

Hydrogeologische Gliederung und Stockwerksbau

Gesteine können anhand ihrer hydraulischen Eigenschaften in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter unterschieden werden. Die vertikale Abfolge dieser unterschiedlich grundwasserleitenden bzw. -führenden Gesteine bedingt den hydrogeologischen Stockwerksbau. Ein Grundwasserstockwerk ist eine grundwasserführende Schicht, die von einer weiteren, darüber oder darunter liegenden grundwasserführenden Schicht durch gering durchlässige Schichten hydraulisch getrennt wird.

Überblick

In der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb ist der Oberjura in der Schwäbischen Fazies weit verbreitet und die hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich bedeutendste Gesteinseinheit.

Der Oberjura ist infolge der postjurassischen Erosion nur noch in Restmächtigkeiten vorhanden. Auf der Mittleren Alb beträgt die Mächtigkeit im Osten zwischen 300 und 400 m (Rupf & Nitsch, 2008). Nach Westen nimmt die Mächtigkeit zur Westalb hin auf etwa 250 m ab. Südlich der Mittleren Alb nimmt die Mächtigkeit im Untergrund von Oberschwaben von ca. 300 m am Nordrand des Molassebeckens auf ca. 550 m an dessen südöstlichem Rand zu.

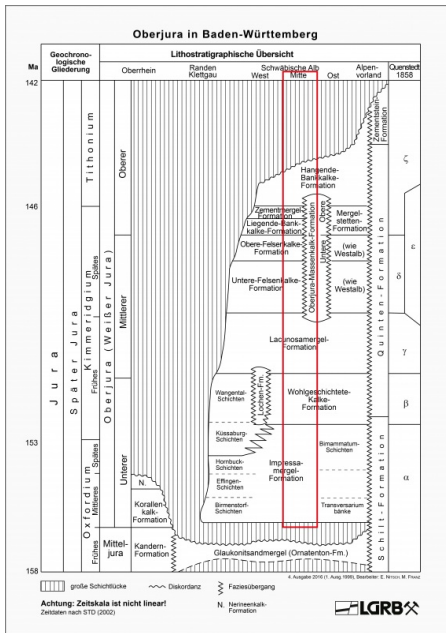
Die quartären Sande und Kiese bilden in den alten pleistozänen Donaurinnen, dem heutigen Donautal sowie im Schmiech-, Lauter- und Laucherttal bereichsweise ergiebige Porengrundwasserleiter. Sie stehen nördlich der Donau meist mit dem unterlagernden Karstgrundwasserleiter in direktem hydraulischen Kontakt. Südlich der Donau bilden dagegen meist gering durchlässige Molassesedimente oder quartäre Moränensedimente die Sohlschicht für die quartären Kiese und Sande.

Die tertiären Molassesedimente sind überwiegend gering durchlässig. Bei kleinräumiger Verbreitung sind sie nördlich der Donau als Deckschichten des Karstgrundwasserleiters ausgebildet. Ebenfalls gering durchlässig sind die Magmatite und Basalttuffe des Uracher Vulkangebiets. Sie stellen jedoch aufgrund ihrer lokalen und vertikalen, schlotförmigen Geometrie keine Überdeckung des Kluft- und Karstgrundwasserleiters dar (HGE, 2004a). Die gering ergiebigen Grundwasservorkommen wurden früher häufig zur örtlichen Trinkwasserversorgung genutzt.

Oberjura

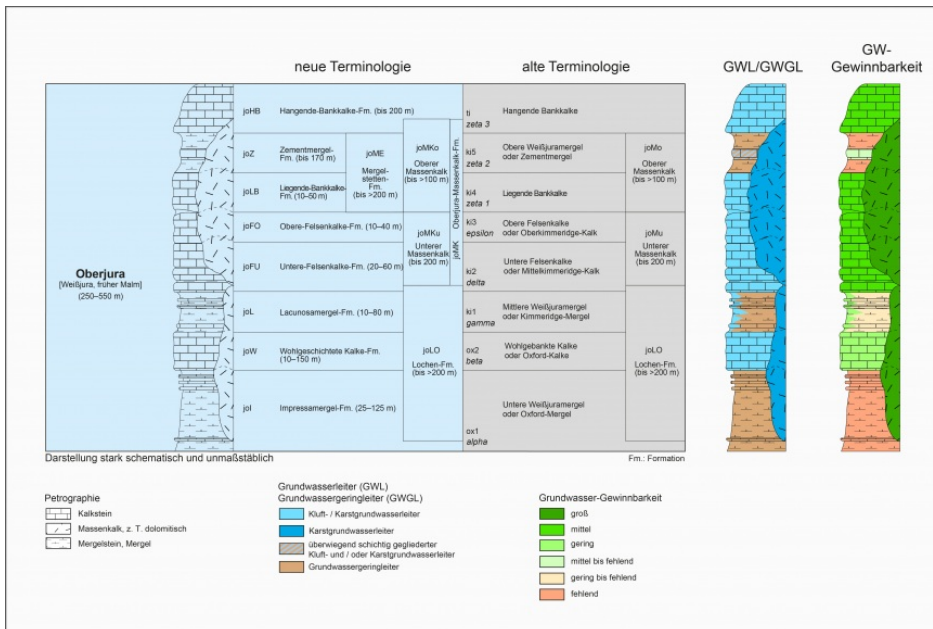
Die Schichtenfolge des Oberjuras der Mittleren Alb unterscheidet sich z. T. in der Gesteinsausbildung von den benachbarten Regionen der Westalb und Hegualb bzw. der Ostalb und des Alpenvorlandes.

- Die Mergelstetten-Formation (joME) der Ostalb und der östlichen Mittleren Alb wird im Westen durch die Liegende Bankkalke-Formation (joLB) und die Zementmergel-Formation (joZ) ersetzt.
- Auf der Mittleren Alb (und der Westalb) tritt die Hangende Bankkalke-Formation auf. Sie ist auf der Ostalb an der Geländeoberfläche nicht verbreitet, sondern wurde nur am Südwestrand der Ostalb in einer Bohrung bei Ulm nachgewiesen.



Schichtenfolge des Oberjuras auf der Mittleren Alb

Die Schichtenfolge des Oberjuras ist in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter gegliedert. Sie bildet einen großräumig zusammenhängenden Kluft- und Karstgrundwasserleiter. Sohlschicht des Oberjura-Karstaquifers ist die Impressamergel-Formation (joI), mit Ausnahme des kalkig ausgebildeten oberen Abschnittes, den Bimammatusschichten (joBM).



Gliederung des Oberjuras in schwäbischer Fazies in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter sowie Grundwassergewinnbarkeit

Grundwassergeringleiter sind die

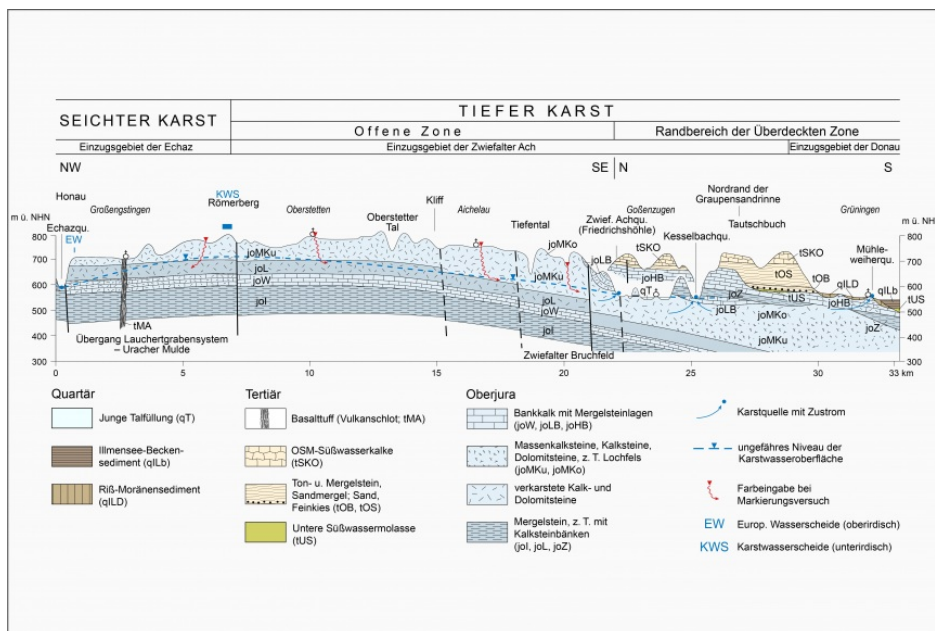
- Impressamergel-Formation (joI), mit Ausnahme des kalkig ausgebildeten oberen Abschnittes, den Bimammatusschichten (joBM),
- Lacunosamergel-Formation (joL), außer im Bereich des Seichten Karstes am Albtrauf am Nordwestrand der Schwäbischen Alb,
- Mergelstetten- und Zementmergel-Formation (joME, joZ), sofern nicht verkarstet (meistens).

Grundwasserleiter sind die

- Wohlgeschichtete-Kalke-Formation (joW), einschließlich des kalkig ausgebildeten oberen Abschnittes der Impressamergel-Formation, den Bimammatusschichten (joBM): Kluft- und Karstgrundwasserleiter,
- Untere- und Obere-Felsenkalke-Formation (joFU, joFO): Kluft- und Karstgrundwasserleiter,
- Liegende-Bankkalke-Formation (joLB): Kluft- und Karstgrundwasserleiter,
- Oberjura-Massenkalk-Formation (joMK): Karstgrundwasserleiter,
- Mergelstetten- und Zementmergel-Formation (joME, joZ), sofern verkarstet (seltener): Kluft- und Karstgrundwasserleiter,
- Hangende-Bankkalke-Formation (joHB): überwiegend Kluftgrundwasserleiter.

Seichter und Tiefer Karst

Die Karstlandschaft der Schwäbischen Alb wird von Nordwesten nach Südosten in den Seichten Karst und den Tiefen Karst eingeteilt (u. a. Villinger, 1972; Villinger, 1977).



Gliederung der Karstzonen am Beispiel eines geologischen Schnittes durch die Mittlere Schwäbische Alb (Grafik: verändert nach Villinger, 2006a)

Als **Seichter Karst** wird der Bereich bezeichnet, in dem sich die Vorfluter bis auf die Sohlenschicht des Karstgrundwasserleiters eingeschnitten haben, sowie das zugehörige unterirdische Einzugsgebiet.

Der **Tiefe Karst** ist der Bereich, in dem die Vorfluterbasis höher liegt als die Aquiferbasis. Er befindet sich generell südlich der Karstgrundwasserscheide Donau/Rhein, die oft nicht deckungsgleich mit der oberirdischen Europäischen Hauptwasserscheide ist.

Der Tiefe Karst wird je nach der fehlenden bzw. (teilweise) vorhandenen Überdeckung durch geringer durchlässige überwiegend tertiäre und bereichsweise quartäre Gesteinseinheiten von Nordwest nach Südost in die Offene Zone, den relativ schmalen Randbereich der Überdeckten Zone (Teilweise Überdeckte Zone) und den großen Zentralbereich (Überdeckte Zone) gegliedert.

In der Offenen Zone kann Niederschlagswasser in Bereichen fehlender Überdeckung meist ungehindert in den verkarsteten Untergrund versickern. Lediglich der oberflächennahe Epikarst führt zu einer verzögerten Durchsickerung (Sauter, 1995).

Die Hydrogeologische Region Mittlere Alb erstreckt sich über den Seichten Karst im Norden und den südlich anschließenden Tiefen Karst. Im Tiefen Karst ist die Offene Zone flächenmäßig am weitesten verbreitet. Südlich einer geschwungenen Linie Schelklingen–Sigmaringen schließt der Randbereich der Überdeckten Zone an. Er setzt sich nach Südosten bis zu einer Linie Ulm–Ehingen–Riedlingen bis etwa Mengen südöstlich von Sigmaringen fort. Die Überdeckte Zone nimmt in der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb nur einen schmalen Streifen südlich einer Linie Ehingen–Ulm ein.

Stockwerksgliederung

Die Gesteinsabfolge führt je nach der hydrogeologischen Position und ihrer Verkarstung zu einer unterschiedlichen Ausbildung von Grundwasserstockwerken (z. B. Villingen, 1988a).

Der **Seichte Karst** ist infolge der tief liegenden, regionalen Vorflutwirkung des Neckars sowie des südöstlichen Schichteneinfallens als relativ schmales Band entlang des Albtraufs am Nordrand der Schwäbischen Alb ausgebildet. Dort haben die Neckarzuflüsse die Impressamergel-Formation (jol) an der Basis der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation (joW) angeschnitten. Dies führt dazu, dass die weiter im Süden grundsätzlich als Grundwassergeringleiter wirkende Lacunosamergel-Formation durch offene Klüfte und bereichsweise durch Verkarstung stärker durchlässig ist.

In diesen Bereichen höherer Gebirgsdurchlässigkeit wirkt deshalb die Lacunosamergel-Formation durch den hydraulischen Kurzschluss zwischen der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation und der Untere-Felsenkalke-Formation nicht stockwerkstrennend. Dies hat zur Folge, dass sich die Lacunosamergel-Formation in der ungesättigten Zone befindet und die Karstwasseroberfläche in der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation zu liegen kommt. Folglich gibt es nur ein Karstgrundwasserstockwerk von der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation bis zur Oberjura-Massenkalk-Formation. Sohlenschicht des mächtigen Karstgrundwasserleiters ist die Impressamergel-Formation.

Im **Tiefen Karst** liegt die Lacunosamergel-Formation unter dem Vorflutniveau. Sie ist nicht geklüftet bzw. verkarstet und bildet flächendeckend die Basis des Karstgrundwasserleiters. Die Impressamergel-Formation wird nicht in Tälern angeschnitten, da sie nach Südosten immer tiefer abtaucht.

Die Abfolge Untere- und Obere-Felsenkalke-Formation, Liegende-Bankkalke-Formation und Oberjura-Massenkalk-Formation bildet das große, regionale Karstgrundwasserstockwerk. Zu diesem Stockwerk gehört auch die Hangende-Bankkalke-Formation, sofern sie unmittelbar der Liegende-Bankkalke-Formation aufliegt und keine Einschaltungen von Zementmergel-Formation hat.



Liegende-Bankkalke-Formation im Schotterwerk Baur, Veringenstadt-Jungnau

Die Verkarstung in der dünn- bis mittelbankigen Hangende-Bankkalke-Formation mit Mergelzwischenlagen ist dabei weniger intensiv als in der Abfolge darunter. Sie ist deshalb eher als Kluffundwasserleiter einzustufen.

Die Zementmergel-Formation ist i. d. R. nicht verkarstet und im Allgemeinen wenig wasserwegsam. Gibt es innerhalb der Formation noch Zwischenkalke bzw. darüber klüftige Hangende-Bankkalke-Formation, können sie kleinere schwebende Grundwasserstockwerke ausbilden. Bereichsweise kann die mergelig-kalkige Zementmergel-Formation (joZ) verkarstet sein. Sie führt dann zu keiner flächenhaften hydraulischen Trennung zur überlagernden Hangende-Bankkalke-Formation (joHB).

Die Hangende-Bankkalke-Formation (joHB) ist im Verbreitungsgebiet der unterlagernden Mergelstetten- bzw. Zementmergel-Formation nur dann als eigenständiger Grundwasserleiter von lokaler Bedeutung, wenn die Mergelstetten- bzw. Zementmergel-Formation nicht verkarstet ist. Die schwebenden Grundwasservorkommen können dann lokal über Schichtquellen an der Grenze der Mergelstetten- bzw. Zementmergel-Formation in die Liegende-Bankkalke-Formation entwässern (Villinger, 1997). Dies ist z. B. bei einigen kleineren Quellen im Raum Münsingen der Fall.

Das Grundwasser tritt in der Regel in Abhängigkeit vom Niveau der Vorflutäler an Überlaufquellen aus (Villinger, 1997; Villinger & Sauter, 1999). Je weiter man in südliche Richtung geht, umso höher in der Schichtenfolge liegt die Untergrenze der Verkarstung und der starken Grundwasserführung. Sie befindet sich mit zunehmender Entfernung von der Karstgrundwasserscheide in immer größerem Abstand über der Lacunosamergel-Formation in der Untere-Felsenkalke-Formation (joFU) oder im Unteren Massenkalk (joMKu) bzw. an deren Basis.

Unter der Trennschicht der Lacunosamergel-Formation bildet die klüftige, nicht verkarstete Wohlgeschichtete-Kalke-Formation ein eigenständiges, jedoch wesentlich geringer ergiebigeres unteres Grundwasserstockwerk. Die Bimammatum-Kalkbänke im oberen Teil der Impressamergel-Formation werden hydraulisch dem Grundwasserleiter der hangenden Wohlgeschichtete-Kalke-Formation zugeordnet. Die Sohlschicht des unteren Grundwasserstockwerks wird von der nicht verkarsteten Impressamergel-Formation als absolute Karstbasis gebildet. (Villinger, 1997; Villinger & Sauter, 1999).

Im Molassebecken südlich der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb ist die Wohlgeschichtete-Kalke-Formation unter mächtiger tertiärer Überdeckung als Grundwassergeringleiter einzustufen.

Diese modellhafte Vorstellung unterliegt regionalen Differenzierungen wie z. B. im Einzugsgebiet des Blautopfs oder am Bad Uracher Wasserfall.

Verkarstung und Hohlraumtypen

Die Verkarstung der Karbonatgesteine des Oberjuras hat vermutlich bereits während der Unterkreide vor ca. 140 Mio. Jahren eingesetzt (u. a. Villinger & Sauter, 1999).

Bis in das Alttertiär wurde die Mächtigkeit der an der Oberfläche anstehenden Oberjura-Schichten überwiegend durch Kalklösung erheblich verringert. Damit ging eine oberflächennahe, nur wenige Zehner Meter tief reichende Verkarstung einher. Dieser Prozess wurde möglicherweise durch die Überflutung des Gebietes in der Oberkreide (Franz et al., 1997; Franz et al., 1998) unterbrochen.



Verkarstete Oberjura-Gesteine im Steinbruch bei Buchheim (Kalksteinwerk Buchheim)

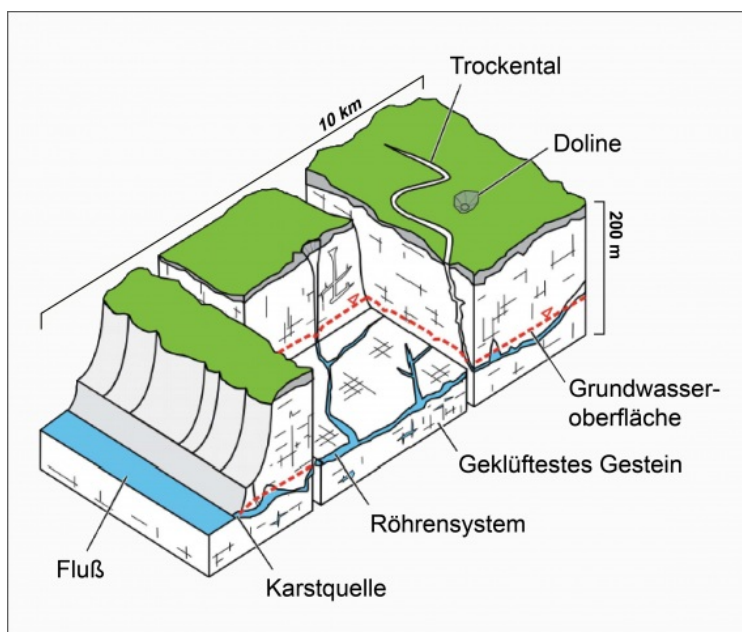
Mit dem Vordringen des Meeres im Tertiär (Obere Meeresmolasse) sowie der Ausbildung eines Flusssystemes in der Oberen Süßwassermolasse war die Ablagerung geringer durchlässiger Molassesedimente verbunden. Die tertiäre Überdeckung wurde allerdings als Folge der Hebung der Albtafel im Obermiozän wieder bereichsweise durch flächenhafte Erosion entfernt. Die Abtragung reichte häufig bis in die Oberjuraschichten.

Die eigentliche tiefreichende und intensive Verkarstung des Oberjuras der Alb setzte erst ab dem Pliozän ein und reicht bis in das jüngere Quartär. Sie steht in engem Zusammenhang mit der Flussgeschichte der pleistozänen Ur-Donau sowie den Vereisungen im Alpenvorland (Villinger, 1986; Villinger, 1998).

Vor ca. 8 Mio. Jahren bildete die Ur-Donau mit ihren Quellflüssen (Aare-Donau und Feldberg-Donau) sowie dem bei Ehingen einmündenden Alpenrhein die Vorflut für die Region zwischen Alpen und nördlich der heutigen Alb. Durch die anhaltende Hebung der Albtafel im Pliozän tieften sich die Ur-Donau und ihre nördlichen Zuflüsse zunehmend in die Oberjura-Schichten ein und entfernten gleichzeitig die tertiären Deckschichten. Damit waren die Voraussetzungen für eine tiefreichende Verkarstung und eine Verlagerung der Gebietsentwässerung von einem ursprünglich oberirdischen Flusssystem zu einem tiefliegenden Karstwassersystem geschaffen.

Die Verkarstungsprozesse wurden mehrmals in den hochglazialen Phasen der pleistozänen Vereisungen unterbrochen, da der Permafrost eine tiefreichende Entwässerung bis in das Karstsystem verhinderte. Dies führte dazu, dass ältere, zwischenzeitlich trocken gefallene Täler wieder als oberirdische Entwässerungswege reaktiviert wurden. Dabei wurden hoch durchlässige Kiese abgelagert. Gleichzeitig rückte der Rheingletscher mehrmals nach Norden bis zur Südabdachung der Albtafel vor. Dies führte zu beträchtlichen Verlagerungen des Donauverlaufs sowie zum zeitweiligen Aufstau der Ur-Donau und ihrer Nebenflüsse. In den aufgestauten Eisrandseen lagerten sich z. T. mächtige, gering durchlässige Seesedimente ab.

Der **Karbonatkarst** besteht sowohl aus oberirdischen Geländeformen als auch aus unterirdischen Karststrukturen.



Konzeptmodell eines Karstgrundwasserleiters (Grafik: verändert nach Geyer, 2008)

Dolinen, Trockentäler und abflusslose Senken gehören zu den typischen Oberflächenformen. Sie sind auch auf der Mittleren Alb weit verbreitet. Eine Zusammenstellung der Dolinen auf der Reutlinger Alb gibt Villinger (1969b). Vermutete Verkarstungsstrukturen können auf dem [Kartenviewer des LGRB-BW](#) abgerufen werden.

Höhlen sind großdimensionierte Karsthohlräume, die als schnelle Abflusswege für das Karstgrundwasser dienen können. Eine allgemein verständliche Erklärung zur Bildung von Höhlen in Kalksteinen finden Sie hier <https://www.planet-schule.de/schwerpunkt/frage-trifft-antwort/wie-entsta...> Hinweise zu Höhlen im Gebiet der Mittleren Alb finden sich hier.



Hagentorhöhle bei Veringenstadt - Höhlen sind großdimensionierte Karsthohlräume. Sie können als schnelle Abflusswege für das Karstgrundwasser dienen.

Die Verkarstung des Karbonatgesteins läuft sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung in unterschiedlicher Intensität ab. Sie variiert lokal in Abhängigkeit von Klüftung, Lithologie, Exposition zur Oberfläche und Position zur Vorflut. Villinger (1977) nimmt an, dass die Verkarstungsuntergrenze im Tiefen Karst nördlich der Donau 50 Meter und mehr unter dem jeweiligen Vorfluterniveau liegt. Südlich der Donau sinkt sie infolge der prämiozänen Verkarstung auf weit über 200 m unter Vorfluterniveau ab. Darunter sind Kalk- und Mergelsteine kaum wasserdurchlässig, da sowohl die Klüftintensität als auch die Klüftweiten immer mehr abnehmen.

Massenkalke verkarsten im Allgemeinen wesentlich intensiver als Bankkalke, selbst wenn diese geklüftet sind. Bei den Massenkalken weist die Lochfels-Fazies im Grenzbereich der Unteren- und Oberen-Felsenkalke-Formation bzw. im Unteren Massenkalk deutlich höhere Durchlässigkeiten auf.

Die diagenetisch entstandene Porosität des „Zuckerkörnigen Lochfels“ (bzw. Zuckerkornlochfels) setzt sich zusammen aus der Interkristallinporosität der Dolomite bzw. der Dedolomite und aus lösungsbedingten Makroporen im Zentimeterbereich (Gesteins- und Partikellösungsporen). Sie bildeten sich durch Rekalzitation von Dolomit und anschließender korrosiver Erweiterung der dabei entstandenen Porosität. Aufgrund der größeren Wasserführung des Lochfels ist er im Tiefen Karst am Südrand der Ostalb und der Mittleren Alb wichtig für die Trinkwassererschließung.



Die Makroporosität des „Zuckerkörnigen Lochfels“ ist diagenetisch entstanden. Die Hohlräume bildeten sich nach der Rekalzitisierung von Dolomit und anschließender korrosiver Erweiterung der dabei entstandenen Porosität.

Bei den unterirdischen Karststrukturen gibt es drei Hohlraumtypen (u. a. Villinger, 1977; Teutsch, 1988; Selg, 2008; Hartmann et al., 2014):

- Mikroporen: Sie entstehen während der Ablagerung und anschließenden Karbonatdiagenese.
- Kleinskalige Klüfte, Spalten, Schichtfugen und daraus entstehende Lösungshohlräume (geklüftetes Gestein).
- Großskalige Abflussbahnen (Röhrensysteme, Höhlen): Sie entstehen aus korrosiv erweiterten Kluftscharen, Großklüften, Gerinnen und anderen großdimensionierten Hohlräumen.

Abflussdynamik

Die Abflussdynamik im Karstgrundwasserleiter wird durch ein Zusammenwirken der drei Hohlraumtypen gesteuert (Sauter, 1992; Sauter, 1995; Lang, 1995; Geyer, 2008; Geyer et al., 2013).

Mikroporen und kleinskalige Klüfte enthalten das langfristige Karstwasser, sie sind für das Speichervermögen verantwortlich. Die großskaligen Abflussbahnen drainieren den Speicher und das oberflächennah abfließende Niederschlagswasser. Diese Karstwasserkomponente tritt als kurzfristiges Karstwasser an Quellen oder anderen oberflächennahen Austrittsstellen (z. B. Feuchtstellen) über Tage aus. Sie kann für die qualitative Gefährdung von Wasserfassungen von großer Bedeutung sein.

Hydrodynamisch handelt es sich bei dem Oberjurakarst um ein Doppelporositäts-Medium. Diese Modellvorstellung liegt auch der numerischen Grundwassermodellierung zugrunde (z. B. Teutsch, 1988; Lang, 1995). Sie geht in modelltechnisch idealisierter Form vereinfachend von zwei hydraulischen Systemen aus, denen jeweils eigene Durchlässigkeitsbeiwerte und Speicherkoeffizienten zugeordnet werden und die hydraulisch miteinander kommunizieren. Dabei entspricht das hoch durchlässige System den großdimensionierten Karststrukturen, das geringdurchlässige den Klüften. Die Matrixporosität (Mikroklüfte und Poren) ist je nach Ausbildung dem einen oder dem anderen System zuzuordnen.

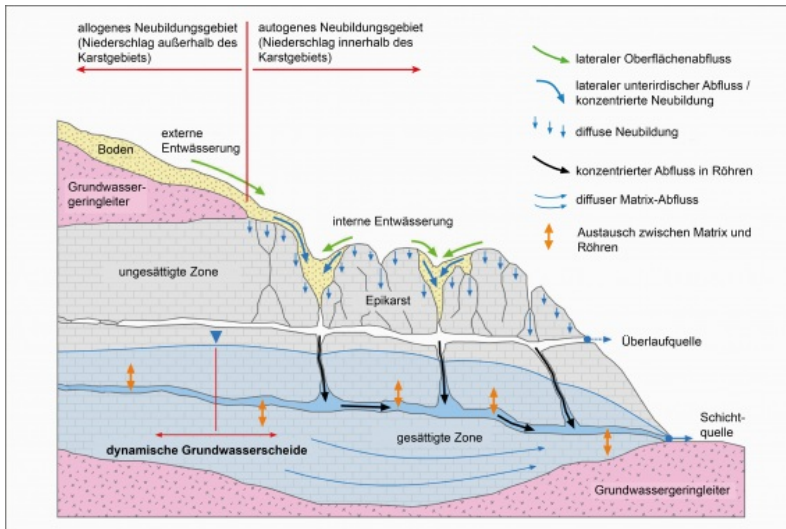


Der oberflächennahe Epikarst folgt unter der geringmächtigen Bodenzone. Er wirkt vermutlich als oberflächennaher Speicherhorizont und wird von stark geklüftetem und verkarstetem Karbonatgestein unterlagert. (Steinbruch Buchheim)

Für die Abflussdynamik kann auch der Epikarst von Bedeutung sein. Es handelt sich dabei um den oberflächennahen Bereich der vadosen Zone. Man geht davon aus, dass er als oberflächennaher Speicherhorizont von wenigen Metern bis etwa 10 m mit relativ geringer Durchlässigkeit an der Basis wirkt (Sauter, 1995). Wie ein schwebender Grundwasserleiter dient er als Zwischenspeicher für eingesickertes Niederschlagswasser. Innerhalb des Epikarsts erfolgt der Abstrom zu hochdurchlässigen Karstschlotten und Röhren bzw. Dolinen, die das infiltrierte Wasser zum Karstgrundwasser ableiten.

Die Ausprägung des Epikarsts wird wesentlich durch die Wasserbewegung, die Verweildauer des versickernden Niederschlags und die in dieser Zone ablaufenden, meist schnellen Lösungsprozesse bestimmt. Diese Prozesse wirken sich wiederum maßgebend auf die Ausbildung der Wasserwegsamkeiten aus.

Selg et al. (2006) betrachten das Konzept des Epikarsts für den gesamten Oberjura-Aquifer der Schwäbischen Alb allerdings aus verschiedenen Gründen als wenig plausibel bzw. messen ihm weniger Bedeutung bei. Selg (2008) nimmt an, dass daneben weitere Einzelspeicher das Abflussverhalten im Karst beeinflussen. Einer dieser Einzelspeicher ist die gesamte, sehr mächtige, ungesättigte Zone.



Konzeptionelles Modell eines Karstsystems mit den charakteristischen Karstprozessen (Grafik: Hartmann et al. 2014, verändert 2022)

Insgesamt sind für große Karstwassersysteme hohe Infiltrationsraten kennzeichnend. Zwischenabfluss konzentriert sich in Hohlformen und im Epikarst und gelangt von dort über großdimensionierte Abflussbahnen zur Karstwasseroberfläche.

Bereits in den 1970er und 1980er Jahren haben isotopehydrologische Untersuchungen an Karstgrundwässern der Schwäbischen Alb gezeigt, dass ihre mittleren Verweilzeiten mehrere Jahre betragen können (Geyh & Groschopf, 1978; Geyh et al., 1984; Bertleff, 1986).

Die Pflanzenschutzmittel-Problematik gab dann Anfang der 2000er Jahre Anlass zu weiteren intensiven Untersuchungen des Grundwassers im Oberjuraaquifer. Obwohl das im Maisanbau eingesetzte Pflanzenschutzmittel (PSM) Atrazin seit März 1991 verboten war, wurde es zusammen mit seinem Abbauprodukt Desethylatrazin auf der Schwäbischen Alb auch Anfang/Mitte der 2000er Jahre immer noch in Quellen und sogar in Brunnen mit Wasserzutritten tiefer als 200 m unter der Grundwasseroberfläche nachgewiesen (u. a. Selg et al., 2005).

Andererseits sind Karstquellen bei Niederschlagsereignissen häufig durch spontane Reaktionen im Schüttungsverhalten bzw. in der Trübungsentwicklung charakterisiert. Diese Befunde wurden oft als Belege für die hohe Abflusssdynamik und für schnelle Stoffumsätze im Karstsystem der Schwäbischen Alb gesehen. Zudem lieferten Markierungsversuche oft sehr hohe maximale Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers von im Mittel 100 m/h (Villinger, 1978a).

Insbesondere großräumige Isotopenuntersuchungen auf der Mittleren Alb lieferten neue Einblicke in die Altersstruktur des Kluft- und Karstgrundwassers (Bauer et al., 2002; Selg et al., 2005; Bauer & Selg, 2006; Selg & Schwarz, 2009). Sie wurden durch detaillierte Untersuchungen zur Kurzzeiddynamik und dem Direktabfluss ergänzt (Selg et al., 2006).

Die Untersuchungen von Bauer et al. (2002) an Quellen der Reutlinger Alb haben gezeigt, dass die Mittlere Verweilzeit der Grundwässer eine bedeutende Rolle beim anhaltenden Atrazin-Austrag spielt. Bauer et al. (2002) und Selg et al. (2005) konnten zeigen, dass überwiegend komplexe Mischwassersysteme vorliegen. Sie bestehen aus drei Komponenten, wobei die einzelnen Komponenten zu unterschiedlichen Anteilen an der Zusammensetzung der Wässer beteiligt sind:

- Schnell abfließende Komponente (Tage bis einige Wochen): vernachlässigbar, weniger als 8 % („kurzfristiges Karstgrundwasser“)
- Jungwasserkomponente: wenige Jahrzehnte (10–35 Jahre), („langfristiges Karstgrundwasser“)
- alte (> 50 Jahre) Grundwasserkomponenten mit Verweilzeiten bis mehrere tausend Jahre.

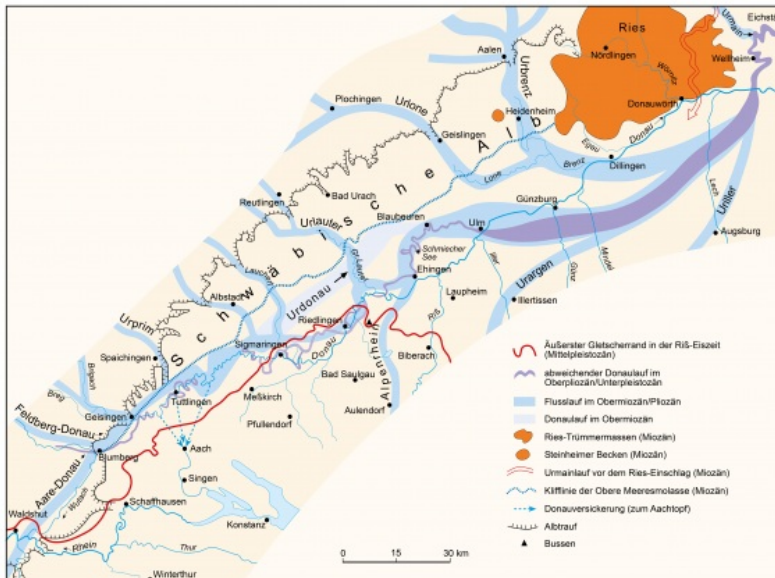
Quartäre Kiesgrundwasserleiter

In der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb bilden die pleistozänen fluvioglazialen Kiesrinnen am Albsüdrand und die Kiese im heutigen Donautal die bedeutendsten Porengrundwasserleiter.

Daneben gibt es noch quartäre Füllungen in den Tälern der Oberjura-Karstlandschaft, die ebenfalls Grundwasser führen können. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um die Talfüllungen der Erms, der Lauter und der Fils im Norden sowie der Lauchert und der Großen Lauter im Süden.

Fluvioglaziale Kiesrinnen am Albsüdrand

In der älteren Rißeiszeit rückte der Rheingletscher zwischen Sigmaringen und östlich von Riedlingen von Süden über das Donautal hinaus nach Norden vor. In Folge dessen wurde die Donau nach Norden abgelenkt und es bildete sich am Albsüdrand ein neues, nach Osten entwässerndes mittelrißezeitliches Schmelzwasserrinnensystem (Villinger, 1985; Villinger, 1988a; Villinger, 2006b; HGE, 2004a; HGE, 2009). Dieses Entwässerungssystem war bis zum maximalen Gletschervorstoß in der Rißeiszeit aktiv und wurde schließlich unter Stauseesedimenten und Moränensedimenten begraben. Mit dem Rückzug des rißezeitlichen Gletschers entstand das heutige Flusssystem überwiegend in der jüngeren Rißeiszeit.



Die Donau und ihre wichtigsten Zuflüsse im Jungtertiär und Unterpleistozän (Villinger, 2006b)

Die überwiegend aus alpinem Material bestehenden Schotter in den pleistozänen Urdonaurinnen sind gut durchlässige Porengrundwasserleiter. Die ergiebigen Grundwasservorkommen werden von bereichsweise mächtiger Überlagerung geschützt und an mehreren Stellen zur Trinkwassergewinnung genutzt.

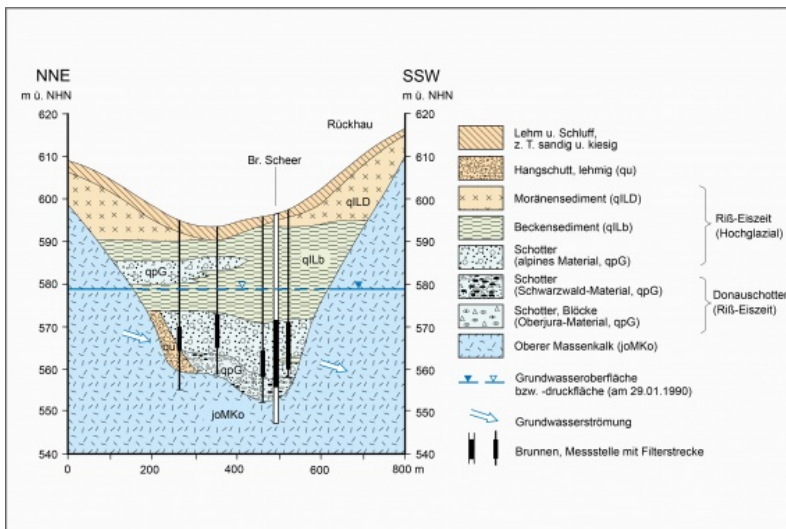
Der Verlauf der Kiesrinnen ist in der HGE (2004a; Karte 2a, Karte 2b, Karte 3a und Karte 3b) sowie im [Kartenviewer des LGRB](#) dargestellt. In der HGE ist außerdem die geologische Einheit, die die Basis der Kiesrinnen bildet, dokumentiert. Daraus geht hervor, wo das Grundwasser in den Schottern in direktem hydraulischem Kontakt mit dem Karstgrundwasser steht und im Wesentlichen aus diesem stammt, bzw. wo die beiden Grundwasserstockwerke durch geringer durchlässige tertiäre Molassesedimente voneinander getrennt sind.

Im Rahmen der Hydrogeologischen Erkundung Mittlere Alb (HGE, 2009) wurde für die Talfüllung im heutigen Donautal und in den älterpleistozänen Donaurinnen am Albsüdrand eine Rasterkarte der Quartärmächtigkeit erstellt (Karte 5). Grundlage hierfür waren die in der LGRB-Aufschlusssdatenbank archivierten Bohrungen. Die Quartärmächtigkeit erreicht in den Rinnen maximal knapp 80 Meter.

Generell können die fluvioglazialen Kiesrinnen nach ihrer Lockergesteinsfüllung in folgende Abschnitte unterteilt werden (HGE, 2004a):

Abschnitt Sigmaringen–Riedlingen

In diesem Abschnitt besteht die Rinnenfüllung ausschließlich aus rißglazialen (und bereichsweise älteren) Donauschottern (Villinger, 1985). Die Mächtigkeit der Grundwasser führenden Schotter kann 25 m erreichen. Ab etwa Andelfingen nimmt die Kiesmächtigkeit in Richtung Donautal rasch auf wenige Meter ab.



Schnitt durch das pleistozäne Donautal zwischen Hitzkofen und Heudorf im Bereich der Trinkwassererschließung für die Stadt Scheer. Das Tal wurde in der Riß-Eiszeit vom Gletscher überfahren und mit rißeiszeitlichen Sedimenten verschüttet (Grafik: verändert nach Villinger, 2006b).

Von Sigmaringen bis etwa Langenenslingen ist die Rinne direkt in den Oberjura eingeschnitten. In diesem Abschnitt werden die Schotter unmittelbar aus dem Oberjura mit Grundwasser gespeist. Im weiteren Verlauf ist bereichsweise Molasse zwischengeschaltet, der Kiesgrundwasserleiter ist vom Oberjurakarst hydraulisch entkoppelt.

Da die Schotter meist von bis zu 50 m mächtigen, gering durchlässigen jüngeren Stausee-, Moränen- und Kalktuff-Sedimenten überlagert werden, ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag nur sehr eingeschränkt möglich. Die Grundwasserüberdeckung nimmt erst im Raum Wilflingen deutlich ab und besteht dort überwiegend aus durchlässigerem Moränenmaterial, dessen Grundwasserführung allerdings sehr gering ist.

Das Grundwasser ist meist gespannt. Zwischen Wilflingen und Andelfingen wirkt der Holzbach als Vorflut für das Grundwasser der Schotterrinne.

Die sogenannte Bechinger Rinne, ein rißglazialer Schotterzug westlich des Donautals zwischen Riedlingen und Bechingen, dürfte keine nennenswerte Grundwasserführung aufweisen, da die Kiesbasis etwa im Niveau der Grundwasseroberfläche des Oberjuras liegt.

Über den Rinnenast, der von Hitzkofen nach Scheer verläuft (Scheerer Rinne), gibt es keine näheren Kenntnisse. Hydrogeologisch ebenfalls weitgehend unbekannt ist die Talfüllung des Laucherttals zwischen Bingen und Sigmaringendorf.

Abschnitt Untermarchtal–Ehingen

In diesem Abschnitt besteht die Rinnenfüllung ausschließlich aus rißglazialen Donauschottern, die Mächtigkeiten bis ca. 24 Meter erreichen.

Die Schotter liegen ausschließlich auf Oberjuragestein. Die Kiesbasis taucht aber nur im Bereich Schloss Mochental–Kirchen in den Oberjura-Aquifer ein. Nur dort ist demnach eine wahrscheinlich nur gering mächtige Grundwasserführung zu erwarten, die übrigen Rinnenabschnitte sind trocken. Bindige Überdeckungen der Kiese fehlen weitgehend, der Grundwasserspiegel ist frei.

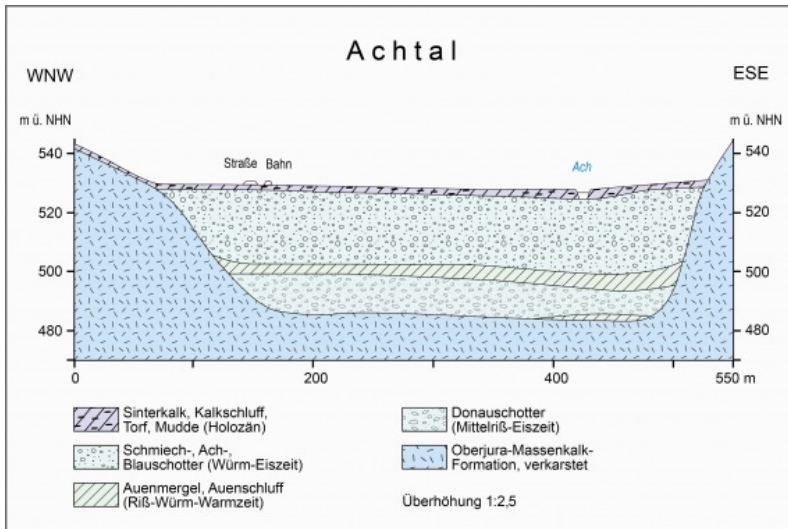
Abschnitt Ehingen–Ulm (Schmiech-, Ach- und Blautal)

In diesem Abschnitt besteht die Rinnenfüllung an der Basis aus rißglazialen Donauschottern. Darüber liegen würmglaziale Schotter von Schmiech, Ach und Blau.

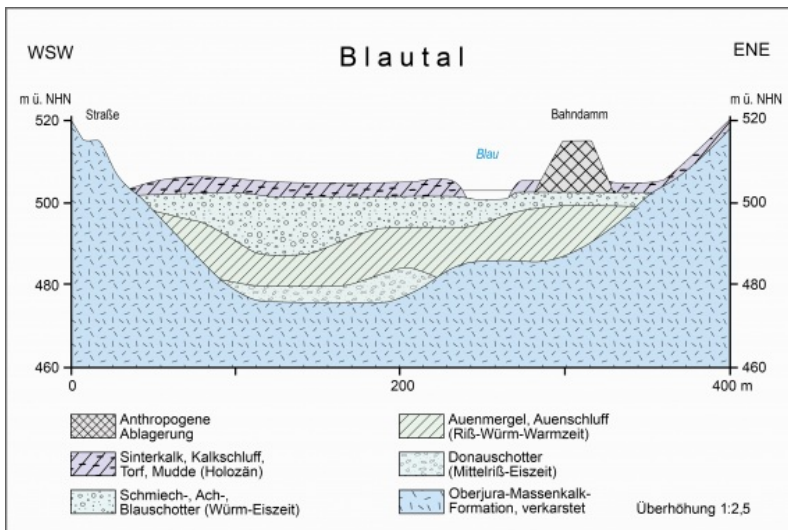
Die Rinne verläuft nahezu ausschließlich im Oberjura. An der Basis liegen rißzeitliche Donauschotter unterschiedlicher Mächtigkeit (bis ca. 25 m). Darüber folgen bindige Ablagerungen, deren Mächtigkeit etwa zwischen 5 m und 20 m liegt. Ob dieser Horizont durchgehend vorhanden ist, ist nicht gesichert. Er wird überlagert von würmglazialen Kiesen der Schmiech, Ach bzw. der Blau. Diese können bis 30 m mächtig sein. Sie werden von wenigen Metern mächtigen Auelehmen bedeckt.

Die Grundwasseroberfläche ist teilweise leicht gespannt, andernorts frei. Sie ist abschnittsweise auf das jeweilige Oberflächengewässer eingestellt oder liegt etwas tiefer.

Die Schotter des Ach- und Blautals sind als Porengrundwasserleiter von wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Dabei ist der obere aus Ach- und Blauschotter bestehende Teilaquifer wesentlich mächtiger als der untere, der aus Donauschottern besteht.



Geologischer Schnitt durch das Achtal bei Weiher (Grafik: verändert nach Villinger, 1987a).



Geologischer Schnitt durch das Blautal bei Blaubeuren-Gerhausen (Grafik: verändert nach Villinger, 1987a).

Vermutlich stehen Porenaquifer und umgebender Karstaquifer in engem hydraulischen Kontakt, so dass das Grundwasser in den Schottern in erster Linie durch seitlichen Zustrom von Karstgrundwasser aus dem Oberjura gespeist wird. Daneben bestehen auch Wechselbeziehungen zwischen dem Talgrundwasser und den Flüssen Ach und Blau. Es ist davon auszugehen, dass die Ach zwischen Weiler und Blaubeuren in den Porenaquifer einspeist, da die Gewässersohle in diesem Abschnitt höher liegt als die Grundwasseroberfläche (Gwinner, 1989).

Im Blautal unterhalb von Blaubeuren ist der Flurabstand der Grundwasseroberfläche mit 1 bis 3 m gering.

Donautal

Die flach ausgebildete Wanne des Donautals mit unterschiedlichen Breiten ist mit bis etwa 10 m mächtigen Kiesen aufgefüllt (HGE, 2009; Karte 5). Die sandigen Kiese werden von ein bis zwei Metern, örtlich auch mächtigerem, bindigen Material überlagert.

Das Donautal ist in der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb über längere Strecken Vorflut für das aus nördlicher Richtung im Oberjura anströmende Karstgrundwasser (HGE, 2004a).

Je nach dem umgebenden Festgestein werden folgende Abschnitte unterschieden (HGE, 2004a; Karte 2a, Karte 2b, Karte 3a, Karte 3b).

- Von der Bärämündung ca. 15 Kilometer westlich der Hydrogeologischen Region über Sigmaringen bis Scheer fließt die Donau im Oberjura, dessen offene Verbreitung noch einige Kilometer weit nach Süden reicht. Markierungsversuche und Grundwassergleichenpläne belegen, dass die Donau hier auch von Süden angeströmt wird.
- Im Abschnitt Scheer–Riedlingen liegt das Donautal in tertiären Molassesedimenten (Untere Süßwassermolasse). Es wird hier vom Karstgrundwasser im Oberjura unterströmt und fließt in den nördlichen Randbereich des Molassebeckens, das im Süden anschließt (Bertleff, 1986; Bertleff et al., 1988).
- Zwischen Riedlingen und Munderkingen fließt die Donau wieder im offenen Oberjura-Karst und dürfte hydraulisch voll als Vorflut an den Karstaquifer angebunden sein.
- Im weiteren Verlauf bis Ulm liegt das Donautal mit Ausnahme des Raumes Ehingen in Molassesedimenten. Den Untersuchungen von Bertleff (1986) zufolge strömt bis etwa Ulm Grundwasser aus dem Molassebecken in Richtung Donau. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist die Donau hier aber nicht Vorflut, sondern markiert lediglich einen Talweg, entlang dem tiefes Grundwasser aus dem Molassebecken zusammen mit Grundwasser von der Albhochfläche in nordöstliche Richtung abströmt. Die Molasse ist folglich auch hier als gering durchlässige Trennschicht gegenüber dem Oberjura-Kluft- und Karstaquifer anzunehmen.

Das Porengrundwasser in der quartären Donautalfüllung tritt über weite Strecken in die Donau über. Bereichsweise kommt es durch die zahlreichen Flusstauwehre und Schwellen zur Infiltration von Flusswasser in das seitliche Grundwasser (Uferfiltration) und infolge dessen zu örtlichen Erhöhungen des Grundwasserspiegels. Insgesamt besteht eine intensive Wechselwirkung zwischen Kiesgrundwasser und dem Vorfluter Donau (effluente und influente Verhältnisse) (s. Trinkwassergewinnungsgebiet „Rote Wand“, Ulm). Der Grundwasserspiegel ist meist frei (HGE, 2004a).

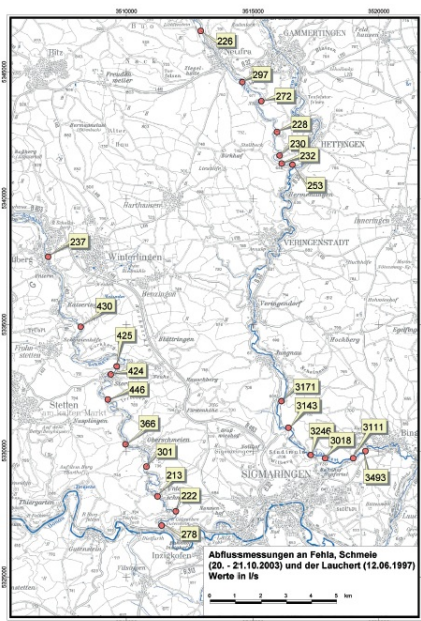
Täler der Oberjura-Karstlandschaft

Die quartären Talablagerungen im Bereich der Oberjura-Karstlandschaft bestehen meist aus gering mächtigem, fluviatil umgelagertem Oberjura-Hangschutt und/oder Kalktuffen.

Die lokalen Vorfluter sind im Tiefen Karst meist hydraulisch voll an den Aquifer angebunden (HGE, 2004a). Besonders bei jahreszeitlich schwankender Grundwasseroberfläche können in einigen Flussabschnitten Abweichungen hiervon auftreten. Bei niedrigen Karstgrundwasserständen kann es zur Versickerung von Oberflächenwasser in den Oberjura-Grundwasserleiter kommen.

Einige Oberflächengewässer verlaufen, zumindest abschnittsweise, in gering durchlässigen Talablagerungen. Sie schweben dann über dem Karstgrundwasser. Hier können bereichsweise Flusswasserversickerungen auftreten, wobei die Menge des versickernden Wassers von der Durchlässigkeit der Talablagerungen abhängt.

Derartige Verhältnisse sind für einige Oberflächengewässer bzw. einzelne Fließstrecken durch Messungen z. B. entlang der Flussläufe von Fehla, Schmeie und der Unteren Lauchert belegt.



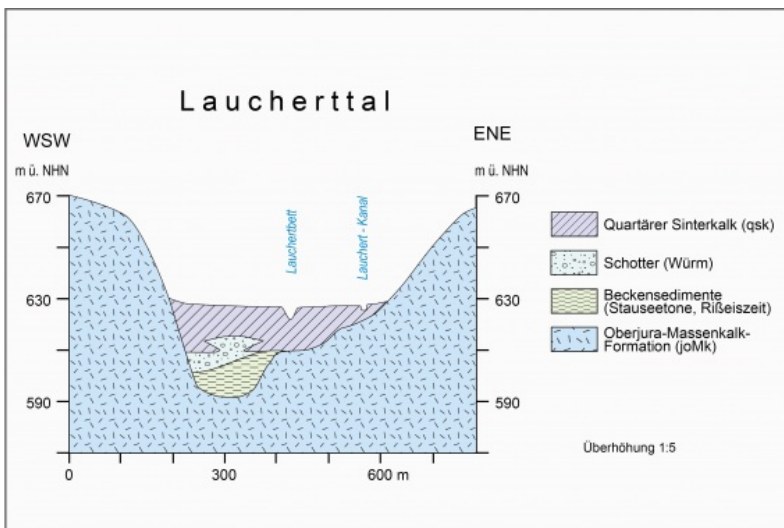
Ergebnisse der Stichtagsabflussmessungen an den Oberflächengewässern Fehla, Schmeie (20.–21.10.2003) und Lauchert (12.06.1997) (HGE, 2004a)

Entlang der Messabschnitte kann aufgrund der ab- bzw. zunehmenden Abflussmengen zwischen Bereichen mit Versickerungsverlusten aus den Flüssen in den Karstaquifer (Sickerbereiche, Infiltration von Oberflächengewässern) bzw. Zuflüssen aus Karstquellen oder Übertritten aus dem Karstaquifer in die Flüsse (Grundquellen, Exfiltration aus dem Grundwasser) unterschieden werden. Diese Messergebnisse wurden bei der Konstruktion des Karstgrundwassergleichenplans berücksichtigt.

Laucherttal

Die Würm-Schotter der Lauchert sind von Veringenstadt an talabwärts durchgehend mehrere Meter mächtig, wobei offenbar oberhalb von Veringendorf mit 10,8 m der Maximalwert erreicht wird (Golwer, 1978). Da sie nur in einer höchstens 200 m breiten Rinne vorkommen, ist die Ergiebigkeit des Porengrundwasserleiters nicht allzu hoch. Die Schotter werden von bis etwa 15 m mächtigen holozänen Ablagerungen überdeckt.

Im mittleren und unteren Laucherttal sind sie als Folge der rißzeitlichen Plombierung des Unterlaufs durch den Rheingletscher nach unten durch die feinklastischen, gering durchlässigen Sedimente des rißzeitlichen Lauchert-Stausees vom Karst getrennt (u. a. Golwer, 1978). Das Grundwasser im Karstaquifer unter der quartären Talfüllung ist deshalb gespannt. Seitlich stehen die Schotter streckenweise im Kontakt mit dem Karstwasser und werden von diesem gespeist.



Geologischer Schnitt durch das Laucherttal oberhalb von Veringendorf mit rißzeitlichen Stillwassersedimenten an der Basis und darüber liegenden würmzeitlichen Schottern. Sie werden von mächtigen holozänen Sinterkalken (qsk) überlagert (Grafik: verändert nach Golwer, 1978).

Zwischen Bingen und Sigmaringen liegen unter den Stauseesedimenten an der Rinnenbasis frührißzeitliche Lauchert-Schotter. Aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit bilden sie kein eigenes, wasserwirtschaftlich bedeutsames Grundwasserstockwerk. In diesem Abschnitt wurden für die Talfüllung Gesamtmächtigkeiten bis knapp 26 m erbohrt.

Hydrogeologische Einheiten (Deckschichten)

Deckschichten im hydrogeologischen Sinn sind definitionsgemäß überwiegend Grundwassergeringleiter mit geringer bis fehlender Porendurchlässigkeit. Sie können z. T. auch Grundwasserleiter mit geringerer Durchlässigkeit als der unterlagernde Hauptgrundwasserleiter sein.

Deckschichten stehen oberflächlich oder oberflächennah an und können in stark wechselnden Mächtigkeiten vorkommen. Sie wirken sich in unterschiedlichem Maß auf die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung aus. Bereichsweise können unterschiedliche Deckschichten einander überlagern.

Art und Verbreitung der Hydrogeologischen Deckschichten

Hydrogeologische Deckschichten kommen auf der Mittleren Alb auf etwa 912 km² vor. Das entspricht ungefähr 34 % der Gesamtfläche. Am weitesten verbreitet sind mit einem Flächenanteil von ca. 12 %, Verwitterungs- und Umlagerungsbildungen (qum). Danach folgt Hangschutt mit ca. 10 %. Verschwemmungssedimente sind in der Hydrogeologischen Region zu ca. 5 Flächenprozent, Altwasserablagerungen zu ca. 4 Flächenprozent vertreten.

Auf der Mittleren Alb vorkommende Hydrogeologische Deckschichten

| Hydrogeologische Einheit | Verbreitung an der Geländeoberfläche [km ²], gerundet | Verbreitung an der Geländeoberfläche anteilig an der Gesamtfläche der HR [%], gerundet |
|---|---|--|
| Anthropogene Bildung (qyA) | 4,5 | 0,2 |
| Verwitterungs-/Umlagerungsbildung (qum) | 316,8 | 11,9 |
| Hangschutt (qu) | 274,1 | 10,3 |
| Massenverlagerung (qmv) | 6,1 | 0,2 |
| Löbssediment (qlos) | 22,8 | 0,9 |
| Flugsandsediment (qfss) | 2,8 | 0,1 |
| Moorbildung (Hm) | 17,6 | 0,7 |
| Quartärer und tertiärer Sinterkalk (qsk, tsk) | 10,8 | 0,4 |
| Verschwemmungssediment (qz) | 127,5 | 4,8 |
| Altwasserablagerung (qAa) | 111,5 | 4,2 |
| Glazialsedimente (qGS) | 8,4 | 0,3 |
| Höhenschotter (tH) | 7,6 | 0,3 |
| Obere Süßwassermolasse, ungliedert (tOS) | 0,4 | 0,0 |
| Obere Meeresmolasse, ungliedert (tOM) | 0,3 | 0,0 |
| Bohnerz-Formation (tBO) | 0,5 | 0,0 |

Verwitterungs-/Umlagerungsbildungen (qum)

Diesen Deckschichten werden hydrogeologisch auch die Fließerden zugeordnet. Sie liegen vor allem auf flach geneigten Höhenrücken und auf Verebnungen unterhalb der Höhenrücken.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie

Hangschutt (qu)

Hangschutt besteht überwiegend aus umgelagerten Weißjura-Komponenten (Weißjura-Hangschutt) mit umgelagertem Kalkverwitterungslehm und wechselnden Lößlehmanteilen. Er ist örtlich zu Brekzien zementiert.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Verschwemmungssedimente (qz)

Sie entstanden durch flächenhafte Massenverlagerung an Hängen und kommen in Tallagen vor.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Quartäre und tertiäre Sinterkalke (qsk, tsk)

Sie bildeten sich unterhalb von Quellaustritten aus dem Oberjura-Karstaquifer sowie in anschließenden Tallagen.

Sie finden sich in größerer Verbreitung z. B.

- im oberen Ermstal und im Fischbachtal am Zusammenfluss von Erms und Fischbach südlich von Bad Urach
- am Bad Uracher Wasserfall
- im oberen Abschnitt des Lautertals bei Lenningen
- im oberen Abschnitt des Filstals westlich von Mülhausen im Täle
- im unteren Abschnitt des Laucherttals südlich von Bingen.

Daneben gibt es zahlreiche weitere kleinere Kalktuffvorkommen.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Molassesedimente (tOS, tOM)

Sie sind nur in Bereichen kleinräumiger, inselartiger Vorkommen als Deckschichten klassifiziert. Ansonsten werden sie nicht als Deckschicht eingestuft.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#) ([tOS](#); [tOM](#)). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#) (tOS; tOM).

Hydrogeologische Einheiten (ohne Deckschichten)

In der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb kommen an der Geländeoberfläche bzw. im tieferen Untergrund folgende Hydrogeologische Einheiten (ohne Deckschichten) vor (Einheiten, die zu einem sehr geringen Flächenanteil vorkommen, wurden nicht berücksichtigt):

Auf der Mittleren Alb vorkommende Hydrogeologische Kartiereinheiten (ohne Deckschichten)

| Hydrogeologische Kartiereinheit | Grundwasserleiter (GWG) oder Grundwasserleiter (GWL) | Verbreitung an der Geländeoberfläche [km ²] / davon unter Überdeckung [km ²], gerundet | Verbreitung an der Geländeoberfläche anteilig an der Gesamtfläche des HR [%], gerundet |
|--|--|--|--|
| Rheingletscher-Terrassenschotter (qRT) | GWL | 24/21 | 1 |
| Rheingletscher-Niederterrassenschotter (qRTN) | GWL | 142/93 | 5 |
| Glazialsedimente (qGS) | GWL/GWG | 56/30 | 2 |
| Eiszeitliche Schotter im Alpenvorland (qES) | GWL | 48/32 | 2 |
| Jüngere Magmatite und Begleitsedimente (tJM) | GWL/GWG | 15/8 | 1 |
| Obere Süßwassermolasse, ungegliedert (tOS) | GWG/(GWL) | 89/8 | 3 |
| Obere Brackwassermolasse, ungegliedert (tOB) | GWL/GWG | 46/18 | 2 |
| Obere Meeresmolasse, ungegliedert (tOM) | GWL/(GWG) | 1/0 | 0 |
| Untere Süßwassermolasse (tUS) | GWG | 149/63 | 6 |
| Hangende-Bankkalke-Formation (joHB) | GWL | 91/17 | 3 |
| Zementmergel-Formation (joZ) | GWG/(GWL) | 55/10 | 2 |
| Liegende-Bankkalke-Formation (joLB) | GWL | 132/32 | 5 |
| Mergelstetten-Formation (joME) | GWG/(GWL) | 52/14 | 2 |
| Untere und Obere-Felsenkalke-Formation (joFU-joFO) | GWL | 190/66 | 7 |
| Massenkalk-Formation (joMK) | GWL | 1312/329 | 49 |
| Lacunosamergel-Formation (joL) | GWG/GWL | 63/35 | 2 |
| Wohlgeschichtete Kalke-Formation (joW) | GWL | 76/32 | 3 |
| Impressamergel-Formation (joI) | GWG | 88/83 | 3 |
| Mitteljura (jm) | GWG | 18/18 | < 1 |

Verbreitung der Hydrogeologischen Einheiten ohne Deckschichten

Quartäre Talablagerungen (Porengrundwasserleiter)

Sandig-kiesige, quartäre Talfüllungen mit mehr als ca. 5 m Mächtigkeit werden als Porengrundwasserleiter eingestuft.

Als Porengrundwasserleiter sind die quartären Kiesfüllungen in den fluvioglazialen Kiesrinnen am Albsüdrand, im Donautal und in den Tälern der Oberjura-Karstlandschaft ausgebildet. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Entstehungsgeschichte sind sie unterschiedlich aufgebaut und bestehen aus unterschiedlichen Gesteinskomponenten.

Verbreitung der quartären Porengrundwasserleiter

Die **Ablagerungen in den fluvioglazialen Kiesrinnen am Albsüdrand** sind der Hydrogeologischen Einheit „Rheingletscher-Terrassenschotter“ (qRT) zugeordnet. Es handelt sich dabei um sandige Kiese mit bis zu mehreren Metern mächtigen, gering durchlässigen Zwischenschichten. Sie werden überall von geringer durchlässigen Deckschichten überlagert.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit qRT finden Sie [hier](#).

Die **Ablagerungen des Donautals** sind als Rheingletscher-Niederterrassenschotter (qRTN) zusammengefasst. Es handelt sich dabei um sandig kiesige Sedimente mit eingelagerten Schlufflinsen (s. Trinkwassergewinnungsgebiet „Rote Wand“, Ulm). Die Komponenten sind überwiegend alpinen Ursprungs.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit qRTN finden Sie [hier](#).

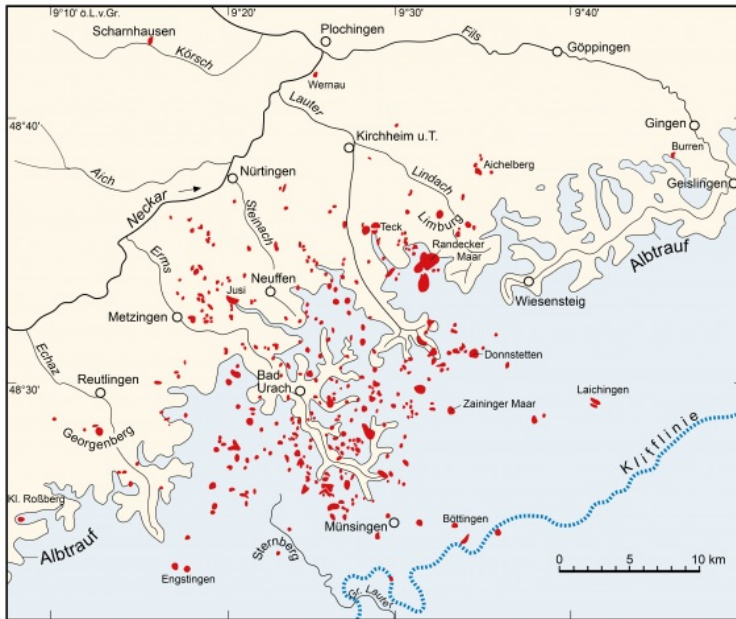
Die **Lockergesteinsfüllungen in den Tälern der Oberjura-Karstlandschaft** bestehen aus umgelagertem Kalkstein des Oberjuras, der zu Kiesgeröllen aufgearbeitet wurde. Die Ablagerungen sind der Hydrogeologischen Einheit „Bach- und Flussablagerungen“ (qbf) zugeordnet. Die Hydrogeologische Einheit ist in der Hydrogeologischen Karte ohne Deckschichten (HKoD) nicht enthalten, da sie für diese Darstellung „abgedeckt“ wurde. Sie werden von tonig-schluffigen, z. T. steinigen Schwemmlernen und lokal Kalktuff, Wiesenkalk sowie Anmoor- und Niedermoortorf überlagert. Aufgrund dieser flächenhaften Überlagerung kommt die Hydrogeologische Einheit „Bach- und Flussablagerungen“ (qbf) auch nicht als Deckschicht in der Hydrogeologischen Karte vor.

Kiesige Talfüllungen kommen im Tal der Fehla und im oberen Talabschnitt der Lauchert, im Tal der Großen Lauter, der Schmiech sowie der Fils vor.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit qbf finden Sie [hier](#).

Jüngere Magmatite und Begleitsedimente (tJM)

Die Jüngeren Magmatite und ihre Begleitsedimente kommen im sogenannten Urach-Kirchheimer Vulkangebiet vor. Es erstreckt sich vom Roßberg im Westen bis zum Filstal im Osten und vom Großen Lautertal im Süden bis auf die Filder im Norden. In ihm sind fast 360 Eruptionspunkte bekannt (Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T., 2011).



Vorkommen Jüngerer Magmatite im Gebiet der Mittleren Schwäbischen Alb (Villinger, 2006b)

Die Begleitsedimente wurden als Maarsedimente der Kraterseen abgelagert. Die meisten Sedimente wurden zwischenzeitlich wieder abgetragen. Reste der Maarsedimente finden sich z. B. noch im bekanntesten Maar der Albhochfläche, dem Randecker Maar.

Eine hydrogeologische Besonderheit ist der so genannte Böttinger Marmor. Der rot-weiß gebänderte Thermalsinterkalk ist eine Ausfällung aus Thermalwässern. Sie zirkulierten nach der vulkanischen Tätigkeit in den Schlotbrekzien und gelangten bereichsweise an Quellspalten bis an die Erdoberfläche.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#).

Obere Süßwassermolasse, ungegliedert (tOS)

Die Obere Süßwassermolasse (tOS) ist im Süden der Hydrogeologischen Region bereichsweise größerflächig erhalten:

- auf der Anhöhe östlich von Zwiefalten,
- westlich von Ehingen (Donau),
- auf den Anhöhen nördlich von Altheim.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Obere Brackwassermolasse (tOB), ungegliedert

Die Obere Brackwassermolasse (tOB) ist im Süden der Hydrogeologischen Region größerflächig am Südrand des Hochsträß erhalten. Ansonsten streicht sie als schmaler Streifen am Südrand des Landgerichts und des Stoffelbergs sowie des Andelfinger Bergs nördlich von Langenenslingen aus. Ein weiteres Vorkommen liegt nördlich von Hundersingen.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Obere Meeresmolasse, ungegliedert (tOM)

Die Obere Meeresmolasse tritt im Süden des Hydrogeologischen Raumes nur an wenigen Stellen inselartig auf.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Untere Süßwassermolasse (tUS)

Die Untere Süßwassermolasse ist in der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb die flächenmäßig am weitesten verbreitete Hydrogeologische Einheit der tertiären Molassesedimente.

Sie tritt im Süden der Hydrogeologischen Region in größeren Flächen auf:

- auf den Anhöhen südwestlich und östlich von Ehingen,
- auf dem Hochsträß westlich von Ulm.

Daneben gibt es zahlreiche kleinere Ausstriche entlang der Ränder der Molassevorkommen im Süden des Gebietes.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Hangende-Bankkalke-Formation (joHB)

Die Hangende-Bankkalke-Formation ist ebenso wie die Zementmergel-Formation etwa westlich einer Linie Münsingen–Ehingen a. d. Donau verbreitet. Ihre Vorkommen konzentrieren sich im Norden des Gebietes auf die Region Bad Urach–Münsingen sowie entlang des südwestlichen Randes der Mittleren Alb.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#).

Zementmergel-Formation (joZ)

Die Zementmergel-Formation ist ebenso wie die Hangende Bankkalke-Formation auf der Mittleren Alb etwa westlich einer Linie Münsingen–Ehingen a. d. Donau verbreitet.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#).

Liegende-Bankkalke-Formation (joLB)

Die Liegende-Bankkalke-Formation ist etwa westlich einer Linie Wiesensteig–Laichingen–Ulm verbreitet.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#).

Mergelstetten-Formation (joME)

Die Mergelstetten-Formation tritt etwa östlich der Linie Münsingen–Ehingen a. d. Donau an die Stelle der Liegende-Bankkalke- und der Zementmergel-Formation.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Untere- und Obere-Felsenkalke-Formation (joFU-joFO)

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Oberjura-Massenkalk-Formation (joMK)

Die Massenkalk-Formation ist die flächenmäßig am weitesten verbreitete Festgesteinseinheit der Mittleren Alb.

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Lacunosamergel-Formation (joL)

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Wohlgeschichtete-Kalke-Formation (joW)

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Impressamergel-Formation (joI)

Eine Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften der Einheit finden Sie [hier](#). Weitere Informationen zur Geologie finden Sie [hier](#).

Mitteljura (jm)

Mitteljurassische Einheiten kommen nur zu einem sehr geringen Flächenanteil von unter einem Prozent an der Gesamtfläche der Hydrogeologischen Region Mittlere Alb vor. Sie liegen in Tälern, die sich von Norden in die Albtafel eingeschnitten haben. Diese Talabschnitte wurden zur Arrondierung in die Hydrogeologische Region Mittlere Alb einbezogen.

Es handelt sich dabei um die hydrogeologischen Einheiten

- Hamitenton-Formation bis Ornatenton-Formation (jmHT-jmOR)
- Ostreenkalk-Formation und Gosheim-Formation (jmOK, jmGOS)
- Wedelsandstein-Formation (jmWS)
- Eisensandstein-Formation (jmES)

Literatur

- Bauer, M. & Selg, M. (2006). *Altersstruktur und Mittlere Verweilzeit im Grundwasser des Blautopfs und anderer Quellen und Brunnen im Oberjura-Karst Süddeutschlands*. – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, 98, S. 18–44.
- Bauer, M., Selg, M. & Eichinger, L. (2002). *Pflanzenschutzmittel im Kluft- und Karstgrundwasserleiter des Oberjuras in Baden-Württemberg*. – Abhandlungen LGRB, 15, S. 149–221.
- Bertleff, B. (1986). *Das Strömungssystem der Grundwässer im Malm-Karst des West-Teils des süddeutschen Molassebeckens*. – Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 12, S. 1–271, 8 Anl.
- Bertleff, B., Joachim, H., Kozirowski, G., Leiber, J., Ohmert, W., Prestel, R., Stober, I., Strayle, G., Villinger, E. & Werner, J. (1988). *Ergebnisse der Hydrogeothermalbohrungen in Baden-Württemberg*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 30, S. 27–116, 1 Taf., 2 Beil.
- Dietl, G., Schweigert, G., Franz, M. & Geyer, M. (1998). *Profile des Nusplinger Plattenkalks (Oberjura, Ober-Kimmeridgium, Südwestdeutschland)*. – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B, 265, S. 1–37, 3 Taf. [14 Abb.]
- Eichinger, L., Osenbrück, K., Bauer, M. & Voerkelius, S. (2002). *Isotopengehaltsbestimmungen am Nitrat – Anwendungsmöglichkeiten für geologische und hydrogeologische Fragestellungen*. – Abhandlungen LGRB, 15,

S. 57–73.

- Franz, M., Selg, M. & Hoffmann, F. (1998). *Limnisch-fluviatile Ablagerungen aus dem Untereozän vom Südrand der Schwäbischen Alb*. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 80, S. 279–296.
- Franz, M., Selg, M. & Maus, H. (1997). *Der Beuroner Sandstein: eine pliozäne Donauablagerung als Indiz kretazischer Sedimentation in SW-Deutschland*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg, 36, S. 125–152.
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg*. 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Geyer, T. (2008). *Process-based characterisation of flow and transport in karst aquifers at catchment scale*. – Diss. Georg-August-Universität Göttingen, 103 S., Göttingen.
- Geyer, T., Birk, S., Reimann, T., Dörflinger, N. & Sauter, M. (2013). *Differentiated characterization of karst aquifers: some contributions*. – Carbonates Evaporites, 28, S. 41–46.
- Geyh, M. A. & Groschopf, P. (1978). *Isotopenphysikalische Studie zur Karsthydrogeologie der Schwäbischen Alb*. – Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 8, S. 7–58.
- Geyh, M. A., Groschopf, P. & Schloz, W. (1984). *Hydrogeologische Studie mit radioaktiven und stabilen Umwelt-Isotopen an Karstgrundwässern der östlichen Schwäbischen Alb und des Donaurieds*. – LW-Schriftenreihe, 4, S. 35–40.
- Golwer, A. (1978). *Erläuterungen zu Blatt 7821 Veringenstadt*. – Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 151 S., 8 Taf., 5 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- Gwinner, M. P. (1989). *Erläuterungen zu Blatt 7524 Blaubeuren*. – 2. erg. Aufl., Erl. Geol. Kt. Baden-Württ. 1 : 25 000, 64 S., 4 Taf., 10 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).
- HGE (2004a). *Mittlere Alb – Karte 2. Grundwasserdynamik, Grundwassergleichen*. – Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, 68 S., 2 Karten, 1 CD-ROM, Ulm (Gewässerdirektion Donau/Bodensee Bereich Ulm; Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Büro für Hydrogeologie E. Funk, Staufen i. Br.).
- HGE (2009). *Mittlere Alb – Karte 3. Hydrogeologischer Bau, Grundwasserhaushalt*. – Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, 23 S., 4 Kt., 1 CD-ROM, Tübingen (Regierungspräsidium Tübingen; Regierungspräsidium Freiburg – Abteilung 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau; Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg).
- Hartmann, A., Goldscheider, N., Wagener, T., Lange, J. & Weiler, M. (2014). *Karst water resources in a changing world: Review of hydrological modeling approaches*. – Reviews of Geophysics, 52, S. 218–242.
- Lang, U. (1995). *Simulation regionaler Strömungs- und Transportvorgänge in Karstaquiferen mit Hilfe des Doppelkontinuum-Ansatzes: Methodenentwicklung und Parameteridentifikation*. – Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Univ. Stuttgart, 85, 180 S., Stuttgart.
- Rupf, I. & Nitsch, E. (2008). *Das Geologische Landesmodell von Baden-Württemberg: Datengrundlagen, technische Umsetzung und erste geologische Ergebnisse*. – LGRB-Informationen, 21, S. 1–81, 10 Beil.
- Sauter, M. (1992). *Quantification and Forecasting of Regional Groundwater Flow and Transport in a Karst Aquifer (Gallusquelle, Malm, SW Germany)*. – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, 13, S. 1–150.
- Sauter, M. (1995). *Die Rolle des Epikarsts für den Stofftransport durch Karstgrundwasserleiter – Quantifizierung des Eintrags und numerische Modellierung*. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 146, S. 263–273.
- Selg, M. (2008). *Speichereigenschaften des Oberjura in Süddeutschland am Beispiel des Blautopf-Einzugsgebiets*. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 52(2), S. 56–65.
- Selg, M. & Schwarz, K. (2009). *Am Puls der Schönen Lau – zur Hydrogeologie des Blautopf-Einzugsgebietes*. – Laichinger Höhlenfreund, 44, S. 45–72.
- Selg, M., Bauer, M., Heinz, J. & Mair, C. (2005). *Die Altersstruktur des Kluft- und Karstgrundwassers im Oberjura der Schwäbischen Alb und ihre Bedeutung für den anhaltenden Atrazinaustrag*. – Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., 95(1), S. 1–45.
- Selg, M., Schopper, M. & Straub, R. (2006). *Kurzzeitdynamik und Direktabfluss des Blautopfs (Oberjura-Karst, Süddeutschland)*. – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, 98, S. 45–72.
- Teutsch, G. (1988). *Grundwassermodelle im Karst: Praktische Ansätze am Beispiel zweier Einzugsgebiete im Tiefen und Seichten Malmkarst der Schwäbischen Alb*. – Diss. Univ. Tübingen, 205 S., Tübingen.
- Villinger, E. (1969b). *Karsthydrologische Untersuchungen auf der Reutlinger Alb (Schwäbischer Jura)*. –

Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 11, S. 201–277.

- Villinger, E. (1972). *Seichter Karst und Tiefer Karst in der Schwäbischen Alb*. – Geologisches Jahrbuch, Reihe C, 2, S. 153–188.
- Villinger, E. (1977). *Über Potentialverteilung und Strömungssysteme im Karstwasser der Schwäbischen Alb (Oberer Jura, SW-Deutschland)*. – Geologisches Jahrbuch, Reihe C, 18, S. 3–93.
- Villinger, E. (1978a). *Zur Karsthydrologie des Blautopfs und seines Einzugsgebietes (Schwäbische Alb)*. – Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 8, S. 59–127.
- Villinger, E. (1985). *Geologie und Hydrogeologie der pleistozänen Donauren im Raum Sigmaringen-Riedlingen (Baden-Württemberg)*. – Abhandlungen des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 11, S. 141–203, 3 Beil.
- Villinger, E. (1986). *Untersuchungen zur Flußgeschichte von Aare-Donau/Alpenrhein und zur Entwicklung des Malm-Karsts in Südwestdeutschland*. – Jahreshefte des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 28, S. 297–362, 3 Beil. [10 Abb., 2 Tab.]
- Villinger, E. (1987a). *Die Blautopfhöhle bei Blaubeuren als Beispiel für die Entwicklung des Karstsystems im schwäbischen Malm*. – Geologisches Jahrbuch, Reihe C, 49, S. 71–103.
- Villinger, E. (1988a). *Bemerkungen zur Verkarstung des Malms unter dem westlichen süddeutschen Molassebecken*. – Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und –Ingenieure, 54, S. 41–59.
- Villinger, E. (1997). *Der Oberjura-Aquifer der Schwäbischen Alb und des baden-württembergischen Molassebeckens (SW-Deutschland)*. – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, 34, S. 77–108.
- Villinger, E. (1998). *Zur Flußgeschichte von Rhein und Donau in Südwestdeutschland*. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 80, S. 361–398.
- Villinger, E. (2006a). *Die Schwäbische Alb – eine geologische Bilderbuchlandschaft*. – Rosendahl, W., Junker, B., Megerle, A. & Vogt, J. (Hrsg.). Schwäbische Alb, S. 8–23, München (Wanderungen in die Erdgeschichte, 18).
- Villinger, E. (2006b). *Eine Landschaft löst sich auf. Die Karstlandschaft Blaubeurer Alb mit dem Blautopf*. – Look, E. R. & Feldmann, L. (Hrsg.). Faszination Geologie. Die bedeutendsten Geotope Deutschlands, S. 126–127, Stuttgart (Schweizerbart).
- Villinger, E. & Sauter, M. (1999). *Karsthydrogeologie der Schwäbischen Alb (Exkursion I am 9. April 1999)*. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 81, S. 123–170.

[Datenschutz](#)

[Cookie-Einstellungen](#)

[Barrierefreiheit](#)

Quell-URL (zuletzt geändert am 24.03.26 - 10:23): <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/regionalbeschreibung-mittlere-alb/hydrogeologische-gliederung-stockwerksbau>