

5 HYDROGEOLOGIE

Das Arbeitsgebiet ist aus paläozoischen und känozoischen Schichtenfolgen aufgebaut, die entsprechend ihrer unterschiedlichen Gesteinsausbildung und ihren hydrogeologischen Eigenschaften zu hydrogeologischen Einheiten zusammengefasst werden (Tab. 5.1 und 5.2).

5.1 Beschreibung der hydrogeologischen Einheiten

5.1.1 Paläozoikum

5.1.1.1 Paläozoische Vulkanite

Die Metabasalte (Diabase) stehen bei Hundsangen im Südosten des Projektgebietes in einer insgesamt nur ca. 0,1 km² großen Fläche an. Sie bilden einen Grundwassergeringleiter mit überwiegend geringer bis sehr geringer Gebirgsdurchlässigkeit. Auch das als „Vulkanite und Vulkaniklastite“ zusammengefasste Schichtglied, das lediglich im nordöstlichen Randbereich des Westerwaldkreises durch den Schnitt D–D' erfasst wird, ist wasserwirtschaftlich ohne Bedeutung.

5.1.1.2 Devon: hauptsächlich Ton- und Siltschiefer, untergeordnet quarzitischer Sandstein sowie geschieferter Feinsandstein („Devonische Schiefer“)

Die hydrogeologische Einheit „Devonische Schiefer“ umfasst die bezüglich der Petrographie homogenen Abfolgen des Siegens (USu, MSu, OSu) sowie die siltig-tonigen Gesteine des Mittel- und Oberdevons (dmoe). Es handelt sich um eine mehrere tausend Meter mächtige Abfolge von Ton- und Siltschiefern mit wenigen Einschaltungen von quarzitischen Sandsteinen. Nur im Mittelsiegen dominieren geschieferte Feinsandsteine mit Einschaltungen von Ton- und Siltschiefern. Die in der GK 50 Westerwaldkreis nicht als eigenständige Einheit ausgehaltenen Schalsteine des Mittel- und Oberdevons, die ebenfalls geschiefert sein können, treten nur kleinräumig im südöstlichen Teil des Projektgebietes auf.

Der Begriff „Devonische Schiefer“ bezieht sich auf das gemeinsame Gefügemerkmal der Schieferigkeit, wobei die Eng- bzw. Weitständigkeit der einzelnen Schieferflächen von der Petrographie abhängt.

Die Gesteine weisen keinen nennenswerten nutzbaren Porenraum auf. Die Wasserführung ist daher im Wesentlichen auf Klüfte und Störungszonen begrenzt. Diese orientieren sich entsprechend der tektonischen Beanspruchung meist entlang des Schichtstreichens (Südwest-Nordost) sowie senkrecht dazu (Nordwest-Südost). Die daraus resultierende Gebirgsdurchlässigkeit ist im Allgemeinen gering. Einschwemmungen von tonig-lehmigem Material in ehemals offene Klüfte sowie eine Mylonitisierung der Störungen setzen die Wasserdurchlässigkeit in den „Devonischen Schiefen“ häufig herab. Auch sind Spalten zur Tiefe hin weniger weit geöffnet.

(*) in Anlehnung an die Hydrogeologische Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 1997)

sehr hoch	$\geq 1 \cdot 10^{-2}$ m/s
hoch	$< 1 \cdot 10^{-2}$ m/s - $1 \cdot 10^{-3}$ m/s
mittel	$< 1 \cdot 10^{-3}$ m/s - $1 \cdot 10^{-4}$ m/s
mäßig	$< 1 \cdot 10^{-4}$ m/s - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s
gering	$< 1 \cdot 10^{-5}$ m/s - $1 \cdot 10^{-7}$ m/s
sehr gering	$< 1 \cdot 10^{-7}$ m/s - $1 \cdot 10^{-9}$ m/s
äußerst gering	$< 1 \cdot 10^{-9}$ m/s



Grundwasserleiter/Grundwassergeringleiter mit überwiegend mäßiger bis geringer Trennfugendurchlässigkeit



Grundwassergeringleiter mit überwiegend geringer Trennfugendurchlässigkeit



Grundwassergeringleiter mit überwiegend geringer bis sehr geringer Trennfugendurchlässigkeit

Tab. 5.1: Hydrogeologische Klassifikation der paläozoischen Schichtenfolge im Westerwaldkreis. Vom Gilsbach-Quarzit s. I. wird angenommen, dass er sich im Grenzbereich Siegen/Ems gebildet hat. Daher erstreckt sich sowohl das „Obersiegen, ungegliedert“ als auch das „Unterems, ungegliedert“ nicht bis zur Siegen/Ems Grenze.

		Hydrogeologische Einheit	Hydrogeol. Klassifikation (*)	Legendeneinheit	
Unterkarbon		Kulm (cuK)		Kulm (cuK)	
Oberdevon		Devonische Kalksteine (dK)	[Diagramm: Ein Dreieck, das von der oberen linken Ecke nach unten rechts verläuft, geteilt in ein hellblaues oberes Dreieck und ein hellbraunes unteres Dreieck.]	Mittel- und Oberdevon (dmok)	Platten- und Flaserkalk (dmok) Massenkalk (dmok)
Mitteldevon		Devonische Schiefer (dS)		Mittel- und Oberdevon (dmoe)	Vulkaniklastit (Schalstein) (dmoe) Wissenbach-Schiefer (dmoe)
Unterdevon	Ems	Devonische Quarzite (dQ)	[Diagramm: Ein Dreieck, das von der unteren linken Ecke nach oben rechts verläuft, geteilt in ein hellblaues oberes Dreieck und ein hellbraunes unteres Dreieck.]	Ems bis Oberdevon (Edo)	
		Devonische Wechselfolge (dW)		Ems, ungegliedert (E)	Oberems, ungegliedert, inklusive Ems-Quarzit s. I. (dzoE)
	Devonische Quarzite (dQ)	Unterems, ungegliedert (dzu)			
	Devonische Schiefer (dS)	Gilsbach-Quarzit s. I. (Gq)			
Siegen		Devonische Schiefer (dS)		Obersiegen, ungegliedert (OSu)	
				Mittelsiegen, ungegliedert (MSu)	
				Untersiegen, ungegliedert (USu)	
		Paläozoische Vulkanite (pV)		Metabasalt (Diabas) (D)	
				Vulkanite und Vulkaniklastite (V)	

Darüber hinaus sind Klüfte oftmals mit Quarz- und metalloxidhaltigen Mineralisationen gefüllt. Zonen erhöhter Gebirgsdurchlässigkeiten sind daher häufig an das Wiederaufleben alter Querstörungen sowie an jüngere rheinisch streichende Störungen gebunden.

Gebiete in denen die hydrogeologische Einheit „Devonische Schiefer“ ansteht, sind aus der Sicht der Wasserversorgung Mangelgebiete. Besonders in den überwiegend ton- und siltschieferführenden Abfolgen des Untersiegens, des Obersiegens sowie des Mittel- und Oberdevons ist von einer geringen Wasserhöflichkeit auszugehen. Relativ höhere Grundwasserdargebote sind aufgrund des größeren Anteils an Sandsteinen nur in den Schichteinheiten des Mittelsiegens zu erwarten.

5.1.1.3 Devon: Wechselfolge von quarzitischen Sandsteinen, Ton- und Siltschiefern („Devonische Wechselfolge“)

Die „Devonische Wechselfolge“ besteht aus den nicht näher differenzierten Legendeneinheiten des Unter- und Oberems (dzu, dzoE, dzo) sowie der zusammengefassten Formation des „Ems, ungliedert“ (E). Es handelt sich im Wesentlichen um eine Wechselfolge von quarzitischen Sandsteinen, Ton- und Siltschiefern. Nur lokal treten auch Quarzsandsteine auf. Die jüngste Einheit des Oberems (Flaser-Schiefer, Kieselgallen-Schiefer) besteht hingegen aus einer Abfolge von Ton- und Siltschiefern. Zudem erfasst die „Devonische Wechselfolge“ den tieferen Teil der Legendeneinheit „Ems bis Oberdevon“ (Edo). Diese Einheit tritt nur nordöstlich Berzhahn (TK 25 Blatt 5414 Mengerskirchen) in einem kleinen Aufschluss und östlich Bilkheim (TK 25 Blatt 5513 Meudt) zutage.



Abb. 5.1:
Dausenauer Störung, im Liegenden der Störung ist Oberes Oberems. Im Hangenden Unteres Oberems aufgeschlossen. Im Bereich der Störung sind die Schichten intensiv tektonisch beansprucht, wodurch sich die Wasserdurchlässigkeit erhöht (Foto: J. Gad).
TK 25 Blatt 55130 Meudt, östlich Wirzenborn;
UTM32-Koordinaten
E: 419573, N:5587137.

Wegen des fehlenden Porenraums der Gesteine erfolgt die Grundwasserbewegung ausschließlich entlang vernetzter wasserwegsamere Trennflächen. Die Wechsellagerung lithologisch unterschiedlicher Gesteine bewirkt, zusammen mit einer ungleichmäßigen Verteilung der Trennflächen, kleinräumige hydraulische Differenzierungen innerhalb der hydrogeologischen Einheit „Devonische Wechselfolge“. Eine großräumige Grundwasserstockwerksgliederung besteht nicht. Die Grundwasserfließrichtung folgt im Allgemeinen der Morphologie in Richtung auf die Haupttäler, in denen die Bäche als Vorfluter wirken.

Die Fließgeschwindigkeiten variieren kleinräumig. Es resultieren örtlich maximale Abstandsgeschwindigkeiten, die in Abhängigkeit von den hydraulischen und morphologischen Bedingungen bis zu mehrere Meter pro Tag betragen können (LGB 2006a).

Die durch Brunnenbohrungen lokal erschlossenen Grundwassermengen sind jeweils relativ gering, so dass sie nur zur örtlichen Wasserversorgung dienen. Die Grundwasservorkommen sind zudem durch die stark wechselnde Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung unterschiedlich gut gegenüber Schadstoffeinträgen geschützt. In Gebieten, in denen sich über dem festen Fels z. T. mächtige Verwitterungs- und Auflockerungszonen gebildet haben, bewirkt der hohe Feinkornanteil ein vergleichsweise hohes Schadstoff-Rückhaltevermögen. Wo diese Deckschichten fehlen, liegt meist nur ein geringer bis mittlerer Schutz vor, der örtlich wiederum durch quartäre Auflagerungen, wie z. B. Deckschichten aus Löss oder aus Fließerden, erhöht sein kann. Besonders Quellwässer sind bei geringen Flurabständen anfällig gegenüber mikrobiologischen und hydrochemischen Einträgen.

Die Quellen zeigen vielfach ausgeprägte Schüttungsschwankungen, wie z. B. die zur Trinkwasserversorgung genutzten Quellen im Biebrichstal auf der Montabaurer Höhe. Messungen ab dem Jahr 1957 belegen für die Quelle 6514 Montabaur Schüttungen von 0,09 bis über 10 l/s, wobei die mittlere Quellschüttung ca. 3,4 l/s beträgt (Abb. 5.2). Die hohen Schüttungsschwankungen gehen überwiegend auf stark variierende Zwischenabflussanteile zurück. Ist der Interflow-Anteil dagegen gering, wie z. B. bei der Quelle 6518 Höhr-Grenzhausen, reagiert die Quelle gedämpft, das heißt ohne große Schüttungsschwankung (Abb. 5.2).

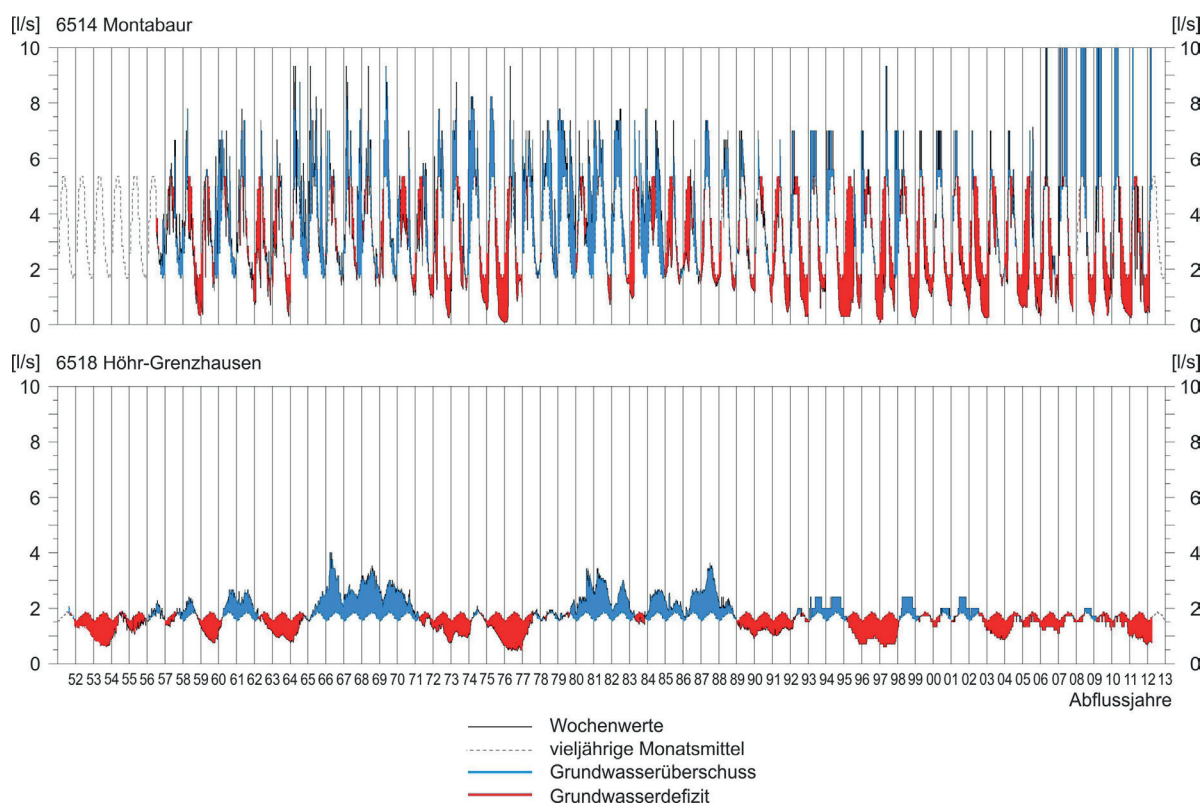


Abb. 5.2: Quellschüttungsganglinien der Quellen 6541 Montabaur und 6518 Höhr-Grenzhausen.

Langjährige Beobachtungsreihen von weiteren 8 Quellen zeigen, dass die mittleren Quellschüttungen ab dem Jahr 1952 meist zwischen 0,3 bis 3,4 l/s (Höchstwert: 6,0 l/s) liegen. Dabei reichen die Einzelmessungen von 0,01 bis 9,1 l/s, die Schüttungsschwankungen der einzelnen Quellen variieren zwischen 1,4 l/s bis maximal 6 l/s. Die berechneten Schüttungsquotienten liegen zwischen 0,003 und 0,43. Die oberirdischen Einzugsgebiete der Quellen umfassen vorwiegend eine Fläche zwischen 0,2 bis 0,4 km². Die in der Regel über einen Zeitraum von mehr als 40 Jahren erfassten Quellschüttungen deuten allerdings einen Rückgang der Schüttungsmengen an.

Schüttungsganglinien von 1999 bis 2002 zeigen, dass die mittleren Quellschüttungen von 23 Quellen im Bereich der Montabaurer Höhe überwiegend zwischen 0,02 und 1,6 l/s liegen (TESCH 2006). Nur in Einzelfällen tritt auch eine mittlere Schüttung bis zu 3,6 l/s auf. Die Schüttungsverläufe variieren zwischen 0,01 und 4,9 l/s, die Schüttungsquotienten liegen zwischen 0,32 bis 0,71.

5.1.1.4 Devon: hauptsächlich quarzitischer Sandstein bzw. Quarzsandstein, untergeordnet Ton- und Siltschiefer („Devonische Quarzite“)

Sowohl der Gilsbach-Quarzit s. l. als auch der Ems-Quarzit s. l. werden aus Quarzsandsteinen und quarzitischen Sandsteinen aufgebaut, die bei der variskischen Orogenese zu Sätteln und Mulden aufgefaltet wurden. Eine Grundwasserführung ist auch hier auf die Bereiche vernetzter wasserwegsamere Trennflächen beschränkt. In den Außenbögen der Sattel- und Muldenumbiegungen sind bevorzugt Zerrungsklüfte angelegt, die eine erhöhte Wasserwegsamkeit und somit auch eine erhöhte Speicherfähigkeit ermöglichen. Die in den Innenbögen entstandenen Pressungsklüfte weisen dagegen kaum Öffnungsweiten auf. Hieraus resultieren im Vergleich geringe hydraulische Leitfähigkeiten.

Die Faltenachsen streichen entsprechend der angelegten Hauptspannung Südwest-Nordost. Parallel zu den Achsenflächen der Falten sind zahlreiche Klüfte und Störungen unterschiedlicher Größenordnung ausgebildet. Eine größere Grundwasserspeicherung und -bewegung lassen die senkrecht zur Faltenachse orientierten Querstörungen sowie jüngere rheinisch streichende Störungen zu (LGB 1989).



Abb. 5.3:
Quarzitische Sandsteine und Quarzsandsteine des Gilsbach-Quarzits s. l. Die Schichtung fällt nach rechts ein. Die Grundwasserbewegung und -speicherung erfolgt in den längs und quer zum Streichen liegenden Klüften. Die Aufschlussfläche ist mit einer Querklüft identisch (Foto: J. Gad).
TK 25 Blatt 5313 Bad Marienberg, nordöstlich Hachenburg; UTM32-Koordinaten E: 420404, N: 5614576.

Infolge der ausgeprägten Anisotropieverhältnisse im Festgestein kann die Gebirgsdurchlässigkeit auf engstem Raum sehr stark schwanken (LGB 1996). Dort wo offene Klüfte und Störungen erhöhte Durchlässigkeiten bedingen, wird das Gebirge bevorzugt entwässert. In diesen eng begrenzten Bereichen können die Fließgeschwindigkeiten ein Mehrfaches der Fließgeschwindigkeit im angrenzenden Grundwasserkörper betragen und bis zu mehrere Meter pro Tag erreichen (LGB 2008). Jedoch können Störungen auch verlehmt und daraus folgend schlecht durchlässig sein. Die Verlehmung ist dabei auf die Verwitterung des durch tektonische Beanspruchung an Störungszonen entstandenen Mylonits zurückzuführen.

Da über den „Devonischen Quarziten“ meist keine tiefgründige tonige Verwitterungszone ausgebildet ist, ist die Grundwasserschutzwirkung häufig gering. Quartäre Deckschichten können den Schutz gegenüber Schadstoffeinträgen lokal erhöhen. Infolge des nahezu fehlenden Puffervermögens der quarzistischen Gesteine sind in oberflächennahen Grundwässern jedoch vielfach Versauerungserscheinungen festzustellen.

Die „Devonischen Quarzite“ stellen im Untersuchungsgebiet einen bedeutsamen Kluftgrundwasserleiter dar, der durch eine Vielzahl von Brunnen erschlossen ist. Zudem bestehen zahlreiche Quelfassungsanlagen, wie z. B. die Wasserfassungen in der Umgebung der Ortschaft Gehlert. Die gemittelten Schüttungen dieser Quellen variieren zwischen 1,5 und 3,3 l/s, repräsentieren aber nur den Zeitraum zwischen Dezember 1996 und Mai 1997 sowie Juni bis August 1999. Ferner liegt für einige der Quellen ein Einzelwert vom August 1990 vor (LGB 2000).

5.1.1.5 Devon: Kalkstein („Devonische Kalksteine“)

Die Kalksteine des Mittel- und Oberdevon treten im Südostteil des Projektgebietes bei Hundsangen zu Tage. Zudem kommt bei Niedererbach (TK 25 Blatt 5513 Meudt) mitteldevonischer Massenkalk vor. Sie bilden einen Grundwasserleiter mit wechselnder Durchlässigkeit. Wasserwegsamkeiten sind an Trennflächen gebunden, die durch Verkarstung in unterschiedlichem Umfang erweitert sein können. Aufgrund ihrer geringen Verbreitung im Projektgebiet spielen sie wasserwirtschaftlich keine Rolle.

5.1.1.6 Kulm

Ebenfalls östlich der Ortschaft Hundsangen im Südostteil des Projektgebietes stehen Gesteine des Kulms an. Die aus Kieselschiefer, Tonschiefer sowie Grauwacke bestehende Formation streicht hier in einer nur 0,02 km² großen Fläche aus und ist wasserwirtschaftlich ohne Bedeutung.

5.1.2 Mesozoikum und Känozoikum

5.1.2.1 Mesozoisch-tertiäre Verwitterungsdecke

Im Mesozoikum und Tertiär erfolgte unter einem verwitterungsintensiven warm-humiden Klima in Kombination mit langen Zeiträumen der relativen tektonischen Ruhe die Bildung mächtiger Verwitterungsdecken (FELIX-HENNINGSSEN 1990, 2006, SPIES 1986). Dabei führten die chemische Verwitterung und die Auswaschungsverluste zu einer Verringerung der Gesteinsfestigkeit und zu einer Vergrößerung des Porenraums (FELIX-HENNINGSSEN 1990). Parallel erfolgte durch die Mineralumwandlung und Hydratisierung eine Volumenerhöhung und damit verbunden eine Verringerung des Kluftvolumens. Die intensiv verwitterten und entfestigten devonischen Schiefer haben daher tendenziell eher die Eigenschaften eines Porengrundwasserleiters. Innerhalb dieser Verwitterungszone ist zwar mit einer geringen Durchlässigkeit,

aber mit einem vergleichsweise hohen Speichervermögen für Grundwasser zu rechnen. Etwas höhere Durchlässigkeiten weisen die Verwitterungsbildungen aus den Quarzsandsteinen und quarzitischen Sandsteinen auf. Die Erhöhung der hydraulischen Leitfähigkeit resultiert hier weniger aus der Vergrößerung des Porenraums als aus dem Anstieg der Klüftigkeit. Da die Quarzsandsteine zu mehr als 95 % aus Quarz und nur zu weniger als 5 % des Volumens aus verwitterbaren Mineralen (Feldspat, Schichtsilikate) bestehen, verändert sich das Porenvolumen von Quarzsandsteinen innerhalb der mesozoisch-tertiären Verwitterungsdecke gegenüber unverwitterten Quarzsandsteinen nur oberflächennah nennenswert. Das Kluftvolumen wird dagegen durch Quarzlösung auf den Kluftflächen auch bis in Tiefen von mehreren Zehnermetern deutlich erhöht.

Die im Projektgebiet bis zu 90 m mächtigen Verwitterungszonen bilden z. T. lokale Quellwasserstockwerke.

5.1.2.2 Tertiäre Vulkanite

Die hydrogeologische Einheit „Tertiäre Vulkanite“ umfasst das ca. 800 km² große Basaltfeld im Nordosten des Arbeitsgebietes sowie das im Südwesten angrenzende, etwa 250 km² große intermediäre Vulkanfeld (LGB 2005). Sie enthält auch die zu Beginn des Magmatismus geförderten Tuffe, die der Breitscheid-Formation (BrF) zugeordnet werden. Da die Breitscheid-Formation aus einer Abfolge von Tuffen, Tuffiten und überwiegend siliziklastischen Sedimenten mit Einschaltungen von Braunkohle besteht (SCHINDLER 2011, SCHÄFER et al. 2011), wird sie in der geologischen Stratigraphie den sedimentären Ablagerungen des Tertiärs zugeordnet. Allerdings nehmen die Tuffe und Tuffite im Vergleich zu den rein sedimentären Zwischenlagen vielerorts einen größeren Teil der Gesamtmächtigkeit ein (SCHÄFER et al. 2011). Darüber hinaus weisen die Tuffe im zentralen Hohen Westerwald kaum sedimentäre Einschaltungen auf (SCHINDLER 2011), sodass die Breitscheid-Formation unter hydrogeologischen Gesichtspunkten der hydrogeologischen Einheit „Tertiäre Vulkanite“ zugeordnet wird.

Die maßgeblichen Aquifereigenschaften der intermediären und basaltischen Laven werden durch Abkühlungsklüfte geprägt. In Abhängigkeit des Abkühlungsvorganges variieren die Kluftdichten und Kluftweiten und somit auch die Wasserwegsamkeiten erheblich. Demzufolge bilden die Trachyte, Phonolithe und Basalte einen Kluftgrundwasserleiter mit einer mäßigen bis geringen Gebirgsdurchlässigkeit.

Außerhalb der Schlotbereiche werden diese Grundwasserleiter von unterdevonischen Gesteinen, die aufgrund der Durchlässigkeitskontraste gegenüber den Basalten als Grundwassersohlschicht fungieren, unterlagert. Häufig liegen sie dem Devon jedoch nicht direkt auf, sondern überlagern tertiäre Tone, Sande oder Tuffe. Je nach Grad der Vertonung weisen die Tuffe sehr unterschiedliche Durchlässigkeiten auf. Sie bilden daher einen Kluft-/Porengrundwasserleiter mit stark wechselnder, häufig jedoch geringer Durchlässigkeit. Bei starker Zersetzung und Vertonung wirken sie sogar eher als Grundwasserhemmer.

Aufgrund des Wechsels der Ausbruchsmechanismen von Tuff- und Lavenförderung schalten sich auch zwischen den einzelnen Basaltdecken Tuffe ein. Es kommt zu vertikal stark wechselnden Durchlässigkeiten, sodass kleinräumig Stockwerksgliederungen auftreten können. Dementsprechend liegen sowohl ungespannte als auch durch die absperrende Wirkung der Tuffe gespannte Verhältnisse vor.

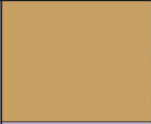






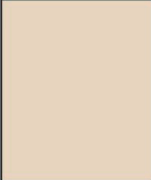
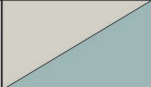






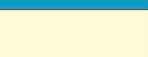



Abb. 5.4:
Breite Basaltsäulen in einem
ehemaligen Basaltbruch
(Foto: M. Weidenfeller).
TK 25 Blatt 5414 Mengerskir-
chen, SSW Berzhahn;
UTM32-Koordinaten
E: 429120, N: 5598212.



Abb. 5.5:
Säulige Absonderung von
Basalten. Abhängig von der
Abkühlungsgeschwindigkeit
der einzelnen Lavaströme
entstanden meterlange
sechseckige Basaltsäulen.
Die hierbei durch Volumen-
schrumpfung gebildeten
Trennflächen dominieren als
hydraulisch wirksame Klüfte
(Foto: A. Wehinger).
TK 25 Blatt 5513 Meudt,
nordwestlich Nentershausen;
UTM32-Koordinaten
E: 423456, N: 5587704.

Tab. 5.2: Hydrogeologische Klassifikation der känozoischen Schichtenfolge einschließlich der mesozoisch-tertiären Verwitterungsdecke im Westerwaldkreis.

		Hydrogeologische Einheit	Hydrogeol. Klassifikation (*)	Legendeneinheit	
Tertiär	Pliozän	Tertiäre Sedimente (tS) feinklastisch (f)		Siershahn-Formation (SF)	
		grobklastisch (g)		Dernbach-Formation (DF)	
	Miozän			Kieseloolithschotter (plk)	
	Oligozän	Tertiäre Sedimente (tS)	feinklastisch (f) Tertiäre Vulkanite (tv)		Breitscheid-Formation (BrF)
			grobklastisch (g)		Arenberg-Formation (AFs)
Eozän	Tertiäre Sedimente (tS)	feinklastisch (f)		Arenberg-Formation (AFt)	
		grobklastisch (g)		Bubenheim-Formation (BF)	
				Immendorf-Formation (IF)	
Tertiär	Oligozän bis Pliozän	Tertiäre Vulkanite (tV)	 	Nephelin-Basanit (Ba)	
				Phonolith (Ph)	
				Trachyt (T)	
				Trachytischer Andesit (Tan)	
				Andesit, undifferenziert (An)	
				Basaltischer Andesit (Ban)	
				Basalt, undifferenziert (B)	
				Trachybasalt (TB)	
				Palagonitartiger Tuff (Pt)	
				Trachytischer Tuff (Tt)	
				Andesitischer Tuff (Ant)	
		Mesozoisch-tertiäre Verwitterungsdecke (MTV)		Saprolith (Ton- und Siltschiefer)	
				Saprolith (Quarzsandstein und quarzitischer Sandstein)	

		Hydrogeologische Einheit	Hydrogeol. Klassifikation (*)	Legendeneinheit
Quartär	Holozän	Quartäre Sedimente (qS)		Künstlich verändertes Gelände (y)
				Auensedimente und Abschwemmmassen (ha) Moorbildungen (hm)
	Pleistozän	Quartäre Sedimente (qS)		Tephra des Laacher See Vulkanismus (Bi)
				Niederterrassen, ungegliedert (NT)
				Fließerden (flsVu, flB, flSQ, fl)
				Löss, Lösslehm, Schwemmlöss (lo)
Quartäre Vulkanite (qV)	Quartäre Vulkanite (qV)		Mittelterrassen, ungegliedert (MT) Haupt- und Mittelterrassen, ungegliedert (HMT)	
			Hauptterrassen, ungegliedert (HT) Basalt (qB)	

(*) in Anlehnung an die Hydrogeologische Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 1997)

sehr hoch	$\geq 1 \cdot 10^{-2}$ m/s
hoch	$< 1 \cdot 10^{-2}$ m/s - $1 \cdot 10^{-3}$ m/s
mittel	$< 1 \cdot 10^{-3}$ m/s - $1 \cdot 10^{-4}$ m/s
mäßig	$< 1 \cdot 10^{-4}$ m/s - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s
gering	$< 1 \cdot 10^{-5}$ m/s - $1 \cdot 10^{-7}$ m/s
sehr gering	$< 1 \cdot 10^{-7}$ m/s - $1 \cdot 10^{-9}$ m/s
äußerst gering	$< 1 \cdot 10^{-9}$ m/s

	Grundwasserleiter mit wechselnder Porendurchlässigkeit
	Grundwasserleiter mit überwiegend hoher bis mittlerer Porendurchlässigkeit
	Grundwasserleiter mit überwiegend hoher bis mäßiger Porendurchlässigkeit
	Grundwasserleiter mit überwiegend mittlerer bis mäßiger Porendurchlässigkeit
	Grundwasserleiter/Grundwassergeringleiter mit überwiegend mäßiger bis geringer Porendurchlässigkeit
	Grundwassergeringleiter mit überwiegend geringer Porendurchlässigkeit
	Grundwassergeringleiter mit überwiegend geringer bis sehr geringer Porendurchlässigkeit
	Grundwassergeringleiter mit überwiegend sehr geringer bis äußerst geringer Porendurchlässigkeit
	Grundwassergeringleiter mit überwiegend geringer Trennfugen- und Porendurchlässigkeit
	Grundwasserleiter mit überwiegend mäßiger Trennfugendurchlässigkeit
	Grundwasserleiter/Grundwassergeringleiter mit überwiegend mäßiger bis geringer Trennfugendurchlässigkeit