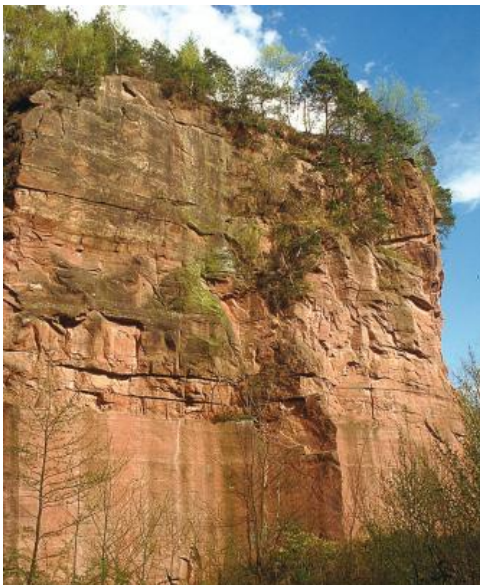


## Unterer und Mittlerer Buntsandstein



### Geologie



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

Unterer und Mittlerer Buntsandstein bestehen aus einer Folge von meist fluviatil abgelagerten, überwiegend dickbankigen, meist mittel- bis feinkörnigen, häufig schräggeschichteten und z. T. glimmerführenden Sandsteinen mit einzelnen grobkörnigen bis konglomeratischen Lagen. Hierzu gehören die Eck-Formation im Unteren Buntsandstein und die Geröllsandsteine der Vogesensandstein-Formation im Mittleren Buntsandstein. Die klastischen Ablagerungen sind karbonatarm, das Bindemittel der Sandsteine ist meist tonig oder kieselig und nur selten karbonatisch.

Die Miltenberg-Formation des Unteren Buntsandsteins überlagert die Eck-Formation im Odenwald und Maingebiet. Sie besteht vorwiegend aus fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen. Im südlichen Kraichgau und Schwarzwald wird die Eck-Formation vom Badischen Bausandstein des Mittleren Buntsandsteins überlagert. Sie setzt sich aus geröllfreien bis geröllarmen Grobsandsteinen mit unregelmäßig eingeschalteten Schlufftonstein-Lagen zusammen.

Der Mittlere Buntsandstein besteht weiterhin aus der Vogesensandstein-Formation, Volpriehausen-Formation, Detfurth-Formation, Hardeggen-Formation und Solling-Formation.



*Badischer Bausandstein des Mittleren Buntsandsteins (sVs): Straßenanschnitt am Sätplatz/Freiamt*

Die Vogesensandstein-Formation wird vom Badischen Bausandstein, der Geröllsandstein-Subformation und der Kristallsandstein-Subformation aufgebaut. Der Badische Bausandstein ist im Schwarzwald und südlichen Odenwald das geröllfreie Äquivalent zu den geröllführenden Grobsandsteinen der Geröllsandstein-Subformation. Die Kristallsandstein-Subformation setzt sich aus geröllfreien Sandsteinen zusammen. Sie kommt im Schwarzwald, Kraichgau und am Hochrhein vor.

Im oberen Teil des Mittleren Buntsandsteins erlaubt die Korngrößenverteilung im Profil die Gliederung in einzelne Sedimentationszyklen. Die Volpriehausen-Formation, die Detfurth-Formation und die Hardeggen-Formation sind im Main-Tauber-Gebiet und am Ostrand des Odenwaldes wie in den nördlich angrenzenden Regionen verbreitet.

Im Südschwarzwald setzt die Sedimentation im Buntsandstein mit dem oberen Mittleren Buntsandstein ein, es fehlen der Untere und untere Mittlere Buntsandstein.

Unterer und Mittlerer Buntsandstein stehen auf einer Fläche von ca. 1430 km<sup>2</sup> über Tage an, wobei sie bereichsweise von quartären Deckschichten überlagert werden. Sie kommen in der östlichen Umrahmung des Grundgebirgsschwarzwalds vor und sind besonders im Mittel- und Nordschwarzwald weit verbreitet. Daneben kommt er im südlichen Odenwald und Bauland sowie im Oberrheingraben im Bereich der Vorbergzone zwischen Emmendingen und Offenburg vor. Ansonsten liegt der Untere und Mittlere Buntsandstein unter einer Überdeckung aus jüngerem Mesozoikum. Darüber folgt bereichsweise z. T. mächtiges Tertiär und Quartär (nördliches Molassebecken, Oberrheingraben).



Verbreitung des Unteren und Mittleren Buntsandsteins farbig, Ausstrich dunkel. Übergang von Süßwasser zu höher mineralisiertem Grundwasser in Richtung der Strichsignatur

Unterer und Mittlerer Buntsandstein sind im Südschwarzwald primär nicht bzw. nur teilweise vorhanden. Nach Norden nimmt die Mächtigkeit zur Kraichgaumulde auf rund 450 m zu. Größere Mächtigkeiten finden sich in dem Ostnordost-/West-südwest streichenden Offenburger Becken nördlich Freudenstadt, geringere Mächtigkeiten im Bereich der Nordschwarzwälder Schwelle südlich Pforzheim und der Odenwaldschwelle (Geyer et al., 2011; Commission of the European Communities, 1979).

## Hydrogeologische Charakteristik

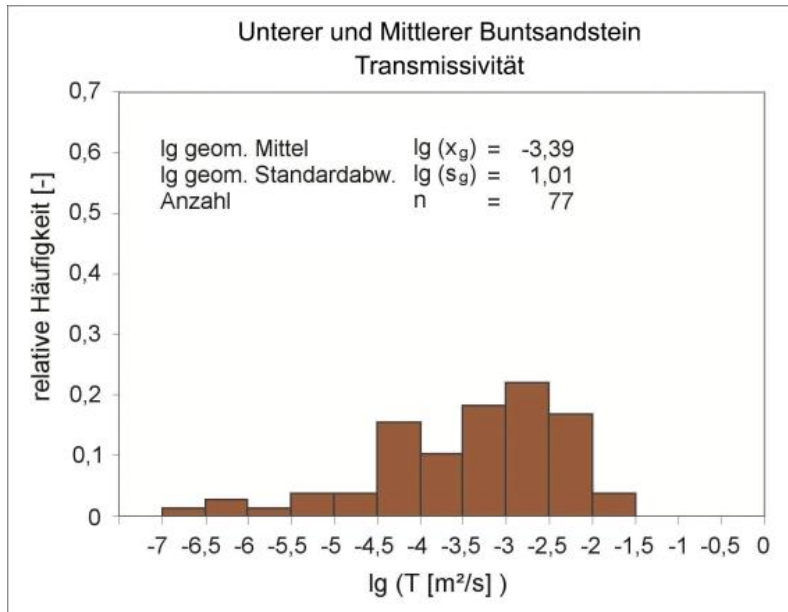
Unterer und Mittlerer Buntsandstein bilden zusammen mit dem unteren Teil der Plattensandstein-Formation des Oberen Buntsandsteins einen bereichsweise ergiebigen Kluftgrundwasserleiter. Insbesondere die Eck-Formation, die Miltenberg-Formation (früher: Bausandstein) über der Eck-Formation und die konglomeratischen Lagen im Mittleren Buntsandstein weisen eine höhere Grundwasserführung auf. Die Eck-Formation des Unteren Buntsandsteins kann einen eigenständigen Grundwasserleiter bilden. Wo vorhanden, werden auch die Gesteine der unterlagernden Tigersandstein-Formation des Zechsteins dem Grundwasserleiter zugerechnet. Als Grundwasserleiterbasis wirken das Kristallin, dem der Buntsandstein in weiten Bereichen direkt aufliegt, oder ältere paläozoische Gesteine (bereichsweise Zechstein, Rotliegendes, Karbon, Devon). In weiten Landesteilen wird der Untere und Mittlere Buntsandstein einschließlich der Plattensandstein-Formation des Oberen Buntsandsteins von geringdurchlässigem Tonsteinen der Rötton-Formation überlagert. Diese können den Buntsandstein vom Unteren Muschelkalk hydraulisch trennen (Plum et al., 2008).

Das Grundwasser fließt im Unteren und Mittleren Buntsandstein überwiegend auf Trennfugen (Klüfte, Schichtfugen, Störungen). Dabei kann der Grundwasserumsatz in Großklüften und tektonischen Störungszonen sowie untergeordnet in Poren und Kleinklüften erfolgen (Modellvorstellung der Doppelporosität). In der oberflächennahen Auflockerungszone ist die Wasserwegsamkeit aufgrund erweiterter Kluftöffnung bis in eine Tiefe von rund 10 bis 40 m erhöht. In Hangbereichen und unter Talsohlen können die Klüfte in harten Gesteinen zusätzlich zur oberflächennahen Entspannung durch pleistozäne Frostsprengung verbreitert sein. Zonen erhöhter Klüftigkeit und Kluftaufweitung entstehen außerdem an den Talflanken durch Talzusub und Hangzerreißen sowie entlang tektonischer Störungen und in deren näherem Umfeld. Aufgrund der intensiven tektonischen Beanspruchung sind die Wasserwegsamkeiten im nördlichen Schwarzwald (Pfinzgau) besonders hoch (HGE, 2002; HGE, 2003b).

## Hydraulische Eigenschaften

Die hydraulischen Eigenschaften des Unteren und Mittleren Buntsandsteins sind in hohem Maße inhomogen und anisotrop. Der geometrische Mittelwert der Transmissivität beträgt für den Unteren und Mittleren Buntsandstein landesweit  $T = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ . Der Stichprobenumfang der Untersuchung beträgt  $n = 77$ . Die Schwankungsbreite der T-Werte beträgt mehr als fünf Zehnerpotenzen. Dies verdeutlicht, dass für lokale Betrachtungen die Durchlässigkeit fallspezifisch bestimmt werden muss.

Mit zunehmender Überdeckung durch Oberen Buntsandstein und Muschelkalk nehmen die Öffnungsweiten der Klüfte und damit auch die Durchlässigkeit des Gebirges ab.



*Häufigkeitsverteilung der Transmissivitätswerte für den Unteren (su) und Mittleren Buntsandstein (sm): Landesweite Auswertung (geometrischer Mittelwert  $T = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ )*

Als hochergiebig haben sich besonders Talabschnitte im Zentrum von tektonischen Mulden (z. B. das Aalbachtal bei Wertheim-Dertingen und das Taubertal nordöstlich Kilsheim), sowie tektonisch stark beanspruchte Gebiete (Bereich Seewiesenquellen, Nordschwarzwald, Tiefbrunnen Schwarzbrennen nördlich Freudenstadt) erwiesen.

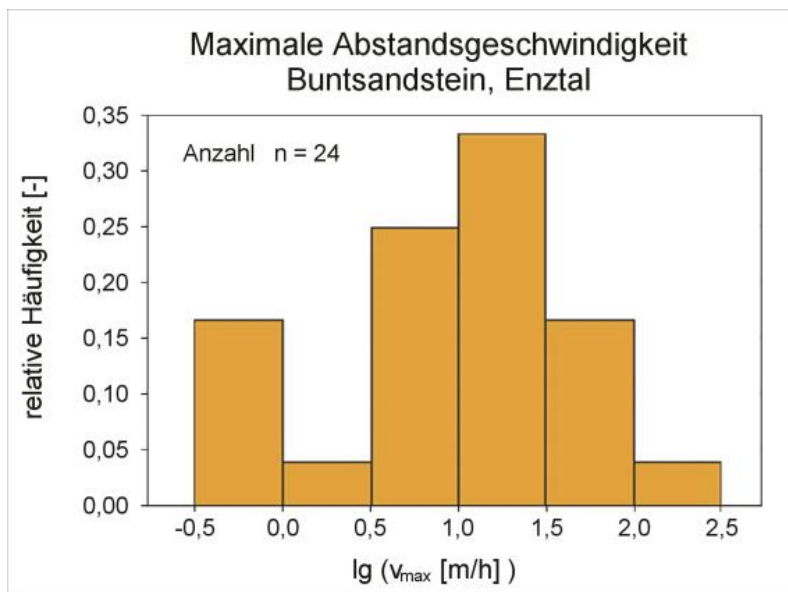
Zu besonders hohen Ergiebigkeiten kann es kommen, wenn verschiedene Teilstockwerke des Buntsandsteins die große Einzugsgebiete haben über Talentlastungsklüfte verbunden sind. Hierdurch können Quellen mit sehr hoher Schüttung entstehen.

Insbesondere im Verbreitungsgebiet des Badischen Bausandsteins (Mittlerer Buntsandstein) versickern Bäche über Klüfte in den Untergrund über, so dass Quellen hohe Anteile an schnell fließendem Uferfiltrat enthalten können.

Ist der Buntsandstein von eiszeitlichen Fließerden und Hangschutt überdeckt, tritt das Klufgrundwasser des Buntsandsteins in diese über und an Hangschuttquellen aus.

Bei Markierungsversuchen im Unteren und Mittleren Buntsandstein wurden, ebenso wie im Karst, oft hohe Abstandsgeschwindigkeiten bestimmt. Sie können in Abhängigkeit von der lokalen hydrogeologischen Situation stark variieren. Der Tracerdurchsatz ist stark davon abhängig, ob der Markierungsstoff in der gesättigten oder der ungesättigten Zone eingegeben wurde und welche Rolle infiltrierende Oberflächengewässer spielen.

Im Nordschwarzwald wurden bei Markierungsversuchen mit Tracereingabe in offene Klüfte maximale Abstandsgeschwindigkeiten bis 177 m/h gemessen. Der Mittelwert der maximalen Abstandsgeschwindigkeiten liegt bei 21,8 m/h.



Häufigkeitsverteilung der maximalen Abstandsgeschwindigkeiten aus Markierungsversuchen im Buntsandstein für das Gebiet Enztal/Nordschwarzwald

Die Vergleichswerte aus dem Tauberland sind mit 4,3 m/h und 1,7 m/h deutlich kleiner. Ein Grund dafür dürfte die unterschiedliche tektonische Beanspruchung der beiden untersuchten Buntsandsteingebiete sein (HGE, 2004c; HGE, 2005a).

### Maximale ( $v_{max}$ ) und dominierende ( $v_{Cmax}$ ) Abstandsgeschwindigkeiten im Buntsandstein im Enztal und im Tauberland

	n	$v_{max}$ [m/h]			n	$v_{Cmax}$ [m/h]		
		mittel	minimal	maximal		mittel	minimal	maximal
<b>Enztal</b>	24	21,8	0,4	177	18	10,7	0,12	41,2
<b>Tauberland</b>	6	1,7	0,09	4,3	6	0,3	0,074	0,68

Die technische Ergiebigkeit von Brunnen liegt im Unteren und Mittleren Buntsandstein meist zwischen 5 und 20 l/s (Nordschwarzwald/Odenwald). Im Nordschwarzwald werden aufgrund der intensiven Bruchtektonik vergleichsweise hohe Ergiebigkeiten erreicht (Brunnen im Pfinzgraben, Gesamtergiebigkeit 200 l/s).



## Hydrologie

Auf den z. T. lössbedeckten Hochflächen erneuert sich das Grundwasser im Unteren und Mittleren Buntsandstein über flächenhafte Infiltration des Niederschlags, stellenweise auch konzentriert durch Versinken von Oberflächenwasser in offenen Klüften.

Die Neubildungsrate im Ausstrichbereich von Unteren und Mittlerem Buntsandstein beträgt im langjährigen Mittel (Standardperiode 1981 bis 2010) ca.  $G_m = 9,9 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2)$ . Bezogen auf die Ausstrichfläche von ca.  $1\,430 \text{ km}^2$  sind dies  $G_f = 14\,200 \text{ l/s}$ .

Ist der Untere und Mittlere Buntsandstein nicht überdeckt, kann ein großer Teil des Niederschlags versickern und neubildungswirksam sein. Bei Überdeckung mit Oberem Buntsandstein und/oder mächtigen Schuttdecken kann ein bedeutender Teil des Grundwassers oberflächennah abgeführt werden.

Wird der Untere und Mittlere Buntsandstein durch die Plattensandstein-Formation des Oberen Buntsandsteins überlagert, reduziert sich die Höhe der Grundwasserneubildung/Einsickerung, da stauende Tonlagen in der Plattensandstein-Formation den Anteil lateraler Abflusskomponenten erhöhen.

Der Grundwasserumsatz erfolgt im Kluftgrundwasserleiter des Unteren und Mittleren Buntsandsteins in verschiedenen Speicher- und Fließsystemen.

- In den Kleinklüften und Poren wird das Grundwasser hauptsächlich durch flächenhafte Infiltration von Niederschlag neu gebildet. Diese Grundwasserkomponente fließt vergleichsweise langsam im Untergrund und weist entsprechend hohe Verweilzeiten auf.
- In Kluft- und Störungszonen wird das Grundwasser vorwiegend durch direkten Eintrag neu gebildet. Diese Grundwasserkomponente fließt vergleichsweise schnell im Untergrund und weist entsprechend kurze Verweilzeiten auf.

Ausmaß und Richtung des Grundwasseraustauschs zwischen den beiden Fließsystemen werden von den hydrologischen Verhältnissen gesteuert.

Liegt die Aquiferbasis tiefer als die Vorflut (tiefe Position), gibt es drei Entwässerungsmöglichkeiten.

Das Grundwasser tritt entweder

- entlang der Talflanken an Überlaufquellen aus oder
- diffus in den Talgrundwasserleiter oder
- direkt in den Vorfluter.

Die Schüttung der Quellen erreicht über  $20 \text{ l/s}$ , vereinzelt über  $150 \text{ l/s}$  (Seewiesenquellen, Pfinzgraben).

Liegt die Aquiferbasis höher als die Vorflut (seichte Position), hat die Erosion in den Flusstälern die Grundwasserleiterbasis unterschritten. Es bilden sich dann über der stauenden Sohlschicht (Zechstein, Kristallin) Schichtquellen oder in tieferer Lage Hangschuttquellen. Die Schüttungen dieser Quellen sind meist klein, da infolge der intensiven Zertalung der Hochflächen nur kleine Grundwasserkörper existieren.

## Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Das Grundwasser im Unteren und Mittleren Buntsandstein ist ein geringmineralisiertes Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-Süßwasser. Für ein anthropogen weitgehend unbeeinflusstes Buntsandstein-Grundwasser beträgt der Gehalt an gelösten Feststoffen im Mittel  $79,4 \text{ mg/l}$ , wobei die Inhaltsstoffe überwiegend aus dem Niederschlag stammen und nicht gesteinsbürtig sind. Für Calcium sind dies etwa  $9,0 \text{ mg/l}$ , Magnesium  $2,4 \text{ mg/l}$ , Hydrogenkarbonat  $29,0 \text{ mg/l}$ , Natrium  $2,8 \text{ mg/l}$ , Kalium  $1,4 \text{ mg/l}$ , Chlorid  $4,2 \text{ mg/l}$  und Sulfat  $6,4 \text{ mg/l}$ . Die Karbonathärte beträgt etwa  $1,3 \text{ °dH}$ , die mediane Gesamthärte  $0,65 \text{ mmol(eq)/l}$ , das entspricht ca.  $1,8 \text{ °dH}$  (Plum et al., 2009a). Ist der Untere und Mittlere Buntsandstein von Oberem Buntsandstein und/oder Löss überlagert, treten höhere Konzentrationen von Calcium und Hydrogenkarbonat auf.

Im Vergleich mit anderen hydrogeologischen Einheiten weisen die Inhaltstoffe Bor (0,005 mg/l), Lithium (unter 0,001 mg/l) und Strontium (0,04 mg/l) vergleichsweise geringe Konzentrationen auf, während der Sauerstoffgehalt mit 11 mg/l vergleichsweise hoch ist. Aufgrund der geringen Pufferkapazität des Gesteins neigt das Buntsandstein-Grundwasser zur Versauerung. Der pH-Wert liegt im Mittel bei nur pH = 6,4 (Plum et al., 2009a).

Aufgrund der geringen Mineralisation der Grundwässer treten neben den geogenen Komponenten vielfach atmogene, biogene und ubiquitär anthropogene Einträge in den Vordergrund und bestimmen die Konzentrationen der im Grundwasser gelösten Stoffe.

Unterer und Mittlerer Buntsandstein führen nur im Ausstrichgebiet und unter geringmächtiger Überdeckung gering mineralisiertes Süßwasser. Bereits unter Überdeckung mit Oberen Buntsandstein sowie Karbonat haltigem Löss kann sich die Mineralisation des Grundwassers der von Karbonatgrundwasserleitern annähern.

Wird der Untere und Mittlere Buntsandstein von mächtigem Deckgebirge überlagert, können entsprechende Zuflüsse aus dem Hangenden (insbesondere aus dem Mittleren Muschelkalk) das ursprünglich gering mineralisierte Buntsandsteinwasser aufmineralisieren. Als Folge davon kann man hochmineralisiertes Na-Cl- bzw. Mineral-Thermalwasser (TDS > 1 000 mg/l) oder Solen (NaCl > 10 000 mg/l) antreffen. Davon ausgenommen sind die Gebiete im Nordschwarzwald (Kretzschmar, 1995).

## Geschütztheit des Grundwassers

Die Schutzfunktion der geklüfteten Sandsteine des Unteren und Mittleren Buntsandsteins ist für das darin enthaltene Grundwasser nur gering. Schadstoffe können daher schnell von der Erdoberfläche in den Untergrund eindringen. Ausreichende Großklüfte und Störungen mit hohen vertikalen Sickergeschwindigkeiten bilden besondere Schwachstellen. Eine höhere Schutzfunktion haben Gebiete, in denen der Untere und Mittlere Buntsandstein von Lösssedimenten oder Oberem Buntsandstein (Rötton-Formation) überlagert wird.

## Grundwassernutzung

Die Trinkwassergewinnung erfolgt im Verbreitungsgebiet von Unterem und Mittlerem Buntsandstein meist aus Quellen (Baiersbronn, Freudenstadt, Alpirsbach, St. Georgen). Bei geeignetem hydrogeologischem Bau, insbesondere bei schützender Überdeckung durch den Oberen Buntsandstein, wird Grundwasser auch durch Tiefbrunnen erschlossen (überwiegend im nördlichen Landesteil). Dabei können auch stockwerksübergreifend Anteile von Grundwasser aus dem Oberen Buntsandstein beteiligt sein.

## Literatur

- Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Service Géologique Régional Alsace (1979). *Geothermische Synthese des Oberrheingrabens (Bestandsaufnahme)*. 51 S., Freiburg i. Br. (Commission of the European Communities). [Wiederaufl. als CD-ROM, LGRB 2005]
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg*. 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- HGE (2002). *Enztal-Pforzheim – Mappe 2. Hydrogeologischer Bau, Grundwassergleichen*. – Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, 62 S., 9 Karten, 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Große Kreisstadt Pforzheim; Landratsamt Enzkreis; Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein Bereich Freudenstadt).
- HGE (2003b). *Taubertal – Mappe 2. Hydrogeologischer Bau*. – Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, 33 S., 6 Kt., 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- HGE (2004c). *Enztal-Pforzheim – Mappe 3. Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz*. – Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, 40 S., 7 Karten, 1 CD-ROM, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Stadtkreis Pforzheim; Landratsamt Enzkreis; Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein Bereich Freudenstadt).
- HGE (2005a). *Taubertal (Main-Tauber-Kreis) – Mappe 3. Grundwasserdynamik, Grundwasserhaushalt, Grundwasserschutz*. – Hydrogeologische Erkundung Baden-Württemberg, 168 S., 7 Karten, 1 CD-ROM,

Stuttgart (Regierungspräsidium Stuttgart; Regierungspräsidium Freiburg – Abteilung 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Landratsamt Main-Tauber-Kreis; Gewässerdirektion Neckar, Bereich Künzelsau).

- Kretzschmar, T. (1995). *Hydrochemische, petrographische und thermodynamische Untersuchungen zur Genese tiefer Buntsandsteinwässer in Baden-Württemberg.* – Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe C, 24, S. 1–142.
- Plum, H., Dietze, G., Armbruster, V. & Wirsing, G. (2009a). *Natürliche geogene Grundwasserbeschaffenheit in den hydrogeologischen Einheiten von Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 23, S. 1–192, verfügbar unter [https://produkte.lgrb-bw.de/docPool/c621\\_data.pdf](https://produkte.lgrb-bw.de/docPool/c621_data.pdf).
- Plum, H., Ondreka, J. & Armbruster, V. (2008). *Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 20, S. 1–106.

[Datenschutz](#)

[Cookie-Einstellungen](#)

[Barrierefreiheit](#)

---

**Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:42):**<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/buntsandstein/hydrogeologischer-ueberblick/unterer-mittlerer-buntsandstein>