dem Hochmittelalter, als vom Adel der Nachbarlandschaften der Schwarzwald allmählich mit Siedlungen erschlossen wurde, eine bisher unberührte Urwaldlandschaft vorhanden war. Neuere, besonders auf Bohrkernen aus Karseen und Mooren beruhende Forschungen zeigen aber, dass der Mensch bereits seit der ausgehenden Jungsteinzeit immer wieder in das Mittelgebirge eindrang, sich dort auch niederließ und Landwirtschaft betrieb (Frenzel, 1982; Frenzel 2001; Rösch et al., 2005; Rösch & Tserendorj, 2011). Vermutlich handelte es sich anfangs v. a. um zeitweilige Grünlandwirtschaft bis in die Hochlagen. Bereits für die Bronze- und Eisenzeit lässt sich lokal Ackerbau im Zusammenhang mit prähistorischem Kupfer- und Eisenbergbau nachweisen. Durch montanarchäologische Untersuchungen sind in jüngerer Zeit mehrere keltische Eisenverhüttungsanlagen im Enztal bei Neuenbürg entdeckt worden, wo sich auf dem Schlossberg auch eine keltische Siedlung befand (Jensen, 1986; Gassmann & Wieland, 2005). Funde aus der Bronze- und Eisenzeit ergaben sich auch bei Ausgrabungen auf dem Rudersberg bei Calw (Damminger & Wieland, 2003, 2004). Auch für den südöstlichen Schwarzwald geht man davon aus, dass dort bereits in vor- und frühgeschichtlicher Zeit bereichsweise Waldweide und Brandrodung betrieben wurde (Reichelt, 2004; Henkner et al. 2018).



Blick von der Büchenbronner Höhe nach Neuenbürg-Waldrennach und über das dahinter gelegene Enztal

Die räumlich verstreute vormittelalterliche Besiedlung wurde immer wieder durch längere Zeiträume der Wiederbewaldung unterbrochen. Spuren aus römischer Zeit finden sich nur an den Rändern des Nordschwarzwalds (Baden-Baden, Ettligen, Pforzheim). Römerstraßen querten das schmale Buntsandsteingebiet im Mittleren Schwarzwald bei Aichhalden-Rötenberg und im Baarschwarzwald westlich von Bräunlingen. Eine frühmittelalterliche Besiedlung ist nur vom Enztal bei Birkenfeld und Pforzheim sowie vom Nagold-, Glatt- und Waldachtal bekannt, wo der Zugang zu den fruchtbaren Böden des Gäus vorhanden war. Am Westrand des Nordschwarzwalds ist eine frühe Besiedlung z. B. durch die merowingerzeitliche Siedlung bei Ettligen nachgewiesen. In fränkischer Zeit wurde der Nordschwarzwald von Osten her vermutlich bereits in die herrschaftliche Waldnutzung mit einbezogen (Lengert et al. 2001; Lorenz, 2001; Rückert, 2001).

Ab dem Hochmittelalter (um 1050 n. Chr.) weiteten sich die Rodungstätigkeiten stark aus. Angesichts des Bevölkerungsdrucks in den angrenzenden Gäulandschaften wurden auf den relativ guten Böden auf Oberem Buntsandstein planmäßige Siedlungen angelegt, zu denen auch die für die Enz-Nagold-Platte typischen, auf Rodungsinseln liegenden Waldhufendörfer gehören. Rodungen auf zu Staunässe neigenden Verebnungen und Mulden hatten aufgrund der verringerten Evapotranspiration zum Teil eine Versumpfung und Vermoorung dieser Bereiche zur Folge.



*Blick vom Mahlbergturm südöstlich von Malsch nach Nordosten über die von Rodungsinseln durchsetzten, bewaldeten Hochflächen im Oberen Buntsandstein am Nordwestrand des Schwarzwalds*



*Grindenschwarzwald mit Heidevegetation auf dem Schliffkopf*

Auch in den niederschlagsreichen Hochlagen im Westen wurde vermehrt gerodet, um die Grinden als Hochweiden nutzbar zu machen, was dort ebenfalls zu einer Ausweitung der vermoorten Flächen führte (Radke, 1973, Frenzel, 2001). Die Grinden wurden bis in die Mitte des 19. Jh. in einer Art Almbetrieb beweidet. Nach Einführung der Stallhaltung wurden sie zur Streu- und z. T. auch zur Heugewinnung gemäht. Zudem erfolgten in Teilbereichen Meliorationen durch Entwässerungsgräben sowie Aufforstungen mit Fichten. Der größte Teil der Grinden ist heute Wald. Auch in den schon früh unter Naturschutz gestellten Gebieten setzte nach der Aufgabe der regelmäßigen Mahd, seit der Mitte des 20. Jh., die natürliche Sukzession von der Rasenbinse-Feuchtheide zum Wald ein. Diese macht sich durch eine Zunahme von Pfeifengras und einem Vordringen von Legföhren und Fichtenjungwuchs bemerkbar. Auf trockeneren Standorten sind Heidekraut und Heidelbeeren verbreitet (Wilmanns, 2001; Wolf, 2000h). Die

großflächigen Naturschutzgebiete auf den Grinden sind heute Teil des Nationalparks Schwarzwald. Durch regelmäßige Beweidung mit Schafen und Hinterwälder Rindern versucht man das ursprüngliche Landschaftsbild und die Grindenvegetation zu erhalten.



*Talaue der Nagold bei Altensteig mit der rekonstruierten Monhardtter Wasserstube aus der Flößerzeit*

Die vielfältigen Waldnutzungen vom Hochmittelalter bis in die Neuzeit hatten im Nordschwarzwald deutliche Auswirkungen auf die Böden, in Form von Erosion, Nährstoffentzug, Versauerung und Vermoorung (Radke, 1973). Dazu zählen raubbauartige Kahlschläge für den vom 14. bis ins 19. Jh. mittels Flößerei betriebenen Nutz- und Brennholzhandel (Gürth, 2014; Scheifele, 1995). Eine besondere Bedeutung hatte im Nordschwarzwald der Langholzhandel mit Holland, der v. a. auf Enz, Nagold, Murg und Kinzig erfolgte und seine Blütezeit im 18. Jh. hatte. Großflächige Holzeinschläge erfolgten außerdem für die Köhlerei, die besonders als Energielieferant für die Erzverhüttung eine Rolle spielte. Wichtige Bergbaureviere im Nordschwarzwald lagen bei Neuenbürg, Freudenstadt und Neubulach (Metz, 1977; Werner & Dennert, 2004). Hinzu kamen viele Glashütten, die v. a. zur Herstellung von Pottasche enorme Holzmenngen benötigten (Metz, 1977).

Von der bäuerlichen Bevölkerung wurde der Wald neben der Holzgewinnung auch zur Beweidung und zur Entnahme der Streu- und Krautschicht zum Einstreuen in den Ställen genutzt („Heiderechen“).

Im Donaeinzugsgebiet des südöstlichen Schwarzwalds spielte die Langholzflößerei keine Rolle und der Nutzholzhandel setzte erst mit der Einführung der Eisenbahn ein. Aber auch dort gab es durch den hohen Brennholz- und Holzkohlebedarf für die Bevölkerung und verschiedenste Gewerbe sowie durch Beweidung und Streuentnahme großflächige Waldverwüstungen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Vom Villingener Stadtwald wird auch von Waldfeldbau berichtet, der in großem Umfang betrieben wurde (Rodenwaldt, 1962). Diese sog. Reutfeld- oder Reutbergwirtschaft, bei der Ackernutzung und Niederwald sich abwechselten, war im Mittleren Schwarzwald weit verbreitet und wurde im Kinziggebiet vereinzelt bis nach dem Zweiten Weltkrieg betrieben.

Eine Folge der geschilderten Nutzungsweisen war die weitgehende Entwaldung des Schwarzwalds bis zum Ende des 18. Jh., wobei es sicher auch ortsferne, unzugängliche Gebiete gab, die vom menschlichen Einfluss nur wenig betroffen waren (vgl. Ludemann, 2014). Auch die Besitzverhältnisse spielen beim Ausmaß der Eingriffe eine Rolle. Während in Bauern- und Gemeindewäldern des Nordschwarzwalds der Holländerhandel zeitweise verboten war, wurden die großen herrschaftlichen Waldungen durch die Holzhandelsgesellschaften viel stärker ausgebeutet (Gürth, 2014).



Die heutigen „schwarzwaldtypischen“ dunklen Wälder mit einem Nadelholzanteil von rund 85 % sind erst eine Folge der Aufforstung mit Fichten, die mit der Einführung der geregelten Forstwirtschaft im 19. Jh. erfolgte. Auch die Phase der Wiederaufforstung hatte weitere Bodenveränderungen zur Folge. So führte das großflächige Einbringen von Fichten, untergeordnet von Kiefern, zu einer zunehmenden Versauerung und Podsolierung der Oberböden. Auf den stark staunassen Müssen – im Baarschwarzwald Moos/Möser genannt – wurden zur Verbesserung des Wasserhaushalts Grabendrainagen durchgeführt, was die Mineralisierung und das Schrumpfen der Rohhumusdecken zur Folge hatte.

Historische Eingriffe in das heute bewaldete Buntsandsteingebiet gab es seit dem Mittelalter auch durch den Abbau von Bausteinen, der v. a. in der Nähe von Städten, Burgen und Klöstern erfolgte. Sehr viele alte Steinbrüche unterschiedlichster Größe sind beispielsweise in den Wäldern nordöstlich von Emmendingen zu finden, wo auch Material für das Freiburger Münster abgebaut wurde. Andernorts wurden oft auch die in siedlungsnahen Wäldern liegenden Sandsteinblöcke herausgeholt, zur vielseitigen Verwendung als Bausteine, Mühlsteine, Pflastersteine usw.

Natürliche waldfreie Gebiete waren im Nordschwarzwald nur die Blockströme und Blockhalden, die extrem steilen Karwände sowie die Hochmoore. Zahlreiche Flachmoore im Buntsandstein-Schwarzwald dürften sich erst durch das Eingreifen des Menschen ausgebreitet haben (s. o.). Das bedeutendste Hochmoor ist das Wildseemoor bei Gernsbach-Kaltenbronn mit seinen großen Kolken, dem Wildsee und dem Hornsee. Am Rand des Wildsees wurde eine maximale Torfmächtigkeit von 7,9 m gemessen (Radke, 1973; Moorkataster). Verschiedene Versuche, den Torf als Energielieferant abzubauen, wurden u. a. wegen des geringen Brennwertes und der Schwierigkeit, das Material in dem niederschlagsreichen Gebiet zu trocknen, bald wieder aufgegeben (Metz, 1977). Zahlreiche Entwässerungsgräben zeugen heute noch von diesen Unternehmungen. Da man das Wasser der Moorseen früher für die Flößerei angezapft hat, ist deren Wasserspiegel um ca. 1,4 m gesunken, was zur Bewaldung großer Moorflächen führte (Wilmanns, 2001). Torfabbau in kleinerem Umfang gab es z. T. auch in vermoorten Müssen der Schwarzwald-Randplatten (z. B. Bruckmüsse bei Oberreichenbach).

Im Nordschwarzwald wurden im Laufe der letzten Jahrhunderte z. T. auch landwirtschaftliche Flächen aufgeforstet, was örtlich vorkommende Ackerterrassen und Lesesteinhaufen in den Wäldern zeigen.

*Wildseemoor östlich von Gernsbach-Kaltenbronn*

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

Die Übersichtskarte der heutigen Landnutzung in der Bodengroßlandschaft bildet die bodenkundlichen und klimatischen Gegebenheiten deutlich ab. Sie zeigt den dominierenden Waldanteil im Nordschwarzwald mit einem Vorherrschen der Nadelwälder, insbesondere im Bereich des Grindenschwarzwalds und der Enzhöhen. Die großen zusammenhängenden Waldgebiete dort waren einer der Gründe für die Ausweisung des Nationalparks Schwarzwald im Jahr 2014. Am tiefer gelegenen Nord- und Nordwestrand erfolgt ein Wechsel zu Misch- und Laubwäldern. Die Nordabdachung und besonders die Nadelwaldgebiete der Schwarzwald-Randplatten im Nordosten sind von zahlreichen Rodungsinseln durchsetzt. Es wird überwiegend Viehwirtschaft betrieben. Der Anteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlichen Nutzfläche liegt bei über 50 %. Auf dem Ackerland dominieren Futter- und Getreidebau. Die früher oft als Wässerwiesen genutzten Grünlandflächen der Täler werden heute vielfach nur noch extensiv genutzt, fielen brach oder wurden aufgeforstet.

Der Wechsel von Grünland und Ackerland um die Siedlungen der Hochflächen im Oberen Buntsandstein setzt sich auch am Ostrand des Mittleren Schwarzwalds nach Süden bis Villingen fort. Beim westlich und südwestlich von Villingen gelegenen Baarschwarzwald handelt es sich hingegen um ein siedlungsarmes, hochgelegenes Nadelwaldgebiet. Im tiefer gelegenen Weitenauer Bergland und in den Lahrer- und Emmendinger Buntsandsteinbergen sind Laub- und Mischwälder vorherrschend. Größere Rodungsinseln auf den Höhen nordöstlich von Emmendingen, bei Freiamt, werden vorherrschend durch Grünland genutzt. Auch in den Talbereichen des Weitenauer Berglands dominiert die Grünlandnutzung. Kleine Bereiche mit weinbaulicher Nutzung treten sehr vereinzelt in den tieferen Lagen im Übergang zum Oberrheingraben auf.



*Am Nordrand des Weitenauer Berglands – Blick von oberhalb Steinen-Schlächtenhaus nach Osten*

## Klima

Von den angrenzenden Landschaften hebt sich der Schwarzwald durch geringere Temperaturen und größere Niederschlagsmengen ab. Besonders an der im Westen gelegenen Luvseite ist ein starkes Ansteigen der jährlichen Niederschlagsmengen bereits in den tieferen Lagen festzustellen. In den Lahrer- und Emmendinger Buntsandsteinbergen liegt der durchschnittliche Jahresniederschlag zwischen 950 und 1200 mm und im Weitenauer Bergland sowie im Nordwesten, zwischen Baden-Baden und Ettlingen, steigt er mit der Höhe rasch von 900–1000 mm auf über 1300 mm an. Die größten Niederschlagsmengen verzeichnen die den regenbringenden Westwinden frei ausgesetzten Hochlagen des Grindenschwarzwalds mit über 2000 mm, örtlich sogar über 2100 mm/Jahr. Mit dem Allgäu und Teilen des Südschwarzwalds gehören sie damit zu den niederschlagsreichsten Gebieten des Landes. Zum allgemeinen sommerlichen Niederschlagsmaximum tritt in den Hochlagen noch ein zweites deutlich ausgeprägtes Maximum im Winter hinzu.

Auf der Ostabdachung des Schwarzwalds sinken die Jahresdurchschnittsniederschläge am Rand zu den Gäulandschaften allmählich wieder auf 900–1100 mm ab. Am stärksten macht sich der Lee-Effekt des Schwarzwalds im Nordosten der Bodengroßlandschaft bemerkbar, wo die Jahresniederschläge im unteren Nagold- und Würmtal z. T. unter 800 mm betragen. Auf den Buntsandstein-Inseln am Südostrand des Schwarzwalds zwischen Waldshut und Bad Säckingen erreichen sie ca. 1300–1400 mm.

Ein noch mildes Klima mit Jahresdurchschnittstemperaturen von 9,5–11 °C weisen die tiefer liegenden, an die Oberrheinebene grenzenden Gebiete bei Lahr und Emmendingen oder bei Baden-Baden und Gaggenau auf. Ähnliches gilt für das vordere Wiesental bei Steinen (Weitenauer Bergland) oder das Enztal bei Pforzheim. Die höchsten Lagen im Weitenauer Bergland und in den Vorbergen bei Lahr und Emmendingen weisen Jahresmittelwerte um 9 °C auf.

Auf den Schwarzwald-Randplatten betragen die Jahresdurchschnittstemperaturen im höheren westlichen Teil 7–8 °C. Nach Osten und Nordosten steigen sie auf 8–9 °C und im Norden, bei Waldbronn, auf über 10 °C an. Auf den im Süden höher gelegenen Buntsandsteinplatten zwischen Schramberg und Bonndorf erfolgt der Anstieg von 6,5 °C im Westen auf 7–8 °C im Osten des Baarschwarzwalds. Niedrige Jahresmittel von z. T. unter 6,5 °C finden sich auch in den Hochlagen des Grindenschwarzwalds und der Enzhöhen. Das Wuchsklima nach Ellenberg (1955) wird dort als kalt bis sehr kalt eingestuft. Die Vegetationszeit wird auf den Grinden auch durch eine im Frühjahr nur langsam abtauende Schneedecke und im Herbst früh einsetzende Nachfröste verkürzt.

Die mittlere jährliche Klimatische Wasserbilanz, also die Differenz von Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration, zeigt im Grindenschwarzwald sehr hohe Überschüsse von 1200 bis über 1600 mm, die nach Osten hin allmählich von 1200 auf 500 mm absinken. Im Baarschwarzwald entspricht dies einem West–Ost-Gradienten von 1000 auf 600 mm. In den Randzonen zur Oberrheinebene liegen die Werte je nach Höhenlage meist zwischen 500 und 800 mm. Im Sommerhalbjahr (Mai–Oktober) betragen die Wasserüberschüsse im Grindenschwarzwald 400–800 mm. Auf den westlichen Schwarzwald-Randplatten liegen sie noch bei 400–500 mm und sinken zum unteren Nagoldtal hin auf unter 100 mm. Am südöstlichen Schwarzwaldrand beträgt die Klimatische Wasserbilanz während der Vegetationsperiode meist +200 bis +400 mm, am Rand zur Oberrheinebene sind es +100 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

- [Nationalpark Schwarzwald](#)
- [LEO-BW Schwarzwald-Randplatten](#)
- [LEO-BW Grindenschwarzwald und Enzhöhen](#)
- [Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Karlsruhe \(PDF\)](#)
- [Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Freiburg \(PDF\)](#)
- [Bodenexponate-Sammlung der LUBW](#)
- [Boden, Böden, Bodenschutz \(PDF\)](#)
- [LUBW – Boden](#)

## Literatur

- Ad-hoc-AG Boden (2005a). *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5. Aufl., 438 S., Hannover.
- 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.
- Blume, H. & Remmele, G. (1988). *Die Schliffe des Schwarzwaldes, Formen rezenter Morphodynamik*. – Zeitschrift für Geomorphologie, N. F. 32, S. 273–287.
- Damminger, F. & Wieland, G. (2003). *Ausgrabungen auf dem Rudersberg, Stadt Calw*. – Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg, 2002, S. 92–95.
- Damminger, F. & Wieland, G. (2004). *Zur Fortsetzung der Grabungen auf dem Rudersberg bei Calw*. – Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg, 2003, S. 77–81.
- Dongus, H. (2000). *Die Oberflächenformen Südwestdeutschlands*. 189 S., Berlin (Borntraeger).
- Ellenberg, H. (1955). *Wuchsklimakarte Baden-Württemberg 1 : 200 000*. Stuttgart (Reise- u. Verkehrsverl.).
- Fezer, F. (1957). *Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald*. – Forschungen zur deutschen Landeskunde, 87, S. 1–86.
- Fezer, F. (1971). *Zur quartären Formung des Nordschwarzwalds*. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 53, S. 183–194.
- Fezer, F., Günter, W. & Reichelt, G. (1961). *Plateauverfirmung und Talgletscher im Nordschwarzwald*. – Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, 13, S. 66–72.
- Fleck, W. (1992a). *Blatt 7317 Neuweiler, Karte und Tabellarische Erläuterung*. – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 43 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Fleck, W. & Sauer, D. (2008). *Sitzung des AK Bodensystematik der DBG am 4.-6. Juni 2008 in Sulz-Glatt (Baden-Württemberg). Exkursionsführer: Die systematische Stellung der bodengenetischen Einheiten „Ockererde“, Pelosol und Terra fusca anhand von Profilbeispielen im Südschwarzwald, Keuperbergland und auf der Schwäbischen Alb*. 66 S., Anhang. [Unveröff.]
- Franz, M., Knipping, M., Müller, U. C. & Schreiner, A. (2003). *Untersuchungen zum Alter und zur Genese der Schotterfüllung des Donaueschinger Riedes (Baden-Württemberg)*. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 154(2-3), S. 407–422.
- Frenzel, B. (1978b). *Landschaftsgeschichte und Landschaftsökologie des Kreises Freudenstadt*. – Mauer, G. (Hrsg.). Der Kreis Freudenstadt, S. 52–76, Stuttgart.
- Frenzel, B. (1982). *Über eine vormittelalterliche Besiedlung in einigen Teilen des nördlichen Schwarzwalds*. – Winkler, H. (Hrsg.). Geschichte und Naturwissenschaften in Hohenheim, Festschrift für Günther Franz zum 80. Geburtstag, S. 239–263, Sigmaringen.
- Frenzel, B. (2001). *Vom Wald zum Forst – Der beschwerliche Weg im Nordschwarzwald*. – Lorenz, S. (Hrsg.). Der Nordschwarzwald – Von der Wildnis zur Wachstumsregion, S. 10–24, Filderstadt (Markstein Verlag).
- Gassmann, G. & Wieland, G. (2005b). *Frühkeltische Eisenproduktion im Nordschwarzwald: Rennöfen des 5. Jahrhunderts v. Chr. bei Neuenbürg-Waldrennach, Enzkreis*. – Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg, 2005, S. 102–107.
- Gürth, P. (2014). *Wer hat dich du schöner Wald – 5000 Jahre Mensch und Wald in Baden-Württemberg*. 239 S., Tübingen (Silberburg-Verlag).
- Hantke, R., Hofmann, F. & Rahm, G. (1987). *Wie weit reichte das eiszeitliche Eis auf der Ostabdachung des Südschwarzwaldes? Bemerkungen zu den Schriften von A. SCHREINER*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 29, S. 39–46.
- Hemmerle, H., May, J.-H. & Preusser, F. (2016). *Übersicht über die pleistozänen Vergletscherungen des Schwarzwaldes*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 106, S. 31–67.
- Henkner, J., Ahlrichs, J., Fischer, E., Fuchs, M., Knopf, T., Rösch, M., Scholten, T. & Kühn, P. (2018). *Land use dynamics derived from colluvial deposits and bogs in the Black Forest, Germany*. – Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences, 181(2), S. 240–260.
- Jensen, I. (1986). *Der Schloßberg von Neuenbürg. Eine Siedlung der Frühlatènezeit im Nordschwarzwald*. – Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, 8, 173 S., Stuttgart (Konrad Theiss Verlag).
- Lengert, D., Killinger, S. & Brenner, C. (2001). *Archäologische Funde – Frühe Spuren der Besiedlung*. – Lorenz, S. (Hrsg.). Der Nordschwarzwald – Von der Wildnis zur Wachstumsregion, S. 26–34, Filderstadt (Markstein Verlag).
- Lorenz, S. (2001). *Die Siedlungsentwicklung im Osten*. – Lorenz, S. (Hrsg.). Der Nordschwarzwald – Von der Wildnis zur Wachstumsregion, S. 36–51, Filderstadt (Markstein Verlag).
- Ludemann, T. (2014). *Die Wälder des Nordschwarzwaldes – Standorte, natürliche Vegetation und anthropogene Veränderung*. – standort.wald, 48, S. 41–62, verfügbar unter <http://www.geobotanik.uni-freiburg.de/Team-Ordner/tludemann/pdfsLudemann/Ludemann2014>.
- Metz, R. (1977). *Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald, besonders in dessen alten Bergbaurevieren*. 2. Aufl., 632 S., Lahr (Schauenburg).
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2012). *Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg*. 4. erw. Ausg., Karlsruhe.
- Mäckel, R. (2014). *Die Naturräume um Freiburg im Breisgau – Ein Handbuch für die Gestaltung Geographischer Exkursionen*. – Freiburger Geographische Hefte, 74, S. 1–430.
- Paul, W. (1965a). *Zur Frage der Rißvereisung der Ost- und Südostabdachung des Schwarzwaldes*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 7, S. 423–440.
- Paul, W. & Schinke, K. (1997). *Die glazimorphologische Sonderstellung des Mittleren Schwarzwalds im Jungpleistozän*. –



- Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, 36, S. 205–213.
- Radke, G. J. (1973). *Landschaftsgeschichte und -ökologie des Nordschwarzwaldes*. – Hohenheimer Arbeiten, Reihe Pflanzliche Produktion, 68, S. 1–121.
  - Reichelt, G. (1998). *Zum eiszeitlichen Geschehen im Mittelschwarzwald (3): Ergebnisse und Probleme der bisherigen Untersuchungen*. – Schriften der Baar, 41, S. 95–125.
  - Reichelt, G. (2004). *Klimatische und anthropogene Einflüsse auf die spät- und postglaziale Vegetationsentwicklung in der Baarhochmulde und im Südostschwarzwald*. – Siegmund, A. (Hrsg.). *Faszination Baar: Porträts einer Naturlandschaft*, S. 89–106, Hüfingen. [1. Aufl.]
  - Rilling, K. (1997). *Erläuterungen zu Blatt 8016 Donaueschingen*. – 2. veränd. Aufl., Bodenk. Baden-Württ. 1 : 25 000, 107 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
  - Rodenwaldt, U. (1962). *Der Villingener Stadtwald*. – Schriftenreihe der Stadt Villingen, 227 S., Villingen (Stadt Villingen/Schwarzwald).
  - Rösch, M. (2012). *Vegetation und Waldnutzung im Nordschwarzwald während sechs Jahrtausenden anhand von Profundalkernen aus dem Herrenwieser See*. – *standort.wald*, 47, S. 43–64.
  - Rösch, M. (2015). *Nationalpark – Natur – Weißtanne – Fichte. Sechs Jahrtausende Wald und Mensch im Nordschwarzwald*. – *Denkmalpflege in Baden-Württemberg*, 3, S. 154–159, verfügbar unter <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/nbdpfbw/article/view/23405>.
  - Rösch, M. & Tserendorj, G. (2011). *Der Nordschwarzwald – früher besiedelt als gedacht?*. – *Denkmalpflege in Baden-Württemberg*, 40(2), S. 66–73, verfügbar unter <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/nbdpfbw/issue/view/1448>.
  - Rösch, M., Volk, H. & Wieland, G. (2005). *Frühe Waldnutzung und das Alter des Naturwaldes im Schwarzwald – Neue pollenanalytische Untersuchungen in den Missenmooren*. – *AFZ-Der Wald*, 12, S. 636–638, verfügbar unter [https://www.waldwissen.net/assets/lernen/forstgeschichte/fva\\_schwarzwald\\_naturwald/download/fva\\_fruehewaldnutzung.pdf](https://www.waldwissen.net/assets/lernen/forstgeschichte/fva_schwarzwald_naturwald/download/fva_fruehewaldnutzung.pdf).
  - Rückert, P. (2001). *Die Siedlungsentwicklung im Westen und Norden*. – Lorenz, S. (Hrsg.). *Der Nordschwarzwald – Von der Wildnis zur Wachstumsregion*, S. 52–59, Filderstadt (Markstein Verlag).
  - Scheifele, M. (1995). *Als die Wälder auf Reisen gingen: Wald, Holz, Flößerei in der Wirtschaftsgeschichte des Enz-Nagold-Gebietes*. – Schriftenreihe Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 77, S. 1–368.
  - Schneider, R. (2000). *Landschafts- und Umweltgeschichte im Einzugsgebiet der Elz*. – Diss. Univ. Freiburg i. Br., 178 S., verfügbar unter <https://freidok.uni-freiburg.de/fedora/objects/freidok:125/datastreams/FILE1/content>.
  - Schreiner, A. (1986). *Neuere Untersuchungen zur Rißeiszeit im Wutachgebiet (Südostschwarzwald)*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 28, S. 221–244.
  - Seeger, T., Kaspar, E., Klaiber, B. & Einsele, G. (1989). *Periglaziale Deckschichten in Kammlagen des Buntsandstein-Schwarzwaldes und ihre hydrogeologische Bedeutung*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 31, S. 197–213.
  - Semmel, A. (2002). *Das Süddeutsche Stufenland mit seinen Grundgebirgsrändern*. – Liedtke, H. & Marcinek, J. (Hrsg.). *Physische Geographie Deutschlands*, 3. überarb. u. erw. Aufl., S. 539–590, Gotha und Stuttgart (Klett-Perthes).
  - Stahr, K. (1973). *Die Stellung der Böden mit Fe-Bändchen-Horizont (thin-ironpan) in der Bodengesellschaft der nördlichen Schwarzwaldberge*. – *Arbeiten aus dem Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Stuttgart*, N. F. 69, S. 85–183.
  - Stahr, K., Jahn, R. & Herrmann, L. (1998). *Buggenried catena: soil development on the basement complex*. – *Hohenheimer Bodenkundliche Hefte*, 47, S. 55–65. [16th world congress of soil science – tour guide excursion B6 – Environment and soils of south-west germany]
  - 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 Wanderwegen*. 304 S., Stuttgart (Ulmer).
  - Wolf, A. (2000c). *Wildseemoor bei Wildbad-Kaltenbronn*. – Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (Hrsg.). *Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe*, S. 174–179, Stuttgart (Jan Thorbecke Verlag).
  - Wolf, A. (2000h). *Wilder See–Hornisgrinde*. – Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (Hrsg.). *Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe*, S. 274–278, Stuttgart (Jan Thorbecke Verlag).
  - Wolf, A. (2000o). *Hohlohsee bei Kaltenbronn*. – Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe (Hrsg.). *Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Karlsruhe*, S. 482–484, Stuttgart (Jan Thorbecke Verlag).
  - Zienert, A. (1967). *Vogesen- und Schwarzwald-Kare*. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 18, S. 51–75, verfügbar unter <https://www.eg-quaternary-sci-j.net/18/51/1967/egqsj-18-51-1967.pdf>.

Cookie-Einstellungen

Quell-URL (zuletzt geändert am 14.02.24 - 11:53): <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/buntsandstein-schwarzwald>