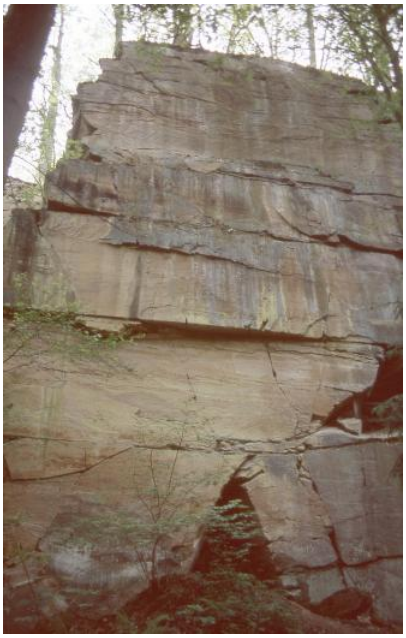
Oberer Mittelkeuper und Oberkeuper

Geologie



Massige Sandsteine der Stuttgart-Formation (kmSt, früher: Schilfsandstein): Aufgelassener Steinbruch beim Jägerhaus östlich von Heilbronn

Oberer Mittelkeuper und Oberkeuper bestehen aus einer Wechselfolge von Ton-, Schluff-, Mergel- und Sandsteinen.

Die tiefste Einheit des Oberen Mittelkeupers ist die Stuttgart-Formation (früher: Schilfsandstein). Sie kommt in einer Normalfazies und einer Flutfazies vor. In der Normalfazies treten sandig-schluffige und sandfreie Tonsteine zusammen mit Dolomitsteinbänken sowie Gips- und Anhydritlagen bzw. deren Residuen auf. Die deutlich mächtigere Flutfazies besteht aus lang gestreckten Sandsteinkörpern, die einem Erosionsrelief aufliegen. Die Sandsteine weisen eine gleichmäßig feine Körnung auf. Durch ihre Verwitterung entstehen daraus mürbe Sande. Die Stuttgart-Formation schließt mit den 2 bis 6 m mächtigen, z. T. feinsandigen Schlufftonsteinen der Dunklen Mergel ab.

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

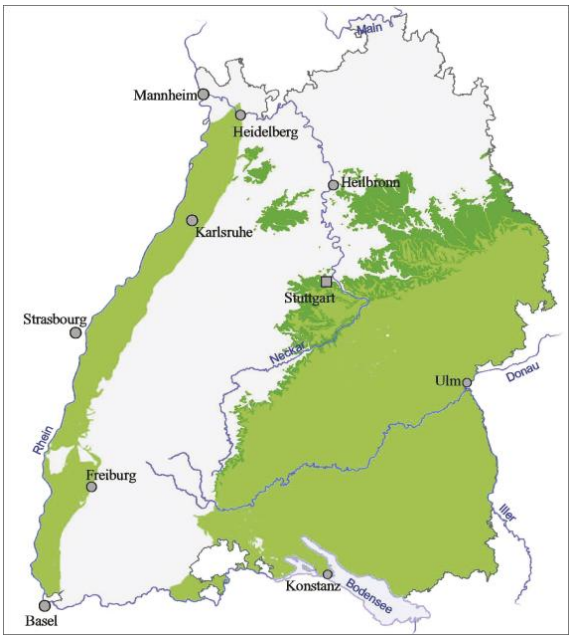
Im Hangenden folgen die überwiegend roten Schluff- und Tonsteine der Steigerwald-Formation (früher: Untere Bunte Mergel) und der Mainhardt-Formation (früher: Obere Bunte Mergel), die lokal noch Gips enthalten können. Im südlichen Keuperbergland, im Schönbuch und im Stromberg liegt zwischen der Steigerwald-Formation und der Mainhardt-Formation die Hassberge-Formation (früher: Kieselsandstein). Die Hassberge-Formation besteht aus überwiegend kieselig gebundenen Sandsteinen mit Tonsteinzwischenlagen. Sie ist vor allem in Nordwürttemberg verbreitet. Im oberen Teil der Hassberge-Formation sind einzelne geringmächtige Dolomitsteinbänke eingelagert. Fehlt die Hassberge-Formation, folgen Steigerwald-Formation und Mainhardt-Formation unmittelbar aufeinander.

Löwenstein-Formation (kmLw, früher: Stubensandstein-Formation): Steinbruch südöstlich von Finsterrot

Nächsthöhere Einheit ist die Löwenstein-Formation (früher: Stubensandstein-Formation). Sie besteht aus meist tonigen zum Teil wenig verfestigten, feldspatreichen Sandsteinen. Das Bindemittel der Sandsteine ist kaolinitisch, unten teilweise kalkig, im obersten Teil lokal kieselig. Dort treten vereinzelt Pyritknollen auf. In die Sandsteinfolge sind einige geringmächtige Schluff- und Tonsteinlagen mit Dolomitsteinknollen und pedogene Krustenkalkbänke eingeschaltet. Nach Westen und Nordwesten nimmt der Anteil von Tonstein und Dolomitstein zu, entsprechend nimmt der Sandsteinanteil ab.

Die oberste Einheit des Oberen Mittelkeupers ist die Trossingen-Formation (früher: Knollenmergel-Formation). Es handelt sich um eintönige, meist kräftig rote oder violettrote Tonsteine, die lokal konkretionäre Karbonatknollen enthalten.

Der Oberkeuper bzw. die Exter-Formation (früher: Rhätkeuper) bildet den obersten, Abschnitt des Keupers. Er besteht im Osten des Landes vorwiegend aus feinkörnigem, kieseligem Sandstein, im Westen herrscht z. T. feinsandiger Tonstein mit Kohleeinschaltungen vor.



Verbreitung des Oberen Mittelkeupers und Oberkeupers farbig, Ausstrich dunkel

Oberer Mittelkeuper und Oberkeuper stehen im weiteren Albvorland bis in die Region Heilbronn auf einer Gesamtfläche von ca. 2580 km² über Tage an, wobei sie bereichsweise von quartären Deckschichten überlagert werden. In der Kraichgaumulde gibt es einzelne Restvorkommen. Der Oberkeuper ist lückenhaft verbreitet und keilt ebenso wie der Obere Mittelkeuper im nördlichen Oberrheingraben aus.

Im Oberrheingraben, auf der Schwäbischen Alb, im näheren Albvorland sowie in Oberschwaben werden der Obere Mittelkeuper und der Oberkeuper von mächtigem jüngerem Mesozoikum überlagert. Im Oberrheingraben und in Oberschwaben folgen darüber bereichsweise noch Tertiär und Quartär. Die Mächtigkeit des Oberen Mittelkeupers und des Oberkeupers liegt bei etwa 200 m, wobei erhebliche Schwankungen auftreten können.

Hydrogeologische Charakteristik

Oberer Mittelkeuper und Oberkeuper bilden eine Folge von Kluftgrundwasserleitern und Grundwassergeringleitern. Im verwitterten Zustand verhalten sich die Sandsteine wie Porengrundwasserleiter.

Hydrogeologische Gliederung des Oberen Mittelkeupers und des Oberkeupers mit Mächtigkeitsangaben

Stratigraphie				Mächtigkeit [m]
Oberkeuper	koE	Exter-Formation (Westen)	Exter-Formation (Osten)	bis 15
Oberer Mittelkeuper	kmTr	Trossingen-Formation		10–50
	kmLw	Löwenstein-Formation		10–140
	kmMh	Mainhardt-Formation		20–60
	kmHb	Hassberge-Formation		
	kmSw	Steigerwald-Formation		
	kmSt	Stuttgart-Formation Normalfazies	Stuttgart-Formation Flutfazies	5–40

grün = Festgesteinsgrundwasserleiter ; braun = Grundwassergeringleiter

Die Stuttgart-Formation in Normalfazies ist ein Grundwassergeringleiter. In Flutfazies ist sie ein wenig ergiebiger Kluftgrundwasserleiter. In Gebieten, in denen die Stuttgart-Formation größere Mächtigkeiten aufweist und das Gestein tektonisch stark beansprucht ist, ist die Grundwasserführung größer. Limitierend für die langfristige Ergiebigkeit sind die relativ kleinen Einzugsgebiete, die auf die strangartigen Sandsteinkörper begrenzt sind (Plum et al., 2008).

In der Steigerwald-Formation und der Mainhardt-Formation wechseln bunte Tonsteine und Dolomitbänke mit Sulfatbänken oder mit Horizonten aus Sulfatknollen ab. Sie sind überwiegend Grundwassergeringleiter. Ist in den Mergelsteinen das eingelagerte Sulfatgestein ausgelaugt, ergeben sich Wasserwegsamkeiten entlang der entstandenen Hohlräume. Ansonsten bilden sie die Basis für Grundwasservorkommen in den darüber liegenden Sandsteinschichten der Hassberge-Formation bzw. Löwenstein-Formation.

Die Hassberge-Formation bildet einen überwiegend schichtig gegliederten, mäßig ergiebigen Kluftgrundwasserleiter.

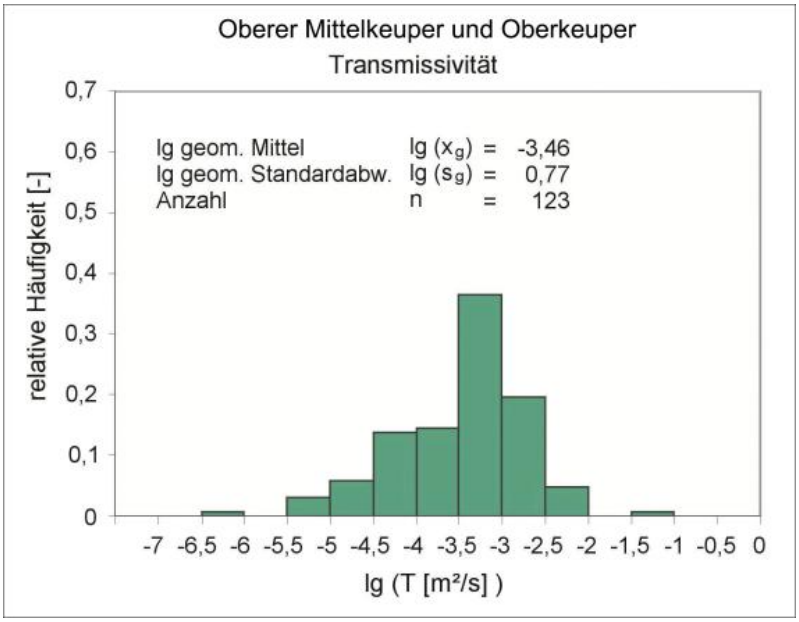
Die Löwenstein-Formation ist wegen des wiederholten Wechsels von Tonsteinen und Sandsteinen in mehrere Teilstockwerke untergliedert, die hydraulisch untereinander unterschiedlich stark kommunizieren. Im schichtig gegliederten Kluftgrundwasserleiter strömt das Grundwasser bevorzugt im Kluftsystem der Sandsteine, wobei die Klüftung in starkem Maße tiefen- und reliefabhängig ist. Besonders ausgeprägte Wasserwegsamkeiten finden sich in Tälern und an Talflanken. Unter mächtiger Überdeckung nimmt die Wasserwegsamkeit hingegen stark ab. Aus tektonisch beanspruchten Gebieten sind jedoch tiefreichende, hydraulisch aktive Grundwasserkörper bis 400 m unter Gelände bekannt.

Die Trossingen-Formation ist ein Grundwassergeringleiter.

Die Exter-Formation des Oberkeupers ist in den Keuperwaldbergen und im Kraichgau lückenhaft verbreitet. Sie bildet im Westen einen Grundwassergeringleiter, im Osten einen schichtig gegliederten Kluftgrundwasserleiter mit mäßiger Durchlässigkeit und mittlerer Ergiebigkeit.

Hydraulische Eigenschaften

Der geometrische Mittelwert der Transmissivität beträgt für den oberen Mittelkeuper und den Oberkeuper $3{,}5 \cdot 10^{-4}$ m^2/s bei einem Stichprobenumfang von n = 123. In der Stuttgart-Formation und der Hassberge-Formation schwanken die Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ und $3 \cdot 10^{-5}$ m/s.



Häufigkeitsverteilung der Transmissivitätswerte für den Oberen Mittelkeuper und den Oberkeuper: Landesweite Auswertung (geometrischer Mittelwert $T = 3{,}5 \cdot 10^{-4}$ m^2/s)

Die Transmissivitätswerte der Löwenstein-Formation liegen in Ostwürttemberg zwischen $2 \cdot 10^{-3}$ m^2/s und $1 \cdot 10^{-4}$ m^2/s. Sie nehmen nach Westen und Nordwesten ab. Dies spiegelt die faziellen Veränderungen wieder. Die Löwenstein-Formation besitzt ein hohes Speichervermögen weil das Bindemittel der Sandsteine primär fehlt oder teilweise gelöst wurde.

Hydrologie

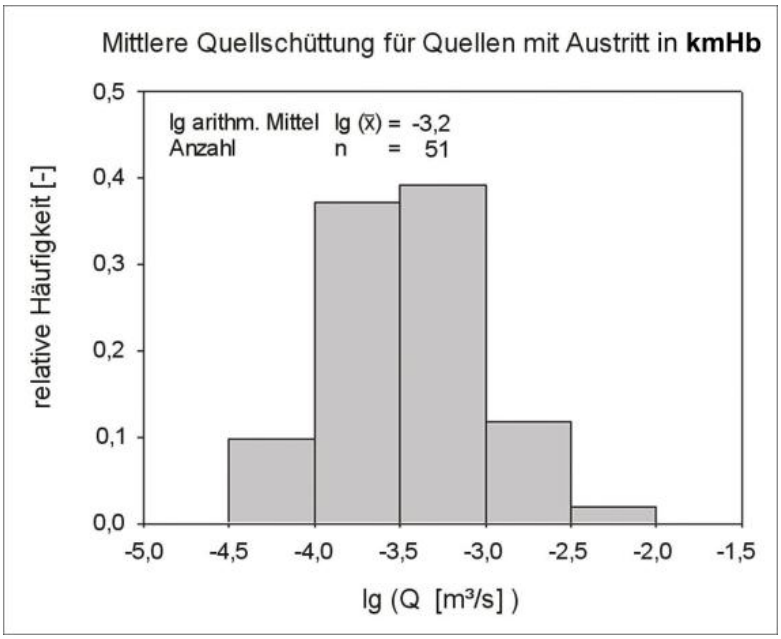
Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag beträgt im Verbreitungsgebiet des Oberen Mittelkeupers und Oberkeupers im langjährigen Mittel (Periode 1981 bis 2010) $G_m = 3{,}6$ l/ (s · km^2), das sind – bezogen auf die Ausstrichfläche von 2580 km^2 – $G_f = 9288$ l/s. Die Grundwasserneubildung erfolgt auf den teilweise lössbedeckten Hochflächen durch flächenhafte Infiltration des Niederschlags. Bei hoher Sickerrate bilden sich (insbesondere in der Löwenstein-Formation) zeitweise schwebende Grundwasservorkommen über dem zusammenhängenden Grundwasserspiegel.

Liegt die Grundwasserleiterbasis über Vorflutniveau, wird sie in den Tälern angeschnitten und dasGrundwasser tritt über Schichtquellen aus. Beispiele hierfür sind:

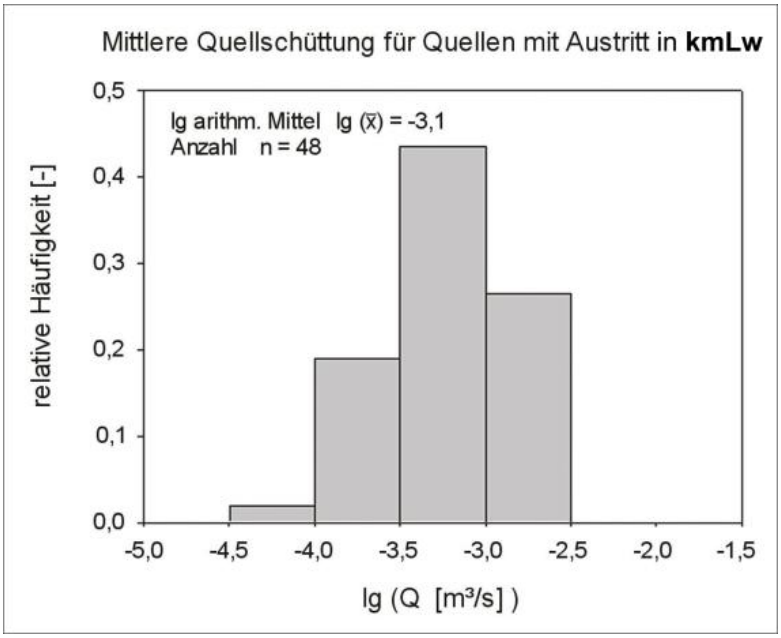
- der Quellhorizont an der Basis der Stuttgart-Formation in Flutfazies
- ein ergiebigerer Quellhorizont am Übergang der Steigerwald-Formation zur Hassberge-Formation
- ein ergiebigerer Quellhorizont an der Grenze Mainhardt-Formation zu Löwenstein-Formation
- Quellhorizonte in der Löwenstein-Formation an den Grenzflächen von Tonstein zu Sandstein.

Liegt die Grundwasserleiterbasis unter Vorflutniveau, entwässert das Grundwasser in den Talgrundwasserleiter

In der Stuttgart-Formation und in der Löwenstein-Formation haben die Quellen aufgrund der hohen Gesteinsporosität ein ausgeglichenes Schüttungsverhalten mit kleinem Schüttungsquotienten und nur schwachen jahreszeitlichen Schüttungsschwankungen. Im Gegensatz dazu zeigen die Quellen, die aus Kluftgrundwasserleitern gespeist werden (z. B. in der Exter-Formation) große Schwankungen.



Mittlere Schüttung genutzter Quellen im Landkreis Schwäbisch Hall in der Hassberge- Formation (kmHb) (Plum et al., 2005)



Mittlere Schüttung genutzter Quellen im Landkreis Schwäbisch Hall in der Löwenstein- Formation (kmLw) (Plum et al., 2005)

Die Einzugsgebiete der Quellen besitzen infolge der Zertalung der Keuperhochfläche sowie des Versatzes der grundwasserführenden Horizonte an tektonischen Störungen meist nur eine geringe Ausdehnung. Die Quellschüttungen sind entsprechend klein. Für den Landkreis Schwäbisch Hall wurden die mittleren, minimalen und maximalen Schüttungen der genutzten Quellen, getrennt für die unterschiedlichen Grundwasserleiter, statistisch ausgewertet. Die Mittelwerte der mittleren Quellschüttungen betragen in der Stuttgart-Formation und in der Löwenstein-Formation ca. 0,8 l/s und in der Hassberge-Formation ca. 0,5 l/s. Die zugehörigen Minimalschüttungen liegen bei 43% (Stuttgart-Formation), bei 85% (Hassberge-Formation) und bei 45% (Löwenstein-Formation) der mittleren Quellschüttung.

Schüttung genutzter Quellen des Oberen Mittelkeupers und Oberkeupers im Landkreis Schwäbisch Hall (Plum et al., 2005)

Grundwasserleiter	Stichprobenumfang	Qm [l/s]	Qmin [l/s]	Qmax [l/s]	Qmin/Qm [-]	Qmin/Qmax [-]
Löwenstein-Formation	48	0,84	0,38	1,7	0,45	0,22
Hassberge-Formation	51	0,53	0,31	1,1	0,85	0,28
Stuttgart-Formation (Flutfazies)	10	0,81	0,35	2,1	0,43	0,17

Qm *mittlere Schüttung,* **Qmin** *minimale Schüttung,* **Qmax** *maximale Schüttung*, **Qmin/Qm** *Anteil der minimalen Schüttung an der mittleren Schüttung,* **Qmin/Qmax** *Schüttungsquotient*

Geogene Grundwasserbeschaffenheit

Das oberflächennahe Grundwasser im Oberen Mittelkeuper und Oberkeuper gehört nach der Typisierung nach Furtak & Langguth (1967) einheitlich dem hydrochemischen Grundwassertyp normal erdalkalisches, überwiegend,hydrogen-karbonatisches Süßwasser an (Ufrecht, 1987a). Wird Sulfatgestein durch Grundwasser gelöst (Steigerwald-Formation und Mainhardt-Formation), bilden sich normal erdalkalische, überwiegend sulfatische Wässer mit Lösungsinhalten über 1000 mg/l (Plum et al., 1996, Brunner, 1998b). Die Grundwässer der Stuttgart-Formation sind meist normal erdalkalische, überwiegend hydrogenkarbonatische Wässer und wegen der lithologischen Zusammensetzung der Sandsteine meist nur relativ gering mineralisiert. Grundwässer aus der Löwenstein-Formation sind normal erdalkalisch, überwiegend hydrogenkarbonatisch, insbesondere durch die Lösung des karbonatischen Porenzements. Bei Wiederausfällung der Karbonate an den Quellaustritten bilden sich Kalktuffpolster.

Der gelöste Feststoffinhalt eines anthropogen weitgehend unbeeinflussten Grundwassers aus dem Oberen Mittelkeuper und Oberkeuper beträgt im Mittel 541 mg/l, die elektrische Leitfähigkeit 610 µS/cm bei 25 °C. Die medianen Konzentrationen von Calcium (71,7 mg/l) und Magnesium (32,5 mg/l) sind als Folge der Lösung von Kalzit und Dolomit überwiegend gesteinsbürtig. Die mediane Gesamthärte beträgt 6,30 mmol(eq)/l, das entspricht etwa 17,6 °dH. Spurenstoffe in erhöhten Konzentrationen finden sich im Oberen Mittelkeuper und Oberkeuper in anthropogen nicht oder nur gering beeinflussten Grundwässern. Die medianen Konzentrationen betragen für Barium 0,396 mg/l, Bor 0,027 mg/l, Lithium 0,0127 mg/l, Strontium 0,615 mg/l, Uran 0,00301 mg/l und Vanadium 0,00223 mg/l (Plum et al., 2009a).

Die elektrische Leitfähigkeit der Grundwässer der Stuttgart-Formation liegt bei ca. 800 µS/cm bei 25 °C und die Gesamthärte beträgt etwa 20 bis 25 °dH (Brunner, 1998b). Das Wasser der Löwenstein-Formation weist im Allgemeinen eine Gesamthärte zwischen 12 und 24 °dH aus, wobei der Anteil der Karbonathärte an der Gesamthärte meist über 80% erreicht (Brunner, 1998b).

Geschütztheit des Grundwassers

Im Oberen Mittelkeuper und Oberkeuper wechsellagern grundwasserführende Horizonte mit Grundwassergeringleitern. Steht direkt an der Geländeoberfläche ein Grundwasserleiter an, ist die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung für das darin enthaltene Grundwasser gering. Stehen an der Geländeoberfläche mehr oder weniger geringdurchlässige tonig-schluffige Gesteine an, ist die Schutzfunktion für das Grundwasser im unterlagernden Grundwasserleiter höher.

Grundwassernutzung

In Ostwürttemberg tragen Grundwasservorkommen in der Hassberge-Formation bedeutend zur lokalen Wasserversorgung bei.

Das Grundwasser in der Löwenstein-Formation wird u.a. im Großraum und Umland von Stuttgart in größerem Umfang zur regionalen Trinkwasserversorgung genutzt. Ein Beispiel hierfür ist die Mahdentalquelle der Stadt Leonberg (Brunner, 1998b). Weitere Trinkwassernutzungen aus der Löwenstein-Formation sind z. B. die Tiefbrunnen Gehrenbühl und Rotwiesen des ZV Wasserversorgung Menzlesmühl (Ostalbkreis) oder die Tiefbrunnen Böhringsweiler, Scheiterhau, Erlacher Bach und Schelmenklinge sowie die Vordere und Hintere Mohrenklingenquelle (Gemeinde Großerlach, Rems-Murr-Kreis).

Tiefe Grundwässer

Unter größerer Überdeckung wird das Grundwasser im Oberen Mittelkeuper und Oberkeuper als Mineralwasser oder Heilwasser genutzt. In den stark mineralisierten Wässern dominieren als gelöste Inhaltsstoffe Natrium, Hydrogenkarbonat und Sulfat (Na-HCO3-SO4-Typ). In Mainhardt im Schwäbischen Wald wird z. B. Grundwasser der Steigerwald-, Mainhardt- und Löwenstein-Formation aus einer Tiefe von maximal 90 m entnommen. Daneben wird das Mineralfreibad von der Römerquelle gespeist. Ihr Quellwasser stammt ebenfalls aus der Steigerwald-Formation bis Löwenstein-Formation. In Göppingen/Jebenhausen im Vorland der Schwäbischen Alb wird in der Löwenstein-Formation das „Göppinger Mineralwasser“ aus einer Tiefe von maximal 160 m gefördert.

Literatur

- Brunner, H. (1998b). *Erläuterungen zu Blatt Stuttgart und Umgebung.* – 6. Aufl., Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 298 S., Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg).
- Furtak, H. & Langguth, H.-R. (1967). *Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen.* – Mem. IAH-Congress, S. 86–96, Hannover.
- 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.
- Plum, H., Ondreka, J. & Armbruster, V. (2008). *Hydrogeologische Einheiten in Baden-Württemberg.* – LGRB-Informationen, 20, S. 1–106.
- Plum, H., Schloz, W. & Sieber, A. (2005). *Hydrogeologische Grundlagen für eine Optimierung der Wasserversorgung für den Landkreis Schwäbisch Hall.* – LGRB-Bericht i. A. des UVM, S. 1–19, Freiburg i. Br. [unveröff.]
- Plum, H., Wirsing, G. & Bölke, A. (1996). *Fortschreibung des Landschaftsrahmenplans Baden-Württemberg – Erstellung landesweiter Grundlagenkarten.* – Abschlußbericht zum Teilprojekt Hydrogeologie, AZ 4458.01 / 95-4763, 1–14 S., 5 Abb., 7 Tab.; 6 Karten, Freiburg i. Br. – [unveröff.].
- Ufrecht, W. (1987a). *Zur Hydrogeologie und Hydrochemie des Sandsteinkeupers in Mittel- und Ostwürttemberg.* – Arbeiten aus dem Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Stuttgart, N. F. 83, S. 1–135. [zugl. Diss. Univ. Stuttg.]

Cookie-Einstellungen

Quell-URL (zuletzt geändert am 28.04.23 - 12:37):https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/hydrogeologie/keuper/hydrogeologischer-ueberblick/oberer-mittelkeuper-oberkeuper