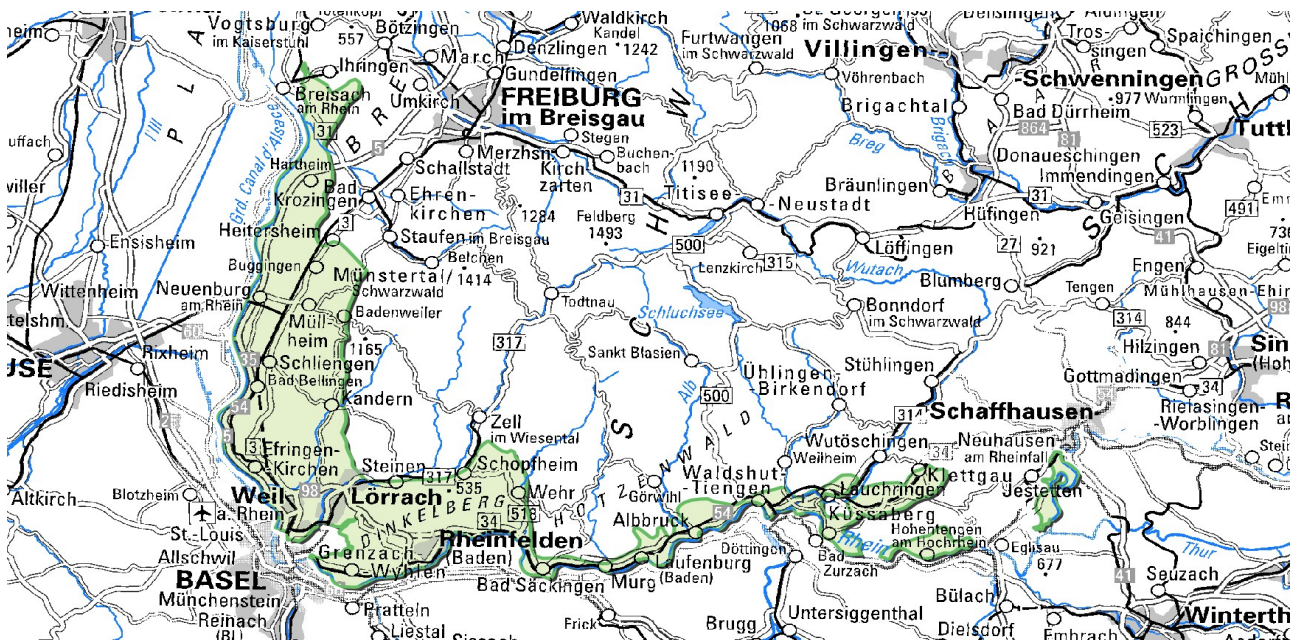


Südliches Oberrheinisches Tiefland, Hochrheingebiet und Klettgau

Die Bodengroßlandschaft umfasst die vom Hochrhein und südlichen Oberrhein durchflossene, klimatisch begünstigte Tallandschaft in der südlichen und westlichen Umrahmung des Südschwarzwalds. Das Südliche Oberrheinische Tiefland gliedert sich in die durch Flussbaumaßnahmen heute trocken gefallene Rheinaue, die Niederterrasse und das Markgräfler Hügelland. Zum Hochrheingebiet gehört neben dem eigentlichen Talraum auch die Bruchscholle des Dinkelbergs. Außerdem wurde das Klettgauer Tal der Bodengroßlandschaft zugerechnet, da dessen Entstehung eng mit der des Hochrheintals zusammenhängt.



Allgemeines, Lage und Abgrenzung

Die sich von Weil am Rhein im Süden bis nach Breisach erstreckende **Südliche Oberrheinebene** setzt sich westlich des Rheins auf französischer Seite fort. Entlang des Flusses verläuft die auf deutscher Seite ca. 0,5 bis 2,5 km breite **Rheinaue**, die bei Weil am Rhein in etwa 240 m ü. NHN und bei Breisach nur noch in 195 m ü. NHN Höhe liegt. Daran schließt sich östlich die 4–20 m höher gelegene, wenige Kilometer breite, aus eiszeitlichen Flussablagerungen bestehende **Niederterrasse** an, die sich im Norden bis an den Fuß des Kaiserstuhls und des Tunibergs erstreckt.



Der Rhein bei Niedrigwasser westlich von Hartheim



Blick von der Rheinaue bei Efringen-Kirchen-Istein nach Ostnordosten zum Schafberg

Zwischen Efringen-Kirchen und Schliengen setzt die Niederterrasse aus. Der Rhein tritt dort nahe an das im Osten angrenzende **Markgräfler Hügelland** heran. Dieses entspricht im Südlichen Oberrheingraben der Vorbergzone, einer dem Schwarzwald vorgelagerten mehrere Kilometer breiten Hügel- und Berglandschaft. Sie besteht aus einem Mosaik von Bruchschollen, die vorwiegend aus Gesteinen der Tertiär- und Jurazeit aufgebaut sind und bereichsweise von pleistozänen Flussablagerungen überdeckt werden. Die komplizierten geologischen Lagerungsverhältnisse der Vorbergzone hängen eng mit der Entstehung des Oberrheingrabens zusammen. Besonders die tieferen Lagen werden großflächig von mächtigem Löss überlagert. Die Geländehöhen schwanken meist zwischen 250 und 400 m ü. NHN. Im Übergang zum Schwarzwald, besonders südlich von

Badenweiler, steigt das Gelände auf 400–600 m ü. NHN, am Ostrand örtlich auf über 700 m ü. NHN an (Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone). Die Staufener Bucht im Norden wurde in der Bodenkarte bereits der nördlich angrenzenden Bodengroßlandschaft „Kaiserstuhl und Freiburger Bucht“ zugeordnet. Andere Gliederungen rechnen die Staufener Bucht noch zum Markgräfler Hügelland. Als Grenzlinie wurde der Sulzbach zwischen Sulzburg und Heitersheim herangezogen.



Blick über die Vorbergzone bei Kandern-Riedlingen nach Osten zum Südschwarzwald

Nur kleinere Fließgewässer queren das südliche Oberrheinische Tiefland. Die Einzugsgebiete von Klemmbach und Kander reichen weit in den Schwarzwald hinein. Die Wiese, als größerer Schwarzwaldfluss, bildet den Südrand der Oberrheinebene und mündet bei Basel in den Rhein. Der Ausgang des Wiesentals, zwischen Tüllinger Berg und Dinkelberg, wird vollständig vom Lörracher Stadtgebiet eingenommen.

Östlich von Lörrach und der rechtsrheinischen Grenze zur Schweiz bei Riehen schließt sich das **Hochrheingebiet** an. Neben dem Talbereich mit Quartärablagerungen des Rheins gehört zum Hochrheingebiet auch der große Bruchschollenkomplex des **Dinkelbergs**. Das zwischen Wiese-, Rhein- und Wehratal gelegene, tektonisch stark gegliederte Berg- und Hügelland mit Höhenlagen von 300 bis über 500 m ü. NHN besteht vorwiegend aus Karbonatgestein des Oberen Muschelkalks und ist intensiv verkarstet. In tektonischen Gräben sind Gesteine des Keupers und örtlich des Juras verbreitet.



Typisches Landschaftsbild auf der hügeligen Dinkelberg-Hochfläche mit einem Wechsel von Äckern, Grünland, Obstwiesen und Wald



Hochrheintal bei Schwörstadt – Blick rheinaufwärts zum Südschwarzwald nördlich von Bad Säckingen (Hotzenwald)

Im **Hochrheintal** zwischen Grenzach-Wyhlen und Hohentengen sowie in dem Talabschnitt bei Jestetten bildet der Hochrhein die Grenze zur Schweiz. In dem schmalen Talraum auf deutscher Seite bilden lösslehmreiche Deckschichten, pleistozäne Terrassenschotter und holozäne Auensedimente in verschiedenen Höhenlagen das überwiegende Ausgangsgestein der Bodenbildung. Die Entstehung der zahlreichen Flussterrassen ist durch die junge, schnell voranschreitende Tiefenerosion des Flusses bedingt, die heute noch andauert. Vom deutschen Hochrheinufer unterhalb von Schaffhausen bis zur Rheinaue westlich von Grenzach-Wyhlen folgt der Rhein auf 110 Flusskilometern einem Höhenunterschied von über 100 m. Zum Hochrheingebiet wurden in der Bodenkarte auch die isoliert auf den Randhöhen gelegenen mittelpleistozänen Moränenablagerungen der alpinen Vorlandsvereisung sowie die aus den Nachbarlandschaften ins

Hochrheintal geschütteten Schwemmsedimente gerechnet. Besonders zwischen Murg und Dogern gibt es eine engräumige Verzahnung mit der Bodengroßlandschaft Grundgebirgsschwarzwald. Hänge aus Kristallingestein ragen dort z. T. nahe ans Rheinufer heran, während Terrassensedimente des Rheins, Moränenreste und Lösslehmdecken nur inselhaft auf den Hochflächen zwischen den von Norden einmündenden Tälern auftreten.



Blick über das Klettgauer Tal nach Südosten zum Kleinen Randen

Östlich von Schaffhausen, bei Büsingen und Gailingen, gehört der Hochrhein als südliche Begrenzung noch zur Bodengroßlandschaft Hegau. Der durch Schweizer Staatsgebiet abgeschnittene, isoliert gelegene Talabschnitt südwestlich von Schaffhausen, bei Jestetten und Lottstetten gehört in der Bodenkarte bereits zum Hochrheingebiet. Auch die Böden auf Quartärsedimenten des **Klettgauer Tals** zwischen Lauchringen und Klettgau-Erzingen werden zusammen mit dem Hochrheintal behandelt, da die Entstehungsgeschichte beider Täler eng miteinander zusammenhängt.

Die Hauptzuflüsse auf der nördlichen Hochrheinseite sind Wutach, Alb, Murg und Wehra. Große Wassermengen liefern die mit ihrem Einzugsgebiet in die Alpen reichenden südlichen Zuflüsse Aare und Thur. Der westlichste linksrheinische Hochrheinzfluss ist die Birs bei Basel, deren Einzugsgebiet sich im Schweizer Jura befindet.

Einzelfunde belegen bereits die Anwesenheit von alt- und mittelsteinzeitlichen Jäger- und Sammlergruppen in der Region. Wie zahlreiche archäologische Funde aus den darauffolgenden Epochen zeigen, war der Landschaftsraum aufgrund seiner Klima- und Bodengunst sowie der günstigen topographischen Lage seit der Jungsteinzeit ein bevorzugter Siedlungs- und Durchgangsraum (Fingerlin, 1991).

Auch heute handelt es sich um eine bereichsweise dicht besiedelte Region, durch die wichtige Verkehrs- und Entwicklungsachsen verlaufen. Ein großer Verdichtungsraum ist das Gebiet um Basel im Dreiländereck, zu dem auf deutscher Seite die Städte Weil am Rhein, Lörrach und Rheinfelden sowie weitere Gemeinden gehören. Das nördlich von Efringen-Kirchen anschließende Markgräfler Land mit der Stadt Müllheim als Mittelzentrum ist überwiegend ländlich geprägt. Im Osten zieht sich die Randzone des Basler Verdichtungsraums über Bad Säckingen das Hochrheintal hinauf bis Laufenburg sowie weit in das vordere Wiesental und in das untere Wehratal hinein. Das östlich anschließende Gebiet mit dem Mittelzentrum Waldshut-Tiengen ist dagegen wiederum zum ländlichen Raum zu rechnen.

Verwaltungstechnisch gehört die Bodengroßlandschaft zu den Landkreisen Breisgau-Hochschwarzwald, Lörrach und Waldshut.



Blick vom Tüllinger Berg nach Südwesten über Weil am Rhein nach Basel

Die Erstellung der Bodenkarte 1 : 50 000 (GeoLa-Fachdaten Boden) für das Gebiet beruht auf der Zusammenführung vorhandener bodenkundlicher Spezialkarten 1 : 25 000 (Boll & Fleck, 1994; Boll & Rilling, 1998; Rilling & Boll, 2000; 2002; Krause, 2003; 2004; Boll & Krause, 2004). Für die davon nicht abgedeckten Gebiete erfolgte eine Übersichtskartierung unter Einbeziehung von Bodenschätzungskarten, Forstlichen Standortskarten und weiteren Unterlagen. Ältere Beschreibungen der Böden finden sich beispielsweise in Genser & Moll, 1963; Moll, 1964; Roedig, 1964; GLA, 1975; Hädrich & Schindler, 1993; Fleck et al., 1997; SOLUM, Büro für Boden und Geologie, 1994; Hädrich & Stahr, 2001; Landratsamt Waldshut, 2001.

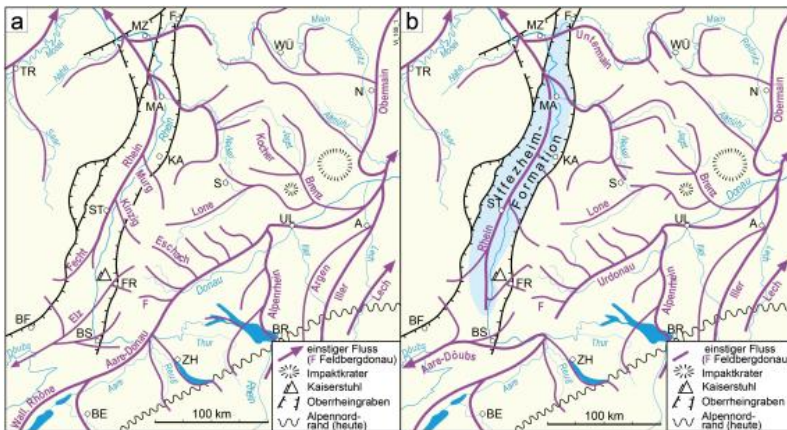
Geologisch-geomorphologischer und landschaftsgeschichtlicher Überblick

Die Landschaftsformen und der Flussverlauf des Rheins im Südlichen Oberrheinischen Tiefland und im Hochrheingebiet haben sich geologisch gesehen erst in relativ junger Vergangenheit entwickelt. Auslöser war die Alpenbildung und das Einsinken des Oberrheingrabens im Tertiär. Die Grabenbildung war letztendlich der Grund dafür, dass der Rhein als einziger Alpenfluss den Weg zur Nordsee einschlug. Kaltzeitliche Sedimentation und Formungsprozesse während des Pleistozäns führten zur weiteren Ausformung der Landschaft. In der Neuzeit war es nicht zuletzt der Mensch, der durch seine Einflussnahme, besonders am Oberrhein, eine Umgestaltung der Flusslandschaft und die damit einhergehenden Veränderungen der Böden und des Wasserhaushalts auslöste.

Überblick über die Flussgeschichte (Miozän bis Pleistozän)

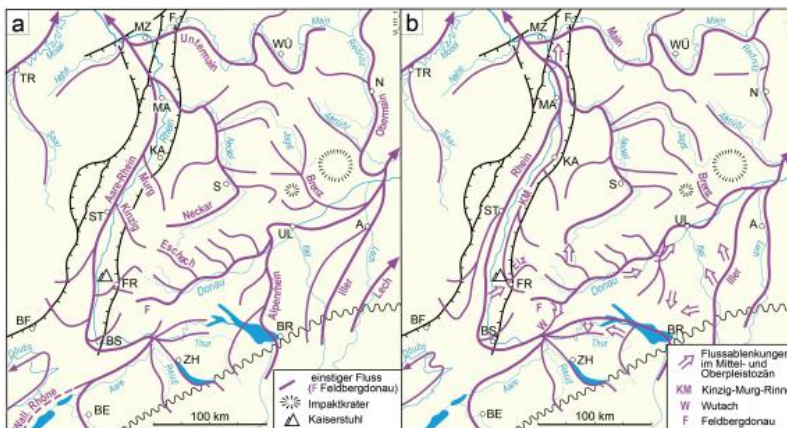
Der im Miozän vor ca. 15–20 Mio. Jahren entstandene Ur-Rhein reichte mit seinem Einzugsgebiet von Norden her anfangs nur bis in den Bereich des Kaiserstuhls. Südlich der dort vorhandenen Schwelle entwässerten die aus dem Schwarzwald und den Vogesen einmündenden Flüsse nach Südwesten durch den Sundgau, über die Rhone, zum Mittelmeer. Zwischen Südschwarzwald und Alpen befand sich das Molassebecken, dessen Entwässerungsrichtung sich im Obermiozän durch tektonische Hebung nach Nordosten umkehrte, worauf sich das Flusssystem der Ur-Donau herausbildete. Ihr Haupt-Quellast war die Aare-Donau, deren Einzugsgebiet in den Westalpen lag und die somit auch den Osten des heutigen Hochrheingebiets entwässerte. Ein Vorläufer des Alpenrheins floss damals noch nach Norden durch Oberschwaben und mündete im Raum Ehingen/Blaubeuren in die Urdonau (Villinger, 1998).

Während des darauffolgenden Pliozäns verlor die Donau ihren großen alpinen Quellfluss. Durch die Hebung des Schwarzwalds und seines südlichen Vorlands floss die Aare nun nach Westen zum Sundgau, wo sie die Zuflüsse aus dem südlichen Rheingraben aufnahm. Infolge des weiteren Absinkens des südlichen Oberrheingrabens im obersten Pliozän konnte der Ur-Rhein schließlich die Kaiserstuhl-Wasserscheide überwinden, die Aare anzapfen und sie nach Norden umleiten.



Entwicklung der Flusssysteme von Rhein und Donau: **a** – Wende Miozän/Pliozän (vor ca. 5–6 Mio. Jahren); **b** – Wende Unter-/Oberpliozän (vor ca. 4 Mio. Jahren)

Der Anschluss des Alpenrheins an die Aare (der Bodensee existierte damals noch nicht) erfolgte vermutlich im frühen Pleistozän in Zusammenhang mit ersten Vorstößen des Rheingletschers ins Alpenvorland (Villinger, 1998). Wahrscheinlich lag der Lauf des Rheins bereits damals im Bereich des Klettgauer Tals. Dieses wurde aber v. a. während des Mittelpleistozäns ausgeräumt und anschließend mit Schotter verfüllt. Später bildete sich ein neuer Rheinlauf südlich des Kleinen Randens heraus. Während der Würm-Kaltzeit wurde das Klettgauer Tal nochmals als Schmelzwasserrinne des Rheingletschers benutzt. Nach dem Abschmelzen des Würmgletschers verlegte sich der Rheinlauf wieder nach Süden und erreichte über einen Felsriegel aus Oberjurakalk beim heutigen Rheinfluss von Schaffhausen wieder seine alte Abflussrinne. Mit der Anzapfung der Feldberg-Donau durch die Wutach in der Würm-Kaltzeit konnte der Hochrhein sein Einzugsgebiet ein weiteres Mal erweitern.



Entwicklung der Flusssysteme von Rhein und Donau: **a** – Wende Plio-/Pleistozän (vor ca. 2,6 Mio. Jahren); **b** – Frühpleistozän bis frühes Mittelpleistozän (vor ca. 2–0,5 Mio. Jahren)

Im Würm-Hochglazial verliefen der südliche Oberrhein und seine Nebenflüsse in einem vielverzweigten, sich ständig verändernden Flussnetz („braided river“) auf einer bis zu 25 km breiten Schotterebe (Mäckel, 1992). Im Spätglazial veränderte er sich zu einem in wenige Arme gegliederten Fluss mit gleichmäßigerer Wasserführung. Die verminderte Fracht an Grobsediment und der konzentrierte Abfluss führten zum Einschneiden der Gewässer und zur Bildung der Niederterrasse. Bis zu dieser Zeit zweigten am Nordrand der Bodengroßlandschaft vom Rhein noch Flussarme ab, die auf der Ostseite des Kaiserstuhls entlang flossen (Schreiner in: Groschopf et al., 1996). Nach dem Tieferschneiden am Ende des Pleistozäns wurde die Ostrheinrinne nur noch bei starken Hochwässern überflutet.

Pleistozäne Sedimente im Hochrheingebiet und im Südlichen Oberrheinischen Tiefland (einschl. pliozäne Flussablagerungen)

Zu den ältesten Zeugen der Flussgeschichte im südlichen Oberrheingraben gehören die heute zur Iffezheim-Formation gerechneten, noch ins Jungtertiär zu stellenden **Heuberg-Schotter** bei Kandern. Die stark verwitterten, größtenteils aus dem Buntsandstein stammenden Kiese und Gerölle der Heuberg-Schotter sind an der Oberfläche von periglazialen Fließerden überdeckt oder in diesen aufgearbeitet. Wo sie hangabwärts verlagert wurden, sind sie oft mit jüngerem Schotter vermischt (vgl. Rutte, 1950; Wittmann, 1994; Hädrich, 1980; Hädrich et al. in: Bleich et al. 1982). Die der Gruppe der Höhenschotter zugeordneten **Tüllinger-Berg-Schotter** und die Schotter der **Juranagelfluh der Urkander** bei Lörrach sind nur kleinflächig verbreitet und von jüngeren Deckschichten verhüllt.

Im Markgräfler Hügelland, besonders im Bereich der höheren, stärker reliefierten Vorberge zwischen Lörrach und Kandern, treten früh- bis mittelpleistozäne **Terrassenschotter** verbreitet als Umlagerungsprodukte in periglazialen Fließerden in Erscheinung. Auch in den tieferen Lagen sind alte, zumeist aus Schwarzwaldmaterial bestehende Terrassenschotter weit verbreitet. Besonders gilt dies für das Lösshügelland zwischen Müllheim und Heitersheim, das sich entlang der inneren Grabenrandverwerfung mit einem deutlichen Anstieg über der Rheinebene erhebt. Wegen der großflächigen Lössbedeckung sind die Terrassenschotter dort bodenkundlich jedoch kaum von Bedeutung.

In der durch tektonische Absenkung geprägten Rheinebene sind die früh- und mittelpleistozänen Flussschotter von jüngeren Sedimenten überdeckt. Im Vergleich zum Mittleren und Nördlichen Oberrheingebiet ist die gesamte Quartärfüllung in der südlichen Oberrheinebene nur geringmächtig. Zwischen Weil am Rhein und Steinensstadt beträgt sie meist nur 10–20 m. Im Norden, bei Hartheim/Breisach sind es bereits über 100 m.



Tiefere Hochrhein-Deckenschotter bei Rheinfeldern-Riedmatt

Zeugen der frühpleistozänen flussgeschichtlichen Entwicklung im Hochrheingebiet und Klettgau sind die **Höheren und Tieferen Hochrhein-Deckenschotter**. Sie liegen ca. 80–200 m über dem Rhein und bilden mit Lösslehm überdeckte Hochflächen, die von steilen Hängen begrenzt werden. Häufig sind die Gerölle zu harten Konglomeratbänken verbacken, die mehrere Meter hohe Steilwände mit einem Hangfuß aus Absturzmassen bilden können. An der Basis der Deckenschotter treten über wasserstauenden Gesteinen häufig Quellen auf. Das Hauptverbreitungsgebiet der Deckenschotter ist zwischen Schwörstadt und Rheinfeldern sowie bei Waldshut, Küssaberg-Reckingen und auf dem Rechberg zwischen Klettgauer Tal und unterer Wutach. Die noch älteren Ablagerungen der **Mühlbach-Schichten**, die im Hochrheintal bei Laufenburg und Albruck auftreten und zur Gruppe der Höhenschotter gerechnet werden, sind großflächig von jüngeren, lösslehmhaltigen Deckschichten überlagert und spielen für die Bodenbildung kaum eine Rolle.



Tief entwickelte Pseudogley-Parabraunerde aus Decklage über Heuberg-Schotter



Flache Südabdachung des Schwarzwalds im Bereich der Eisrandlage des mittelpleistozänen alpinen Gletschers nördlich von Murg

Während der älteren Vereisungen im Mittleren Pleistozän (Riß-Komplex, Hoßkirch-Komplex) drangen die Alpengletscher (Aare/Rhone-, Reuss- und Linthgletscher) nach Norden über den Hochrhein vor und endeten an der Südabdachung des Schwarzwalds, im Klettgau und auf dem Kleinen Randen. Davon zeugen die zwischen Bad Säckingen und dem Klettgau, nördlich des Hochrheintals gelegenen, inselhaft vorkommenden **Moränen- und Eisrandsedimente (Haseltal-Formation)**, die zu sandig-kiesigen und lehmig-kiesigen Substraten verwittern. Die überwiegend von lösslehmreichen Deckschichten überlagerten Vorkommen heben sich nur stellenweise morphologisch von der Umgebung ab. Am Schwarzwald-Südhang bei Bad Säckingen ausgebildete Erosionsterrassen und Erosionsrinnen werden z. T. auf Eisrandflüsse aus dieser Zeit zurückgeführt (Verderber, 2003; Becker & Angelstein, 2004). Da alpine Ablagerungen

dort aber weitgehend fehlen, wurden diese Bereiche in der Bodenkarte der Bodengroßlandschaft Grundgebirgsschwarzwald zugeordnet. Auf Schweizer Gebiet befindet sich beim Möhliner Feld östlich von Rheinfelden eine deutlich ausgeprägte Endmoräne. Ein früher angenommenes Vordringen der rißzeitlichen Schwarzwald-Vereisung bis in den Klettgau oder auf den Dinkelberg sowie eine Verbindung mit der alpinen Vereisung am Schwarzwald-Südrand (Pfannenstiel & Rahm, 1963; 1964; Hofmann, 1981; Rahm, 1989) konnte nicht bestätigt werden (Schreiner, 1986; 1995b; Verderber, 1992; Wendebourg & Ramshorn, 1987; vgl. auch Leser, 1979).

Der Vorstoß der alpinen Eismassen führte zum Aufstau des damaligen Rheinlaufs im Klettgau, was die Ablagerung jungrißzeitlicher Seesedimente zur Folge hatte (**Klettgau-Sediment**). Die limnischen Ablagerungen bilden ein flachwelliges Hügelland im Klettgauer Tal und bestehen aus Ton-, Schluff- und Feinsandgemengen in wechselnden Mischungsverhältnissen. Örtlich kann auch Mittel- und Grobsand sowie etwas Kies beigemischt sein. Früher wurde für diese Ablagerungen eine äolische Entstehung angenommen („Klettgaulöss“). Die Korngrößenzusammensetzung und das Auftreten von mehr oder weniger stark ausgeprägter Schichtung schließt eine Deutung als Löss jedoch aus (Bausch & Schober, 1997; Hofmann, 1981; Verderber, 1992). Kleinflächig finden sich die rißzeitlichen Seesedimente auch im Ausgang des Schlüchttals nördlich von Waldshut-Tiengen.



Parabraunerde aus lösslehmreichen Fließerden (Deck- und Mittellage bis ca. 8,5 dm u. Fl.) über geschichteten jungrißzeitlichen Seesedimenten



Kiesgrube westlich von Klettgau-Geißlingen mit rißzeitlichen Seesedimenten (Klettgau-Sediment) über Kies der Rheingletscher-Hochterrassenschotter

Während der Rißkaltzeit wurde die im Klettgau vom Rhein geschaffene tiefe Flussrinne mit mächtigen Kiesablagerungen verfüllt, die heute einen bedeutenden Grundwasserspeicher darstellen. Bei den über der Talsohle gelegenen Schotter (**Rheingletscher-Hochterrassenschotter**) ist zwischen einer Oberen und einer Mittleren Hochterrasse zu unterscheiden (Verderber 1992, S. 63 ff.). Die verfestigten Schotter der Oberen Hochterrasse liegen etwa 30 m über der Mittleren Hochterrasse und enthalten etwas weniger kalkige Komponenten als diese. Die in mehreren Kiesgruben aufgeschlossenen Schotter der Mittleren Hochterrasse bilden im Wesentlichen den Sockel des breiten Hügelrückens, der das Klettgauer Tal in Längsrichtung durchzieht. Rißzeitliche, im zentralen Bereich oft von geringmächtigem Lösslehm bedeckte Terrassenschotter finden sich auch nördlich und südlich von Lauchringen, beiderseits des

Talausgangs der Wutach, sowie kleinflächig entlang des Hochrheins von Hohentengen bis Schwörstadt. Bei Rheinfeldeneriedmatt sind dem Tieferen Hochrhein-Deckenschotter sehr kleinflächig rißzeitliche Schotter vorgelagert (Verderber, 1992, S. 31 ff.; Bludau et al., 1994). Da die Hochterrassen in ihrem zentralen flachen Bereich meist von umgelagertem Lösslehm bedeckt sind, treten die Terrassensedimente v. a. in den hängigen Randbereichen in Oberflächennähe auf.

Die Eismassen der würmzeitlichen Alpenvorlands-Vereisung drangen nicht bis in das Gebiet der Bodengroßlandschaft vor. Die ganz im Osten, bei Jestetten und Lottstetten westlich des Rheins gelegenen Moränen des Würm-Maximalstands wurden der Bodengroßlandschaft Jungmoränenhügelland zugeordnet. Die Schmelzwasserflüsse lagerten im Talboden des Hochrheintals die Schotter ab, die heute die Niederterrasse aufbauen (**Rheingletscher-Niederterrassenschotter**).

Über zwei Schmelzwasserrinnen im Randen bzw. Kleinen Randen (Engi und Wangental) gab es Abflüsse in den Klettgau, wo ebenfalls Niederterrassenschotter abgelagert wurden (Bausch & Schober, 1997; Geyer et al., 2003). Die Schmelzwässer strömten schon kurz nach dem Maximalstand nicht mehr durch den Klettgau, sondern flossen nur noch durch das Hochrheintal ab. Die Niederterrassenschotter im Klettgau sind daher kaum zerschnitten und die Auen der Klettgaubäche mit nur sehr geringer Höhendifferenz eingetieft, wogegen sich die Niederterrasse im Hochrheintal durch eine starke Aufspaltung in mehrere Einzelniveaus auszeichnet.



Blick von der Niederterrasse im Klettgauer Tal bei Geißlingen zum nordwestlichen Stufenrand des Kleinen Randens

Die Niederterrassenflächen im Hochrheintal liegen meist in 10–30 m Höhe über dem Rheinlauf. Im Osten, bei Hohentengen, beträgt die Differenz vom höchsten Niederterrassenniveau zum Rhein ca. 50 m. Mehrere Autoren haben sich mit der Gliederung der Niederterrassenniveaus im Hochrheintal beschäftigt (z. B. Wittmann, 1961; 1963; 1969; Graul, 1962a; b). Es geht dabei um die Frage, ob die Terrassen durch Erosion aus einem einheitlichen Schotterkörper entstanden sind oder auf mehrere einzelne Aufschüttungen zurückgehen. Unklar sind auch ihre zeitliche Einstufung und der Einfluss von Klima und Tektonik auf die Terrassenbildung.



Blick von der Niederterrassenkante bei Rheinfeldener-Herten über die ca. 4 m tiefer gelegene Auenterrasse nach Südosten



Kiesgrube auf der Niederterrasse nordwestlich von Breisach-Niederrimsingen (Neuenburg-Formation)

Die Niederterrassenschotter der südlichen Oberrheinebene werden der **Neuenburg-Formation** zugeordnet. In der Niederterrasse bei Weil am Rhein verzahnen sich die Schotter der Wiese mit denen des Rheins. Zwischen Weil am Rhein und Efringen-Kirchen lässt sich die Niederterrasse noch in zwei Niveaus unterteilen, unter denen zwei weitere Erosionsniveaus folgen, die bereits von holozänem Auensediment bedeckt sind (Wittmann, 1994). Zwischen Efringen-Kirchen und Schliengen fehlt die Niederterrasse weitgehend, da sich der Rheinlauf hier nah an das Markgräfler Hügelland herandrängt. Nördlich davon setzt sich die meist ca. 1–4 km breite Terrassenfläche auf einem Niveau bis zum Südrand des Kaiserstuhls fort. Über der westlich anschließenden holozänen Rheinaue erhebt sie sich mit einer scharfen, ganz im Süden über 20 m und im Norden 4 m hohen Terrassenkante, dem sog. Hochgestade.

Am südlichen Oberrhein ist der Löss ein weit verbreitetes Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Der **Löss** wurde in trocken-kalten Phasen der Kaltzeiten aus den Schotterfeldern des Rheins ausgeblasen und von vorwiegend westlichen Winden als äolisches Sediment im Markgräfler Hügelland und am Schwarzwaldfuß wieder abgelagert. Je nach Entfernung vom Ausblasungsgebiet, Exposition und Hangneigung kann die Lössmächtigkeit stark schwanken. In bis zu 20 m mächtigen Lösspaketen zeigen eingelagerte Paläoböden den mehrfachen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten (Hädrich in: Bleich et al., 1982; Hädrich, 1985; Zollinger, 1985; 1990; Bibus, 1991). Bodenbildend relevant ist i. d. R. der oberste, würmzeitliche, kalkhaltige Löss, der im Markgräfler Hügelland unterhalb von ca. 300–350 m ü. NHN großflächig verbreitet ist. Die Lösssedimentation und Umlagerung von Lössbodenmaterial im Zuge der ackerbaulichen Nutzung wirkten sich ausgleichend auf das Landschaftsrelief aus. Typisch für das Lösshügelland zwischen Müllheim und Heitersheim sind kastenförmige Täler mit halbkreisförmigem Talschluss (Mäckel, 2014, S. 372). In stärker geneigten und höheren Lagen wird der Löss durch kalkfreien **Lösslehm** abgelöst. Dabei handelt es sich um entkalktes, durch Bodenbildung und Umlagerung überprägtes Material. Häufig dürfte es sich um durchverwitterten geringmächtigen Würmlöss handeln, der von älterem Lösslehm unterlagert wird.



Lösswand in einem Hohlweg südöstlich von Buggingen

Im Hochrheingebiet treten nur am Südrand des Dinkelbergs bei Grenzach-Wyhlen und Rheinfeldern einzelne Lössflecken auf. Dagegen sind Lösslehmdecken in Flachlagen und ostexponierten Hanglagen des Dinkelbergs häufiger. Auch auf den früh- und mittelpleistozänen Terrassen- und Moränensedimenten des Hochrheintals sind geringmächtige Lösslehme weit verbreitet, die häufig aber auch Fremdmaterial und damit Anzeichen von Solifluktion und Kryoturbation aufweisen. Auf den Deckenschotterplateaus im Klettgau tritt wiederum mächtiger Lösslehm auf, der nach Bausch & Schober (1997) bis 20 m mächtig sein kann.

Die Rheinaue – Morphologie und anthropogene Veränderung

Der Rhein hat sich am Ende der letzten Kaltzeit in die würmzeitlichen Schotter eingeschnitten und in der neu gebildeten Talsohle **Auensedimente** bei Überflutungen abgelagert. Im Hochrheintal sind in Folge der stärkeren Tiefenerosion verschiedene Niveaus von Auenterrassen entstanden, die sich auch im Entwicklungsgrad der darauf verbreiteten Böden unterscheiden (vgl. Bodenlandschaften/Hochrheintal und Klettgauer Tal). Die 10 m über dem Rhein gelegene Auenterrasse zwischen Rheinfeldern und Grenzach-Wyhlen zeigt örtlich eine stark gewellte Oberfläche, die auf Sackungen infolge des Salzabbaus im Mittleren Muschelkalk mittels Solung zurückgeführt wird (Schindler, 1993b, S. 805).

Bei extremem Hochwasser wird nur noch das jüngste, unterste Auenniveau überflutet. Aufgrund der anhaltenden Tiefenerosion nimmt die junge Aue nur einen schmalen Streifen entlang des Flusses ein.

Am südlichen Oberrhein ist bei Märkt, nördlich von Weil am Rhein, eine ältere Auenterrasse ausgebildet, die ca. 3 m über der jungen Rheinaue liegt und aufgrund der dort gemachten Funde in die späte Bronzezeit datiert wird (Wittmann, 1994; Schmid, 1950). Der nördliche Abschnitt der Märkter Terrasse ist von Auensedimenten der Kander bedeckt. Südwestlich von Weil am Rhein bildet die Aue der Wiese eine mehrere Meter tiefer als die Niederterrasse gelegene breite, flachwellige Ebene. Von ihr lässt sich eine geringfügig höher gelegene ältere Auenterrasse abgrenzen.

Während die Aue der nördlichen Oberrheinebene durch Mäander geprägt war, zeigte der Flusslauf zwischen Basel und Breisach aufgrund des stärkeren Gefälles eine netzartige Aufspaltung in zahlreiche Flussarme (Furkationszone). Wechselnde Strömungsverhältnisse und Wasserführung, Erosion und Akkumulation hatten eine ständige Verlagerung der flachen Rinnen und Rücken zur Folge.



Die Isteiner Schwellen aus Oberjura-Kalkstein im Rheinbett westlich von Efringen-Kirchen

Die Auenlandschaft am südlichen Oberrhein wurde durch den Menschen extrem umgestaltet. Ziel der nach Plänen des badischen Ingenieurs J. G. Tulla durchgeführten Rheinkorrektion im 19. Jh. war die Schiffbarmachung des Flusses und die Abwendung der teils verheerenden Hochwässer. Darüber hinaus konnte durch die Maßnahmen Neuland für die agrarische Nutzung gewonnen werden. Die Folgen der Eindeichung und Begradigung, die 1876 abgeschlossen wurde (Schwabe, 1992), waren eine mit der Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und Transportkraft verbundene Tiefenerosion. Bei den Isteiner Schwellen, nordwestlich von Efringen-Kirchen, wurde durch die Flusserosion das mesozoische Festgestein freigelegt. Auch in den Rheinzufüssen ist eine junge Tieferlegung durch rückschreitende Erosion zu beobachten. Diese hat im Feuerbach östlich von Efringen-

Kirchen zu einer 4 m hohen Stufe geführt (Zollinger, 1990).



Bei Hartheim blickt man entlang des Rheins nach Nordwesten zum Tuniberg – ganz links hinten sieht man den Rheinseitenkanal auf französischer Seite.

Das Wegfallen der Überflutungen und eine starke Absenkung des Grundwassers hatten erhebliche Auswirkungen auf den Naturhaushalt, die sich durch den Bau des betonierten Rheinseitenkanals in der ersten Hälfte des 20. Jh. noch verstärkten (siehe Kap.

Bodenlandschaften/Rheinaue). Der Grundwasserspiegel ist um ca. 8 m (HGK, 1975) abgesenkt worden, so dass die Grundwassermerkmale in den Böden in Form von Rostflecken als reliktsch angesehen werden müssen. Ganz im Süden, zwischen Weil am Rhein und den Isteiner Schwellen, liegen die mittleren Grundwasserstände zwischen 2,5 und 3 m u. Fl. Der Verlauf der ehemaligen Rheinarme ist in der heutigen Trockenauie in Form flacher Rinnen noch morphologisch sichtbar. Die einzigen Flächen, die heute noch eine rezente Auendynamik, d. h. regelmäßige Überflutungen aufweisen, sind die Bühnenfelder und Kiesbänke innerhalb des eingedeichten Flussbetts.

Die Rheinkorrektion und der Bau von Staustufen am südlichen Oberrhein führten zu einer Verschärfung der Hochwassergefahr entlang des Rheins unterhalb von Iffezheim. Zur Wiederherstellung der Hochwassersicherheit werden im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms Baden-Württemberg seit 2010 wieder Überflutungsflächen durch künstliche Tieferlegungen entlang des Flusslaufs geschaffen. Ausführliche Informationen zum Stand des Baus von Rückhalteräumen zwischen Weil am Rhein und Breisach finden sich auf der Homepage des Regierungspräsidiums Freiburg.



Frisch ausgekiester und schon wieder mit jungen Weiden und Pappeln bewachsener Hochwasser-Rückhalteraum westlich von Efringen-Kirchen



Blick nach Nordnordost über die Vorberge und das Feuerbachtal nordwestlich von Kandern – Hinten rechts der Südschwarzwald mit dem Blauen

Präquartäre Gesteine im Markgräfler Hügelland und auf dem Dinkelberg

Über den im Oberrheingraben abgesunkenen Deckgebirgsschollen (Trias, Jura) wurden während des Tertiärs marine, limnische und von den Grabenflanken her auch fluviatile Sedimente abgelagert. Im Zuge tektonischer Bewegungen am Grabenrand wurden die Bruchschollen unterschiedlich stark gekippt und in Teilen wieder abgetragen. Sie bilden heute die **Vorbergzone** vor dem Steilanstieg zu dem aus Kristallingestein bestehenden Südschwarzwald, von dem sie durch die Schwarzwaldrandverwerfung getrennt sind.

Die überwiegend aus Gesteinen des Tertiärs und Juras bestehenden Bruchschollen am Ostrand des südlichen Oberrheingrabens bilden zwischen Müllheim und Sulzburg ein nur ca. 2 km breites Bergland, das sich ungefähr 100–200 m über das westlich vorgelagerte Lösshügelland heraushebt (Britzingen-Ballrechter-Vorberge). Im Süden, zwischen Müllheim und Lörrach, wird dieses Tertiär- und Jurahügelland bis zu 10 km breit (Schreiner, 1991a) und reicht zwischen Bad Bellingen und Istein stellenweise bis nahe an den Rhein heran.



Blick von der Rheinaue bei Efringen-Kirchen über das Markgräfler Hügelland nach Osten zum Schwarzwald

In weiten Bereichen des tiefer gelegenen westlichen Teils des Hügellands sind die präquartären Gesteine allerdings überwiegend von Löss überdeckt. Nach Westen hin geht dieses Lösshügelland in die höher gelegene und stärker reliefierte Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone über (Lipburg-Feuerbacher Waldhügel). Die größtenteils von Löss bedeckte Oberjura-Bruchscholle des Isteiner Klotzes tritt am Rand zur Rheinebene mit steilen Hängen und markanten Felsen in Erscheinung. Zwischen diesem Gebiet und der Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone verläuft der Bamlacher Graben. Es handelt sich um eine NW–SE-gerichtete tektonische Struktur, in der ein von Haselbach, Feuerbach und Kander gequertes Hügelland aus Tertiärgesteinen ausgebildet ist. Löss und Lösslehm nehmen große Flächen ein.



Der Konglomeratblock und die daran angebrachte Tafel am Innerberg bei Müllheim weisen auf das Tertiärgestein hin, aus dem der Bergrücken aufgebaut ist: Kalkkonglomerat der Küstenkonglomerat-Formation

Verbreitete Gesteine aus dem älteren Tertiär sind die Kalkkonglomerate (Küstenkonglomerat-Formation), die beispielsweise die Scheitellbereiche der Vorberge zwischen Müllheim und Sulzburg aufbauen, aber auch weiter südlich noch in Erscheinung treten. Daneben sind es v. a. leicht verwitterbare Mergel aus dem Tertiär, die für die Bodenbildung in der Vorbergzone von Bedeutung sind (Pechelbronn-, Haguenau-, Wittelsheim- und Schliengen-Formation). Nur an wenigen Stellen fallen Felsstufen auf, die von Kalksteinschichten in den Mergeln gebildet werden. Bei Bad Bellingen, Fischingen und Lörrach treten z. T. Mergel aus dem jüngeren Oberrheingraben-Tertiär an der Oberfläche in Erscheinung (Froidefontaine-Formation). Die bei Kandern vorkommenden, vermutlich pliozänen Höhenschotter („Heubergschotter“) wurden bereits oben erwähnt.



Baugrube bei Sulzburg-Laufen mit geringmächtigem Löss über tertiärem Mergel

Gesteine des Mitteljuras haben in der Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone eine große Verbreitung. Während die Schichtköpfe und bewaldeten Hochflächen meist von den oolithischen Kalksteinen der Hauptrogenstein-Formation gebildet werden, sind die Hänge oft von Ton- und Mergelstein aufgebaut (Opalinuston-, Kandern-, Variansmergel- und Ornatenton-Formation). Örtlich können Kalksandstein- und Eisenoolithschichten ausstreichen (Murchisonae-Oolith-, Wedelsandstein- und Gosheim-Formation). Ton-, Mergel- und Karbonatgesteine des Unterjuras haben besonders bei Schliengen-Obereggenen ein kleines Verbreitungsgebiet.



Aufgelassener Steinbruch im Kalkstein der Hauptrogenstein-Formation (Mitteljura) östlich von Kandern-Riedlingen



Kalksteinfelsen der Korallenkalk-Formation (Oberjura) in der Wolfsschlucht südlich von Kandern

Gesteine des Oberjuras streichen v. a. südwestlich und westlich von Kandern sowie nördlich und nordwestlich von Efringen-Kirchen aus und bilden dort Plateaus und Steilstufen. Es handelt sich überwiegend um Kalksteine der Korallenkalk-Formation, bei Efringen-Kirchen auch der Nerineenkalk-Formation. In den Taschen und Spalten der stark verkarsteten Oberfläche des Korallenkalks haben sich Reste einer alttertiären Verwitterungsdecke erhalten. Es handelt sich um Tone mit Eisenerzkonglomeraten und Sande der Schliengen-Formation (Boluston und Huppersande). Die in Karstspalten eingespülten oder in den umgelagerten Tonen erhaltenen Bohnerze wurden über Jahrhunderte auf großen Arealen abgebaut, was zu einer starken Veränderung der Geländeoberfläche geführt hat (Werner & Gerlitzki, 2019).

Die meist bewaldeten Kalksteinflächen des Ober- und Mitteljuras (Korallenkalk-, Hauptrogenstein-Formation) sind durch Lösungsverwitterung stark verkarstet. Es entstanden viele Einsturzdolinen, die entlang von Tiefenlinien am Hang zu Dolinenschwärmen zusammengewachsen sind und dann tiefeingeschnittene Täler bilden. Die meisten Dolinen sind schon im Pleistozän oder davor entstanden, worauf das Vorkommen pleistozäner Deckschichtenfolgen an den steilen Dolinenrändern hinweist. Kleine Fließgewässer, die ihren Ursprung meist außerhalb der Karstgebiete haben, versickern beim Eintritt in den verkarsteten Gesteinsuntergrund und führen nur in regenreichen Monaten Wasser.



Durch Verkarstung entstandene Felssäulen aus Oberjurakalkstein auf dem Höhenrücken des Behlen südwestlich von Kandern

Am Ostrand der Badenweiler-Kanderner-Vorbergzone, im Übergang zu den Schwarzwaldhängen, streichen in einem schmalen Streifen die Schichtköpfe steilgestellter Trias-Schichten aus. Lokal treten permzeitliche Arkosen hinzu. Die Sand-, Ton-, Mergel- und Karbonatgesteine treten nur selten direkt bodenbildend in Erscheinung. Meist sind sie als Grobkomponenten in den die Hänge überdeckenden Fließerden enthalten, die auch Beimengungen von Gneis- und Granitgestein aus dem angrenzenden Schwarzwald führen.

Südlich von Kandern geht die Schwarzwaldrandverwerfung in die Rheintalflexur über, an der das Mesozoikum der Weitenauer Berge und des Dinkelbergs mit steilem Einfallen unter das Tertiär des Rheingrabens abtaucht. Zwischen Lörrach und Kandern streichen auch dort in einem schmalen Streifen Muschelkalk und Keupergesteine aus. Das angrenzende, überwiegend vom Buntsandstein und permzeitlichen Sedimentgesteinen aufgebaute Weitenauer Bergland, gehört bereits zur Bodengroßlandschaft Buntsandstein-Schwarzwald.



Oberer Muschelkalk bei Wollbach-Egerten (Kandern)

Im Süden markiert der westlich von Lörrach gelegene Höhenzug des **Tüllinger Bergs** den Abschluss des Markgräfler Hügellands. Er ist überwiegend aus tertiären Süßwasserschichten aufgebaut (Tüllingen-Schichten). Die darunter liegenden sandigen Sedimente der Elsässer Molasse sind von Fließerden und Rutschmassen überdeckt und spielen für die Bodenbildung keine Rolle. Charakteristisch für die Süßwasserschichten am Tüllinger Berg ist die Wechsellagerung von Mergeln mit dünnen Kalksteinbänken. Letztere treten vor allem in den oberen Hangbereichen als Stufen in Erscheinung. Der Wechsel zwischen wasserdurchlässigen Kalksteinen und z. T. mächtigen, quellfähigen Mergeln fördert die Entstehung von Hangrutschungen, die am Tüllinger Berg katastrophale Ausmaße annehmen können (Schindler, 1994, S. 743). Ein etwa 14 ha großes Rutschgelände ist östlich von Weil am Rhein anzutreffen. Die Rutschmassen sind dort auf schweizerischem Gebiet bis ins Wiesental vorgedrungen und haben den Fluss nach Osten abgedrängt.



Blick über die Südwestspitze des Tüllinger Bergs nach Norden



Abbauwand der aufgeschlossenen Plattenkalk-Formation im Oberen Muschelkalk bei Rheinfelden-Karsau

Östlich von Lörrach schließt sich der zwischen Wiese-, Rhein- und Wehratal gelegene, tektonisch stark gegliederte Bruchschollenkomplex des **Dinkelbergs** an. Die hügelige Landschaft auf dem Dinkelberg mit Höhenlagen von 300 bis über 500 m ü. NHN ist vorwiegend aus Karbonatgestein des Oberen Muschelkalks aufgebaut und intensiv verkarstet. Zwischen einer westlichen und einer östlichen Hochscholle befindet sich der ca. 8 km breite zentrale Dinkelberggraben, in dem sich neben Muschelkalk großflächig Gesteine des Unter- und Mittelkeupers und vereinzelt des Juras erhalten haben.



Hügelige, verkarstete Muschelkalk-Hochfläche auf dem Dinkelberg beim Hohen Flum südlich von Schopfheim – Hinten blickt man über das Wehratal hinweg zum Hotzenwald

Mit teils steilen Hängen fällt der Dinkelberg zu den umgebenden Tälern hin ab. Im Westen, wo der Dinkelberg durch das Tal der Wiese begrenzt wird, tauchen die mesozoischen Gesteine der Dinkelbergscholle entlang mehrerer Verwerfungen unter die tertiären und quartären Sedimente des Oberrheingrabens ab. Im Osten, wo der Dinkelberg durch das Wehratal begrenzt wird begleitet ein schmaler Streifen mit Gesteinsschollen aus Trias- und Juragestein auch noch die Ostseite des Tales.

Die Kalk- und Dolomitgesteine des Oberen Muschelkalks bilden auf dem Dinkelberg ein zertaltes Hügelland. In zahlreichen schmalen tektonischen Gräben sind Gesteine des Keupers erhalten geblieben, in die sich oft schmale Tälchen mit steilen Hängen eingeschnitten haben. Besonders im Bereich des zentralen Dinkelberggrabens findet sich Keupergestein auch flächenhaft in den höheren Lagen außerhalb der Gräben. Es handelt sich dabei vorwiegend um Ton-, Schluff- und Mergelsteine mit Zwischenlagen aus Dolomit-, Gips- und Sandsteinbänken. Kleinflächig wird der Keuper stellenweise von Kalk-, Ton- und Mergelgestein des Unterjuras überlagert.



Autobahnbaustelle östlich von Hagenbach mit schräggestellten Keuper und Unterjuraschichten

Am Nordrand des Dinkelbergs, im Übergang zum Wiesental, aber auch im Südwesten, im „Inzlinger“ und „Degerfelder Horst“, haben sich die Täler bis in die Dolomit- und Mergelgesteine des Unteren und Mittleren Muschelkalks sowie in die Sand- und Tonsteine des Buntsandsteins eingetieft. Bei Rheinfelden-Degerfelden sowie nördlich von Hasel sind an steilen Talhängen zudem Arkosen und schwach verfestigte Sandsteine der Weitenau-Formation (Rotliegend-Sedimente) angeschnitten. Am Schindelberg, nordwestlich von Inzlingen, treten auf kleinem Raum oolithische Kalk- und Mergelsteine des Mitteljuras auf. Die direkt auf Oberem Muschelkalk lagernden Mitteljuragesteine nördlich und nordwestlich von Grenzach werden als tertiäre Rutsch- und Sackungsmassen gedeutet (Wittmann 1949; Fischer et al., 1971, S. 19). Jüngere Rutsch- und Bergsturzmassen finden sich verbreitet an den steilen Muschelkalk-Hängen am Südrand des Dinkelbergs zwischen Grenzach-Wyhlen und Herten sowie an den Hängen zum Wehra- und Wiesental.



Aufschluss in den Rotliegend-Sedimenten (Weitenau-Formation) in Rheinfelden-Degerfelden

Die Verkarstung der Dinkelbergscholle führte zu Gewässerarmut sowie zur Bildung von Trockentälern und zahlreichen, vor allem im Übergang vom Unterkeuper zum Muschelkalk auftretenden Dolinen (HGK, 1975). Der nur episodisch mit Wasser gefüllte Eichener See und die begehbaren Höhlen bei Riedmatt und Hasel (Tschamberhöhle, Erdmannshöhle) sind ebenfalls Folge der intensiven Verkarstung. Kleinere Bäche haben ihren Ursprung in der Regel im Verbreitungsgebiet der tonigen Keupergesteine und verschwinden meist wieder mit dem Übertritt in den Oberen Muschelkalk. Bei außergewöhnlich starken Niederschlagsereignissen wird das Oberflächengewässernetz reaktiviert, was in den Ortschaften am Rand des Dinkelbergs, besonders in Degerfelden, katastrophenartige Überflutungen zur Folge haben kann (Disch, 1971, S. 31; Schindler, 1993a).



Verkarstete, hügelige Dinkelberg-Hochfläche mit mehreren, z. T. bereits wieder verfüllten, Dolinen bei Grenzach-Wyhlen-Rührberg



Der Eichener See auf dem nordöstlichen Dinkelberg ist eine längliche Karsthohlform, die nur nach stärkeren Niederschlägen oder nach der Schneeschmelze, wenn der Karstwasserspiegel ansteigt, vorübergehend mit Wasser gefüllt ist.

Ausgangsmaterial der Bodenbildung

Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind in den allermeisten Fällen die an der Oberfläche liegenden quartären Deckschichten unterschiedlichster Mächtigkeit und Genese. Auch in den nicht von Löss bedeckten Bereichen des Markgräfler Hügellands und des Dinkelbergs wird das verwitterte Festgestein von periglazialen Deckschichten überlagert. Nur in exponierten Erosionslagen, wie steilen Oberhängen und stark konvexen oder felsigen Hangabschnitten, hat sich der Boden direkt aus dem Festgestein gebildet.

Als Folge der im periglazialen Frostwechselklima der letzten Kaltzeiten abgelaufenen Formungsprozesse sind als Ausgangsmaterial der Bodenbildung flächenhaft Fließerdedecken entstanden. Bei dem als Solifluktion bezeichneten Vorgang wurde während der sommerlichen Auftauphasen das wassergesättigte, oberflächennahe Lockermaterial über dem gefrorenen Untergrund durch Bodenfließen hangabwärts bewegt. Vielfach wurde dabei das durch Frostverwitterung gelockerte Ausgangsgestein mit aufgewehtem Löss vermischt. Auch in ebener Lage kam es durch den ständigen Wechsel von Auftauen und Wiedergefrieren zur Durchmischung der oberflächennahen Lockersubstrate und somit zur Entstehung eigenständiger Deckschichten (Solimixtion). Die oft mehrgliedrigen Fließerdedecken lassen sich in Deck-, Mittel- und Basislage unterteilen. Die stark vom Relief abhängigen Deckschichtenkombinationen sind für das Bodenmuster und die Bodeneigenschaften entscheidend.

Das jüngste pleistozäne Deckschichtenglied ist die **Decklage**, die der **Hauptlage** nach Ad-hoc-AG Boden (2005a, S. 180 f.) entspricht. Es handelt sich dabei um ein durch Solifluktion oder Solimixtion homogenisiertes Gemisch aus aufgearbeitetem Liegendmaterial und einer mehr oder weniger deutlichen, schluffig-feinsandigen, äolischen Komponente. Charakteristisch ist ihre Mächtigkeit von 30–60 cm, die auf landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Bodenerosion meist deutlich reduziert ist. Nicht selten ist die Decklage auch in heute bewaldeten Gebieten weniger als 30 cm mächtig, was auf Bodenerosion infolge von Rodungen, mittelalterlicher Waldweide und anderen anthropogenen Eingriffe zurückzuführen ist. Die von Moll in: Genser & Moll (1963) beschriebene 30–40 cm mächtige Schlufflehmzone, die auf dem Dinkelberg unabhängig vom Ausgangsgestein große Verbreitung besitzt, dürfte wohl der Decklage entsprechen und nicht ausschließlich auf Lessivierung zurückzuführen sein. Auch auf den ausgedehnten, annähernd ebenen Niederterrassenflächen im Hochrheintal und in der Oberrheinebene konnte sich im Spätwürm durch Solimixtion eine Decklage entwickeln. Durch häufige Frostwechsel hat sich eine mehr oder weniger deutliche, feinsandig-schluffige, äolische Komponente mit dem aufgearbeiteten Liegendmaterial vermischt. Sie besitzt i. d. R. eine Mächtigkeit von 20–40 cm und ist durch geringeren Kiesgehalt, geringere Lagerungsdichte und höheren Schluffgehalt deutlich vom unterlagernden Kieskörper der Niederterrasse zu unterscheiden. Nach der bei Friedmann (2000, S. 115 ff.) dargelegten spät- und postglazialen Waldgeschichte des südlichen Oberrheingebiets herrschten dort in der Jüngeren Tundrenzeit lichte Kiefernwälder mit eingesprengten Birken vor. Das Vorhandensein der Decklage legt aber nahe, dass es zumindest zeitweise Phasen mit Dauerfrostboden oder langanhaltendem saisonalen Frost und Anwehung äolischer Sedimente in einer unbewaldeten Landschaft gegeben haben muss.

Unter der Decklage befindet sich in geneigten Lagen häufig die z. T. mehrschichtige **Basislage**. Sie enthält keine äolische Komponente und besteht ausschließlich aus solifluidal aufgearbeitetem, liegendem oder hangaufwärts anstehendem Gesteinsmaterial. Das Vorherrschen von Ton-, Mergel- und Karbonatgestein führte zu einer meist tonigen Ausbildung der Basislage, die oft dicht gelagert ist und hangparallel eingeregelt, gröbere Gesteinskomponenten enthält. Die Mächtigkeit ist sehr unterschiedlich und nimmt i. d. R. vom Oberhang zum Hangfuß hin zu. Am Westabfall des Schwarzwalds sind bei Kandern, Schliengen-Obereggenen und Badenweiler mehrere Meter mächtige pleistozäne Solifluktionsdecken erhalten, die neben umgelagertem Terrassenschotter auch grobe Komponenten aus Granit und Gneis sowie Gesteinsschutt von Muschelkalk und Buntsandstein führen.

Der Begriff „Basislage“ wurde in der Regel nur für verwittertes und umgelagertes Festgestein angewendet. In Kiesverwitterungslehmen, Seesedimenten und Moränenablagerungen hat sicherlich ebenfalls Solifluktion und Solimixtion stattgefunden. Eine Unterscheidung gegenüber in situ verwittertem Material ist jedoch bei der Bodenkartierung in solchen Substraten meist nicht möglich.

Zwischen Deck- und Basislage ist als weiteres Deckschichtenglied oft die **Mittellage** ausgebildet, welche neben aufgearbeitetem Liegendmaterial einen deutlichen Lösslehmgehalt besitzt. Ihr Auftreten ist an Reliefpositionen gebunden, in denen sich während der pleistozänen Kaltzeiten Löss ablagern und erhalten konnte. Es sind dies vor allem die Hanglagen im Markgräfler Hügelland östlich der Lössgebiete, die Beckenlage des Klettgauer Tals sowie die Flachhänge und ebenen Scheitellagen im Bereich der mittel- und frühpleistozänen Schotterablagerungen. Auch auf der hügeligen Dinkelberghochfläche sind Mittellagen weit verbreitet. Im Randbereich ihrer Verbreitung beschränken sich die Vorkommen auf ost- bis nordostexponierte Mittel- und Unterhänge.

Mit dem Begriff **Hangschutt** wurden skelettreiche Deckschichten an den Steilhängen im Verbreitungsgebiet mesozoischer Festgesteine bezeichnet. Meist handelt es sich um Karbonatgesteinsschutt im Muschelkalk- und Juragebiet. Es kommen aber auch Hangschuttdecken aus Sandsteinen (Buntsandstein, Perm) oder Konglomeraten (Deckenschotter) vor. Bei der Entstehung spielten neben der Solifluktion auch gravitative Massenverlagerungen und Abschwemmungen eine Rolle. In Hangbereichen, in denen holozäne Rutschungen stattgefunden haben, bilden junge **Rutschmassen** das Ausgangsmaterial der Bodenentwicklung.

Der oben beschriebene **Löss** ist nicht nur im Markgräfler Hügelland weit verbreitet, er tritt auch im Hochrheintal, am Südrand des Dinkelbergs, auf. Auf der Niederterrasse des südlichen Oberrheins fand sich mehrere Meter mächtiger Löss kleinflächig als Überdeckung der Terrassenschotter bei Buggingen-Seefeldern. Er geht dort randlich in **Schwemmlöss** über. Ein kleines Vorkommen von **Lösssand** fand sich auf der Niederterrasse im Norden der Bodengroßlandschaft bei Hartheim. Ein ähnliche Verbreitung wie die lösslehmreichen Fließerden (Deck- über Mittellage) besitzt der **Lösslehm**, bei dem es sich vermutlich ebenfalls häufig um mehrschichtige, solifluidal umgelagerte Substrate handelt, in denen allerdings keine Fremd Beimengung erkennbar ist. Mächtige Mittellagen bzw. Fließerdefolgen aus Decklage über z. T. mehrgliedriger Mittellage mit wenig Fremdmaterial waren bei der Kartierung schwer von Lösslehmdecken zu trennen und gehen fließend in diese über.

Im Spätglazial schnitt sich der Rhein bedingt durch eine höhere und gleichmäßigere Wasserführung und verringerte Sedimentfracht in den Schotterkörper ein. Lokale tektonische Hebungen haben die Tiefenerosion wahrscheinlich zusätzlich verstärkt. Die höher gelegene Niederterrasse wurde in der Folge nur noch entlang der Randgerinne am Fuße des Hügellandes bei Hochwasser überflutet, wobei tonig-lehmige und schluffige **Hochflutsedimente** abgelagert wurden. Die Zusammensetzung dieser Hochflutlehme deutet im Wesentlichen auf die Aufarbeitung von Lössbodenmaterial hin.

Südöstlich von Breisach und kleinflächig nördlich von Hartheim finden sich auf der Niederterrasse kalk- und schluffreiche, örtlich kiesige Hochflutsedimente des Rheins. Im Bereich der dort abzweigenden Flussarme des Ostrheins wurden diese dort bis ins Holozän hinein abgelagert (vgl. Kayser & Mäckel, 1994).

Das südliche Oberrheingebiet, das Hochrheingebiet und der Klettgau gehören zu den altbesiedelten Landschaften, in denen schon seit der Jungsteinzeit Ackerbau betrieben wird. Die lang andauernde landwirtschaftliche Nutzung hat zur Erosion der Oberböden in hängigen Lagen geführt. Das abgetragene Bodenmaterial, die so genannten **holozänen Abschwemmmassen**, finden sich in den Talmulden und Senken des Hügellands, auf der angrenzenden Niederterrasse sowie am Hangfuß und auf Schwemmfächern im Hochrheintal und im Klettgauer Tal wieder. Oft überlagern sie pleistozänen Schwemmlöss oder andere Schwemmsedimente. Vom Vorfluter weiter transportierte Abschwemmmassen wurden als **Auenlehm** im Überflutungsbereich der Fließgewässer wieder abgelagert.



Kalkhaltiges pseudovergleytes Kolluvium aus holozänen Abschwemmassen im Markgräfler Hügelland bei Schliengen-Liel

Für das südliche Oberrheingebiet konnte Friedmann (2000, S. 187 ff.) in Abhängigkeit von der Klimaentwicklung und der wechselnden Intensität des anthropogenen Einflusses, insbesondere der Rodungstätigkeiten, verschiedene Phasen verstärkter Bodenerosion und damit Kolluvien- und Auenlehmbildung feststellen. Intensiven Bodenabtrag gab es demnach erstmals im Endneolithikum und in der frühen Bronzezeit. Nach einer Phase geringer Bevölkerungsdichte fanden in der Latène- und Römerzeit erneut großflächige Rodungen mit einer massiven Ausweitung von Ackerbau, Weinbau und Viehwirtschaft statt. Außerdem erfolgte zu jener Zeit ein Vordringen in die Schwarzwaldtäler und eine Intensivierung des Bergbaus. Nach einer weiteren Phase geringer anthropogener Eingriffe in die Landschaft während der Völkerwanderungszeit mit teilweiser Wiederbewaldung setzten sich die Rodungen und die Intensivierung landbaulicher Tätigkeiten im Mittelalter und in der frühen Neuzeit fort. Besonders im angrenzenden Schwarzwald führten raubbauartige Waldnutzung, Bergbau und Ausdehnung der Landwirtschaft damals zu einer flächenhaften Waldzerstörung und hohen Erosionsraten. Seit der Einführung der geregelten Forstwirtschaft im 19. Jh. wurde im Schwarzwald und in den höheren Lagen der Vorberge wieder aufgeforstet und die Böden damit stabilisiert. Die intensive mechanisierte Land- und Weinbauwirtschaft auf den übrigen Flächen führte im reliefierten Gelände wiederum zu starker Bodenerosion.

Den Talausgängen der Dinkelbergbäche sind im Hochrheintal schwemmfächerartig ausgebreitete Auenlehme (Schwemmlehme) mit nach außen abnehmender Mächtigkeit vorgelagert. In einer ähnlichen Situation überdecken Auensedimente der Kander die Auenterrasse des Rheins westlich von Eimeldingen. Kleinere Bäche aus dem Markgräfler Hügelland versickern z. T. beim Erreichen der kiesigen, durchlässigen Niederterrassenfläche. Häufig wurden die unteren Bachläufe wie die des Klemmbachs oder des Sulzbachs (Burg, 2008, S. 131 f.) mehrfach künstlich verlegt und zur Bewässerung oder Wiesenwässerung genutzt.

Während die Substratzusammensetzung der Auenlehme im Markgräfler Hügelland, Dinkelberg und Klettgau je nach Einzugsgebiet stark schwankt, dominiert in der jungen Aue des Hochrheins ein kalkreicher **Auensand**, der auf sandig-kiesigem holozänem Flussbettsediment lagert. Auf den höher gelegenen, heute nicht mehr überfluteten älteren Auenterrassen ist dagegen lehmig-sandiger, entkalkter **älterer Auenlehm** und **-sand** verbreitet. Auch die Hochwasserablagerungen der Wiese bei Weil am Rhein sind durch einen hohen Sandgehalt geprägt. Die feinsandig-schluffigen Auensedimente am südlichen Oberrhein liegen mit einer Mächtigkeit von stellenweise über einem Meter auf jungen, sandig-kiesigen Flussbettsedimenten. Insgesamt sind die Auenablagerungen dort kalkreich und besitzen z. T. sehr hohe Kiesgehalte.



Auengley-Brauner Auenboden aus über 2 m mächtigem Auenlehm im Dinkelberggebiet nordwestlich von Rheinfelden-Degerfelden

Im Hochrheintal zwischen Waldshut-Tiengen und Lottstetten treten in Rinnen und Randsenken von Niederterrassen und Auenterrassen kleinflächig **Niedermoortorfe** und von geringmächtigem Auenlehm oder Abschwemmassen überdeckte **tonige Altwassersedimente** auf. Weitere Torfbildungen sind am Oberrhein in Randrinnen am Fuß des Hochgestades bei Eimeldingen und Efringen-Kirchen zu finden. Eine kleinräumige Besonderheit ist ein kleines Hangmoor nördlich von Kandern-Wollbach. Eine weitere Einzellerscheinung ist holozäner **Kalktuff** am Rand der Auenterrasse bei Hohentengen.



Erdfall infolge von Tunnelerosion im Markgräfler Hügelland südlich von Schliengen-Obereggenen

Durch besondere bodenkundliche und geologische Gegebenheiten kommt es im Eggener Tal bei Schliengen-Obereggenen zu einer interessanten Erosionserscheinung. Auf den verkarsteten Hochflächen des Rüttenen versickert das Niederschlagswasser schnell in den Gesteinsklüften der Mitteljura-Kalksteine und trifft auf den darunter liegenden, wasserundurchlässigen Opalinuston. Hangabwärts entsteht im Grenzbereich zwischen lösslehmreichen Deckschichten und den dichten Tonfließerden aus Opalinuston-Material ein ausgeprägter lateraler Hangwasserzug (Zwischenabfluss, Interflow). In den über dem Ton liegenden lösslehmhaltigen Fließerden werden vorhandene Hohlräume wie z. B. Wurzel- und Maulwurfsgängen vom Hangzugwasser ausgeweitet, wodurch relativ stabile unterirdische Röhren entstehen. Man spricht dabei von Tunnelerosion (Botschek, 1996) oder Pseudokarst. Reichen diese Bahnen nahe an die Geländeoberfläche heran und können die unterirdischen Röhren das Wasser nicht mehr aufnehmen, kommt es entlang von vorhandenen Hohlräumen zu einer Art von Auskolkung Richtung Bodenoberfläche und im weiteren Verlauf zur Bildung von kleinen, bis 2 m tiefen Erdfällen. Am Nordhang des Rüttenen treten diese sehr zahlreich auf.

Auch am Gegenhang, nördlich des Aubächles sind in lösslehmreichen Deckschichten über Tonfließerden aus Unterjura- und Keupermaterial mehrere Sinklöcher zu finden. Ein Erdhügel mit nahezu kegelförmigen Aufriss und einem Quellaustritt am Scheitelpunkt steht mit den Sinklöchern und der Tunnelerosion in Zusammenhang. Die Quelle wird vermutlich von Hangzugwasser gespeist und der ca. 3 m hohe Kegel wurde über einen längeren Zeitraum aus mitgeführtem Bodenmaterial der Tunnelerosion aufgeschüttet (Krause, 2003).



Eggener Tal bei Schliengen-Obereggenen – Im Zusammenhang mit der Tunnelerosion entstandener flacher Erdhügel mit Quellaustritt im Scheitelpunkt

Landnutzung

Aufgrund der Klima- und Bodengunst werden etwa zwei Drittel der Fläche außerhalb der Siedlungen im Gebiet der Bodengroßlandschaft mehr oder wenig intensiv agrarisch genutzt. Neben dem Ackerbau spielen am südlichen Oberrhein auch Weinbau, Obstbau und Sonderkulturen eine wichtige Rolle. Rund ein Drittel des Gebiets, v. a. in der Aue des Oberrheins, in den höheren Lagen des Markgräfler Hügellands und auf dem Dinkelberg, wird von Wald eingenommen. In den Wäldern der Hügel- und Hanglandschaften verbreitet vorkommende erodierte Böden sowie Reste von Terrassenanlagen zeigen, dass die wein- und landbaulich genutzten Flächen in früheren Zeiten ausgedehnter waren als heute.



Spargelanbau in der Oberrheinebene bei Müllheim-Hügelheim

Landnutzung in der Bodengroßlandschaft Südliches Oberrheinisches Tiefland, Hochrheingebiet und Klettgau (generalisierte ATKIS-Daten des LGL Baden-Württemberg)



Auenwald in dem schmalen, noch vom Rhein überschwemmten Uferstreifen westlich des Hochwasserdamms bei Neuenburg-SteinStadt

In den Wäldern entlang des südlichen Oberrheins haben die Flussbaumaßnahmen seit dem 19. Jh. und die damit verbundene Grundwasserabsenkung zu einer extremen Veränderung der ursprünglichen Vegetation geführt. Die auf Grundwasseranschluss und Überschwemmungen angewiesene Vegetation der Weichholz-Auenwälder findet sich nur noch in dem schmalen Streifen der Bühnenfelder innerhalb des Rheindamms, wo sie zum Rhein hin in die krautige Pioniervegetation des Uferbereichs übergeht.

In der heutigen Trockenaue sind auf Böden aus kiesarmen Feinsedimenten mit ausreichendem Wasserspeichervermögen noch Folgebestände des eichenreichen Hartholzauenwalds erhalten (Reif et al., 2000). Auf sehr trockenen Kiesböden kümmern die Bäume jedoch und die Baumschicht wird lückig. In den 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts wurden große Bereiche des abgestorbenen Auenwalds entfernt und hauptsächlich mit Kiefernkulturen aufgeforstet (Vogel, 1969). Diese zeigen aber nur eine gute Wüchsigkeit, wenn die sich stark entwickelnde Strauchschicht und die Schlingpflanzen regelmäßig ausgelichtet werden.



Blick vom Hellberg bei Bad Bellingen nach Nordwesten in die Rheinebene – Die Autobahn A5 verläuft durch die bewaldete Rheinaue. Die Industrieanlagen im Hintergrund befinden sich bereits auf elsässischer Seite.

Im Osten, wo die Aue an die am Hochgestade aufgereihten Siedlungen stößt, wird sie heute vielfach ackerbaulich genutzt. Die angrenzende nahezu waldfreie Niederterrassenebene ist durch intensiven Ackerbau und große Areale mit Sonderkulturen (Saatmais, Spargel, Erdbeeren) geprägt. Die landwirtschaftlichen Kulturen müssen jedoch bei Trockenheit während der Hauptvegetationszeit künstlich bewässert werden. Größere auf der Niederterrasse gelegene Waldgebiete finden sich nur im Norden bei Breisach-Gündlingen.



Ackerbaulich genutzte Rheinaue nördlich von Neuenburg

Weinbau gibt es im Markgräfler Land seit der Römerzeit. Seine maximale Ausdehnung hatte er im 17. Jh. (Sick, 1994). Heute beschränken sich die Rebflächen auf die besten Lagen. Die typische Rebsorte im Weinbaubereich Markgräfler Land ist der Gutedel. Er findet auf den tiefgründigen Lössböden mit ihrem hohen Wasserspeichervermögen beste Voraussetzungen. Besonders im Norden des Markgräfler Hügellands sind die Weinberge landschaftsprägend. Die lössbedeckten Hügelrücken und Hänge zwischen Müllheim, Heitersheim und Sulzburg sind fast durchweg mit Reben bestockt, während die frostgefährdeten, dazwischen liegenden Talgründe ackerbaulich genutzt werden. Nach Süden hin dominiert der Weinbau besonders an den Steilhängen zur Rheinebene, wo zwischen den lössreichen Fließerden tertiäre Kalk- und Mergelsteine oft bis nahe an die Geländeoberfläche heranreichen. Im östlich anschließenden Hügelland ist der Ackerbau vorherrschend. Auch Obstbau ist weit verbreitet. Schwerpunkte finden sich beispielsweise bei Schliengen-Liel und -Niedereggenen sowie auf dem Gemeindegebiet von Efringen-Kirchen.



Weinbau im Lösshügelland bei Sulzburg-Laufen



Weinberge am Südhang der Hohen Schule bei Kandern-Tannenkirch – Weiter hinten blickt man auf das lössbedeckte Hügelland südlich von Bad Bellingen

Die Vorberge am Schwarzwaldrand zwischen Sulzburg und Badenweiler werden ebenfalls stark vom Weinbau dominiert, wogegen die südlich angrenzenden, höher gelegenen Badenweiler-Kanderner Vorberge in weiten Bereichen von Laub- und Mischwäldern bestanden sind. An den ortsnahen Hängen bestimmen dort Grünland und Streuobstwiesen das Landschaftsbild. Sonnhänge werden z. T. weinbaulich genutzt. Nur in den flacheren Lagen der Unterhänge und auf den wenigen Lössböden wird Ackerbau betrieben.

Auch die SW-Hänge des Tüllinger Bergs am Südrand des Rheingrabens sind noch durch den Weinbau geprägt, wogegen die früher weit verbreiteten Weinberge an den Südhängen des Dinkelbergs weitgehend aufgelassen sind und sich heute auf wenige kleine Lagen bei Rheinfeldern-Herten und Grenzach-Wyhlen beschränken. Der namensgebende Dinkel fand als anspruchslose Getreideart auf den flachgründigen Muschelkalkböden in früherer Zeit große Verbreitung. Heute sind weite Bereiche der Dinkelberglandschaft bewaldet. Um die eingestreuten, überwiegend kleineren Ortschaften findet sich, meist in Abhängigkeit von Relief und Bodeneigenschaften, ein Wechsel von Acker- und Grünland. Für die landwirtschaftlich genutzten Flächen im Hochrheintal und im Klettgauer Tal sind Ackerbau sowie obst- und gartenbauliche Nutzung kennzeichnend. Waldgebiete und Grünlandflächen nehmen weniger Raum ein. Sie finden sich oft auf den höher gelegenen Bereichen am Talrand.

Klima

Die Verteilung der jährlichen Niederschlagsmengen im südlichen Oberrheingebiet wird durch die Lage im Regenschatten der Vogesen und den Steigungsregen am südwestlichen Schwarzwaldrand sowie durch die Öffnung der Landschaft nach Südwesten zur Burgundischen Pforte hin bestimmt (REKLIP, 1995). Daraus resultieren starke Gradienten der Jahresmittel in W–O-Richtung. Die Rheinaue zwischen Neuenburg a. Rh. und Breisach a. Rh. gehört zu den trockensten Gebieten in Baden-Württemberg. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen dort nur 700–750 mm. Im nördlichen Abschnitt, bei Hartheim, liegen sie zum Teil auch darunter (670–700 mm). Im übrigen Gebiet der südlichen Oberrheinebene betragen die mittleren Jahresniederschläge meist zwischen 750 und 830 mm. Im Markgräfler Hügelland steigen sie von West nach Ost rasch von 830 auf über 1150 mm am Schwarzwaldrand an. Einen großen Teil der Niederschläge am südlichen Oberrhein machen sommerliche Gewitterregen aus. Bleiben diese aus, sind Trockenschäden die Folge.

Durch das Fehlen des Staueffekts der Vogesen ganz im Süden des Oberrheingrabens, bzw. aufgrund der Öffnung zur Burgundischen Pforte, liegen die jährlichen Niederschlagswerte im Raum Lörrach, am Rand des Dinkelbergs und im vorderen Hochrheintal überwiegend bei 900–1100 mm. Nach Nordosten, zum nordöstlichen Dinkelberg, steigen sie deutlich auf über 1200 mm an. Im östlich anschließenden Hochrheintal und Klettgauer Tal betragen die Jahresdurchschnittsniederschläge überwiegend 1000–1100 mm. An der Südabdachung des Schwarzwalds liegen sie darüber. Im Osten des Hochrheintals, bei Jestetten und Hohentengen sowie im Klettgau gehen die Jahresdurchschnittsniederschläge im Regenschatten des Südschwarzwalds wieder auf unter 1000 mm zurück.

Die südliche Oberrheinebene, das vordere Hochrheintal sowie die Südlagen im Markgräfler Hügelland und am Dinkelberg gehören zu den wärmsten Gebieten Deutschlands. Die Temperaturverteilung ist in erster Linie von der Geländeöhe abhängig, die sich zwischen 195 m ü. NHN in der Rheinaue südlich von Breisach und ca. 600–700 m ü. NHN am Schwarzwaldfuß südlich von Badenweiler bewegt. Aus diesem Grund ist in der südlichen Oberrheinebene auch bei den Jahresdurchschnittstemperaturen ein deutlicher West–Ost-Gradient festzustellen. Sie liegen in der Rheinebene zwischen Efringen-Kirchen und Breisach sowie in den unteren Lagen des Markgräfler Hügellands bei 11 °C. Im höher gelegenen Hügelland und im Raum Lörrach/Weil am Rhein erreichen sie 10 °C, im Übergang zum Schwarzwald sind es 9–10 °C. Auch das Hochrheintal weist überwiegend Jahresdurchschnittstemperaturen von rund 10 °C auf. In höheren Lagen des Dinkelbergs, am Rand des Südschwarzwalds, im Klettgau und im östlichen Hochrheintal sind es noch 9–10 °C.

Eine besondere klimatische Situation ist im Oberrheingebiet bei Inversionslagen im Winterhalbjahr gegeben, wenn es zur Umkehr der Temperaturverhältnisse kommt. In der Ebene sind dann tiefere Temperaturen zu verzeichnen als in den höheren, über einer Nebeldecke gelegenen Gebieten. Ein regionales Windsystem ist der sog. Möhlin-Jet. Aus dem Fricktal (CH) von Südosten abfließende winterliche Kaltluft passiert dabei eine Engstelle im Hochrheintal bei Bad Säckingen, was zu einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit führt. Der Möhlin-Jet sorgt im vorderen Hochrheintal und im Raum Basel im Winter für Nebelauflösung und eine hohe Sonnenscheindauer. Weitere lokale Windsysteme und reliefbedingte, kleinklimatische Besonderheiten haben ein differenziertes Muster der Temperaturverteilung zur Folge (Zollinger, 1998).

Die jährliche Klimatische Wasserbilanz zeigt ebenfalls einen deutlichen Gradienten von der Rheinebene zum Schwarzwald. In der Ebene zwischen Neuenburg am Rhein und Breisach am Rhein liegt sie bei +100 bis +200 mm. Im südlichen Abschnitt zwischen Weil am Rhein und Efringen-Kirchen bei +200 bis +300 mm. Im Markgräfler Hügelland steigt sie mit der Höhenlage von +200 auf +600 mm, auf dem Dinkelberg bis +800 mm an. In den Tieflagen des Hochrheintals ändert sich die jährliche Klimatische Wasserbilanz von überwiegend +500 bis +600 m im Westen auf +400 bis +500 mm im östlichen Hochrheintal und im Klettgauer Tal. Die Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr zeigt für die trocken-warme Rheinebene zwischen Neuenburg am Rhein und Breisach am Rhein negative Werte (-100 bis 0 mm). Im übrigen Gebiet liegt sie bei 0 bis +200 mm. Nur in den höheren Lagen des Dinkelbergs und der Vorbergzone, im Übergang zum Schwarzwald liegen die Werte darüber (+200 bis +300 mm).

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

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

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

Zur bodenkundlichen Beschreibung der Bodengroßlandschaft:

- Bodenlandschaften
- Bodeneigenschaften
- Bodenbewertung

Weiterführende Links zum Thema

- [Integriertes Rheinprogramm \(IRP\)](#)
- [Integriertes Rheinprogramm, Rückhalteräume, Abschnitt Weil–Breisach](#)
- [Weinbaubereich Markgräfler Land \(PDF\)](#)
- [EU-Projekt GeORG: Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben](#)
- [Boden, Böden, Bodenschutz \(PDF\)](#)
- [LUBW – Boden](#)
- [Landschaften und Böden im Regierungsbezirk Freiburg \(PDF\)](#)
- [LEO-BW Hochrheingebiet](#)
- [LEO-BW Markgräfler Rheinebene](#)
- [LEO-BW Markgräfler Hügelland](#)

Literatur

- Ad-hoc-AG Boden (2005a). *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5. Aufl., 438 S., Hannover.
- Bausch, W. & Schober, T. (1997). *Erläuterungen zum Blatt 8316/8416 Klettgau / Hohentengen am Hochrhein*. – Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 287 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Becker, A. & Angelstein, S. (2004). *Rand- und subglaziale Rinnen in den Vorbergen des Süd-Schwarzwaldes bei Bad Säckingen, Hochrhein*. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 54, S. 1–19.
- Bibus, E. & Pasda, C. (1991). *Zur feinstratigraphischen Gliederung und Einstufung eines Artefaktfundes im Lößprofil Heitersheim (Südbaden)*. – *Quartär*, 41, S. 195–202.
- Bleich, K. E., Hädrich, F., Hummel, P., Müller, S., Ortlam, D. & Werner, J. (1982). *Paläoböden in Baden-*

Württemberg. – Geologisches Jahrbuch, Reihe F, 14, S. 63–100.

- Bludau, W., Groschopf, R. & Schreiner, A. (1994). *Ein Riß-Interstadial bei Riedmatt am Hochrhein*. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 76, S. 295–323.
- Boll, M. & Fleck, W. (1994). *Blatt 8311 Lörrach, Karte und Tabellarische Erläuterung*. – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 45 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Boll, M. & Krause, W. (2004). *Erläuterungen zu Blatt 8413 Bad Säckingen*. – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 140 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Boll, M. & Rilling, K. (1998). *Blatt 8315 Waldshut-Tiengen, Karte und Tabellarische Erläuterung*. – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 45 S., Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Botschek, J. (1996). *Tunnelerosion - unterirdischer Abtrag von Boden und Substrat*. – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 79, S. 359–362.
- Burg, H. (2008). *Die Landschaftsentwicklung im südlichen Oberrheingebiet – Eine geoarchäologische Untersuchung im Sulzbachtal, nördliches Markgräflerland*. – Freiburger Beiträge zur Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends, 15, S. 1–174.
- Disch, F. (1971). *Studien zur Kulturgeographie des Dinkelbergs*. – Forschungen zur deutschen Landeskunde, 192, S. 1–265.
- Fingerlin, G. (1991). *Ur- und Frühgeschichte auf Grund der archäologischen Quellen*. – Hoppe, A. (Hrsg.). *Das Markgräflerland – Entwicklung und Nutzung einer Landschaft*, S. 65–116, Freiburg i. Br. (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 81).
- Fischer, H., Hauber, L. & Wittmann, O. (1971). *Blatt 1047 Basel – Erläuterungen*. – Geol. Atlas Schweiz 1 : 25 000 (Atlasbl. 59), 55 S., Bern.
- Fleck, W., Thater, M. & Zwölfer, F. (1997). *Exkursion D8: Landkreis Lörrach*. – *Exkursionsführer zur Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1997*. – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 82, S. 383–421.
- Friedmann, A. (2000). *Die spät- und postglaziale Landschafts- und Vegetationsgeschichte des südlichen Oberrheintieflands und Schwarzwalds*. – Freiburger Geographische Hefte, 62, S. 1–222.
- Genser, H. & Moll, W. (1963). *Geologisch-bodenkundliche Notizen zu Schlagbohrungen und Schürfen im westlichen Dinkelberg*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 53, S. 225–231.
- Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1975). *Ökologische Standortseignungskarte 1: 25 000 – Grundlage für die Vorplanung zur Landentwicklung im Verflechtungsbereich Lörrach (Südbaden)*, 2 Kt. [Westl. u. östl. Teil] Freiburg i. Br.
- Geyer, O. F., Schober, T. & Geyer, M. (2003). *Die Hochrhein-Regionen zwischen Bodensee und Basel*. – Sammlung geologischer Führer, 94, XI + 526 S., Stuttgart (Borntraeger).
- Graul, H. (1962a). *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel*. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 13, S. 181–196.
- Graul, H. (1962b). *Geomorphologische Studien zum Jungquartär des nördlichen Alpenvorlands. Teil I: Das Schweizer Mittelland*. – Heidelberger Geographische Arbeiten, 9, S. 1–104.
- HGK (1975). *Dinkelberg-Hochrhein (Markgräfler Land – Weitenauer Vorberge – Wiesental – Dinkelberg – Hochrhein – Wehratal)*. – Hydrogeologische Karte Baden-Württemberg, 71 S., 5 Karten, Freiburg i. Br. (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Hofmann, F. (1981). *Erläuterungen zu Blatt Neunkirch*. – Schweiz. geol. Komm. (Hrsg.). Geol. Atlas d. Schweiz 1 : 25 000, 49 S., Basel.
- Hädrich, F. (1980). *Paläoböden im südlichen Oberrheingebiet*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 70, S. 29–48.
- Hädrich, F. (1985). *Löss- und Paläoböden im südlichen Oberrheingebiet*. – Schreiner, A. & Metz, B. (Hrsg.). *Exkursionsführer der 22. Wiss. Tagung der Deutschen Quartärvereinigung Septembter 1985 in Freiburg i. Br.*, 1, S. 71–88, Freiburg i. Br.
- Hädrich, F. & Schindler, J.-W. (1993). *Böden*. – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). *Der Landkreis Lörrach*, 1, S. 62–70, Sigmaringen.
- Hädrich, F. & Stahr, K. (2001). *Die Böden des Breisgaus und angrenzender Gebiete*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 91, S. 1–138.
- Kayser, S. & Mäkel, R. (1994). *Fluviale Geomorphodynamik und Reliefentwicklung im Ostrheingebiet*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 82/83, S. 19–57.
- Krause, W. (2003). *Erläuterungen zu Blatt 8211 Kandern*. – Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 203 S., Freiburg i.

- Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
- Krause, W. (2004). *Erläuterungen zu Blatt 8111 Müllheim*. –Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 133 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
 - Landratsamt Waldshut (2001). *Erkundung der Grundwasserleiter und Böden im Hochrheintal – Ergebnisse und Karten*. 101 S., 29 Karten. [Karten verfügbar unter: <http://grundwasserleiter-hochrhein.de>]
 - Leser, H. (1979). *Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 25 000*. – Blatt 4, 8313 Wehr, 60 S., Berlin.
 - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2012). *Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg*. 4. erw. Ausg., Karlsruhe.
 - Moll, W. (1964). *Übersichtskarte der Bodentypen im südlichen Oberrheingebiet mit Erläuterungen, I. Abschnitt Basel–Staufen (Maßstab 1 : 70 000)*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 54(1), S. 135–156.
 - Mäckel, R. (2014). *Die Naturräume um Freiburg im Breisgau – Ein Handbuch für die Gestaltung Geographischer Exkursionen*. – Freiburger Geographische Hefte, 74, S. 1–430.
 - Pfannenstiel, M. & Rahm, G. (1963). *Die Vergletscherung des Wutachtales während der Rißeiszeit*. –Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 53, S. 5–61.
 - Pfannenstiel, M. & Rahm, G. (1964). *Die Vergletscherung des Wehratales und der Wiesetäler während der Rißeiszeit*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 54, S. 209–278.
 - REKLIP, Trinationale Arbeitsgemeinschaft Regio-Klima-Projekt (1995). *Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd*. 212 S., 92 Kt., Zürich.
 - Rahm, G. (1989). *Die ältere Vereisung des Schwarzwaldes und der angrenzenden Gebiete*. – Liehl, E. (Hrsg.). Der Schwarzwald, 4. Aufl., S. 36–58, Bühl/Baden.
 - Reif, A., Zimmermann, R. & Späth, V. (2000). *Vegetation der Auenwälder am südlichen Oberrhein*. – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.). Vom Wildstrom zur Trockenau – Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein, S. 117–152, Rastatt.
 - Rilling, K. & Boll, M. (2000). *Erläuterungen zu Blatt 8411 Weil am Rhein, 8412 Rheinfeldern (Baden)*. –Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 161 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
 - Rilling, K. & Boll, M. (2002). *Erläuterungen zu Blatt 8316 Klettgau*. –Bodenkt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 213 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau).
 - Roedig, K.-P. (1964). *Bodentypen und Standorte im westlichen Dinkelberg und am Westrand der Weitenauer Vorberge*. –Diss. Univ. Freiburg i. Br., 95 S., Freiburg i. Br.
 - SOLUM, Büro für Boden und Geologie (1994). *Programmgebiet Klettgaurinne – Bericht zur bodenkundlichen Kartierung – hergestellt im Auftrag des Amtes für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Waldshut*. 43 S., Freiburg i. Br. [unveröff.]
 - Schindler, J.-W. (1993a). *Oberflächenformen*. – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). Der Landkreis Lörrach, 1, S. 29–40, Sigmaringen.
 - Schindler, J.-W. (1993b). *Grenzach-Wyhlen: A. Naturraum und Siedlung*. – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). Der Landkreis Lörrach, 1, S. 803–815, Sigmaringen.
 - Schindler, J.-W. (1994). *Weil am Rhein: A. Naturraum und Siedlung*. – Landesarchivdirektion Baden-Württemberg (Hrsg.). Der Landkreis Lörrach, 2, S. 742–763, Sigmaringen.
 - Schmid, E. (1950). *Die geologische Einordnung der Fundstelle des urnenfelderzeitlichen Helmes von Weil a. Rhein*. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 32, S. 128–134.
 - Schreiner, A. (1986). *Neuere Untersuchungen zur Rißeiszeit im Wutachgebiet (Südostschwarzwald)*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 28, S. 221–244.
 - Schreiner, A. (1991a). *Geologie und Landschaft*. – Hoppe, A. (Hrsg.). Das Markgräflerland – Entwicklung und Nutzung einer Landschaft, S. 11–24, Freiburg i. Br. (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 81).
 - Schreiner, A. (1995b). *Zur Quartärgeologie des unteren Wehratales und zur Frage der Vergletscherung des Dinkelberges in der Rißeiszeit (SW Deutschland)*. – Eiszeitalter und Gegenwart, 45, S. 62–74.
 - Schwabe, E. (1992). *Mensch und Oberrhein*. – Galluser, W. A. & Schenker, A. (Hrsg.). Die Auen am Oberrhein – Ausmaß und Perspektiven des Landschaftswandels am südlichen und mittleren Oberrhein seit 1800 – Eine umweltdidaktische Aufarbeitung, S. 43–54, Basel.
 - Sick, W.-D. (1994). *Die Agrarwirtschaft im Grenzbereich dreier Länder – Südbaden – Oberelsaß – Nordwestschweiz*. – Berichte zur deutschen Landeskunde, 68 (1), S. 111–133.

- Verderber, R. (1992). *Quartärgeologische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Schaffhausen und Basel*. – Diss. Univ. Freiburg i. Br., 169 S., Freiburg i. Br.
- Verderber, R. (2003). *Quartärgeologie im Hochrheingebiet zwischen Schaffhausen und Basel*. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 154 (2-3), S. 369–406.
- Vogel, O. (1969). *Bestockungsumbau im Trockengebiet Oberrhein – Eine volkswirtschaftliche und landeskulturelle Aufgabe*. – Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 26, S. 1–151, 5 Kt.
- Wendebourg, J. & Ramshorn, C. (1987). *Der Verzahnungsbereich alpiner und Südostschwarzwälder Ribbvereisung (Baden-Württemberg)*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 29, S. 255–268.
- Werner, W. & Gerlitzki, M. (2019). *Die alttertiären Bohnerze von Schliengen im Markgräflerland: Lagerstättenaufbau, chemisch-mineralogische Zusammensetzung, Entstehung*. – Konold, W., Regnath, R. J. & Werner, W. (Hrsg.). Bohnerze. Zur Geschichte ihrer Entstehung, Gewinnung und Nutzung in Süddeutschland und der Schweiz, S. 65–118, Ostfildern (Thorbecke).
- Wittmann, O. (1949). *Obermiozäne Rutschmassen von Bajocien auf der Hochfläche des südwestlichen Dinkelberges*. – Mitteilungsblatt der Badischen Geologischen Landesanstalt (1949), S. 37–40.
- Wittmann, O. (1961). *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel und ihre kartographische Darstellung*. – Basler Beiträge zur Geographie und Ethnologie. Geographische Reihe, 3, S. 1–46, 1 Kt.
- Wittmann, O. (1963). *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel*. – *Diskussionsbemerkungen*. – Regio Basiliensis – Basler Zeitschrift für Geographie, IV, S. 7–14.
- Wittmann, O. (1969). *Die jung- und mittelpleistozänen Schotterterrassen im vorderen Wiesental (südlicher Schwarzwald)*. – Regio Basiliensis – Basler Zeitschrift für Geographie, X, S. 85–114.
- Wittmann, O. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 8311 Lörrach*. – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 153 S., 9 Taf., 1 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). [unveränd. Nachdr. d. 2. Aufl. v. 1988]
- Zollinger, G. (1985). *Löß-Boden-Sequenzen am südlichen Oberrhein (Markgräflerland) und ihre Interpretation*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 27, S. 113–143.
- Zollinger, G. (1990). *Geomorphogenese und Bodenentwicklung im Feuerbachtal*. – Regio Basiliensis – Basler Zeitschrift für Geographie, 31/1, S. 17–25.
- Zollinger, G. (1998). *Stoffumsätze in topischen Geoökosystemen und ihre Mikroklima- und Wasserhaushalts-Randbedingungen im Einzugsgebiet des Zunzinger Mattbaches (Markgräfler Hügelland/Südbaden)*. – Freiburger Geographische Hefte, 55, S. 1–180.

[Datenschutz](#)

[Cookie-Einstellungen](#)

[Barrierefreiheit](#)

Quell-URL (zuletzt geändert am 11.08.25 - 11:19): <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/bodenkunde/suedliches-oberrheinisches-tiefeland-hochrheingebiet-klettgau>