



**Abb. 5.6:**  
**Basalttagebau Oelberg/  
 Miltersberg.** Die Abbildung  
 veranschaulicht die große  
 Mächtigkeit des basaltischen  
 Grundwasserleiters (Foto:  
 A. Wehinger).  
 TK 25 Blatt 5513 Meudt,  
 zwischen Dreikirchen und  
 Hundsangen;  
 UTM32-Koordinaten  
 E: 426954, N: 5589203.



**Abb. 5.7:**  
**Ehemaliger Basaltsteinbruch.**  
 Aufgrund der geringen  
 Durchlässigkeit der liegen-  
 den tertiären Tone haben  
 sich in vielen aufgelassenen  
 Basaltsteinbrüchen Seen  
 gebildet (Foto: M. Weiden-  
 feller).  
 TK 25 Blatt 5513 Meudt, öst-  
 lich Zehnhausen;  
 UTM32-Koordinaten  
 E: 423938, N: 5592146.

Im Bereich der kaum überdeckten anstehenden Vulkanite ist mit hohen Sickerraten und einem geringen Schutz gegenüber Schadstoffeinträgen zu rechnen, was z. B. zu geringen Versauerungserscheinungen durch atmosphärischen Eintrag führen kann. Eine wirksame Schadstoffrückhaltung ist ausschließlich an die Überlagerung bindiger Deckschichten gebunden.

Die Grundwasservorkommen in den tertiären Vulkaniten werden durch eine Vielzahl von Einzelwassergewinnungen (Brunnen- und Quellenanlagen) für die Trinkwasserversorgung genutzt. Als Beispiel sei

die Quelle „Auf dem Attich“ westlich von Liebenseid genannt, die in den niederschlagsarmen Jahren 1996/97 eine mittlere Quellschüttung von 0,5 l/s aufweist (LGB 1997a). Messungen im gleichen Zeitraum ergeben für die Quellen Zollstock und Wüstenholz östlich von Neunkhausen mittlere Schüttungen von 0,9 l/s bzw. 1,3 l/s (LGB 1997b). Die durchschnittliche Schüttung der südwestlich von Alpenrod gelegenen Quellen „Enspel/In der Bücherwies“ sowie „Enspel/Kuhbästcheswies“ liegt für den Zeitraum von 2001 bis 2004 bei jeweils 0,3 l/s (LGB 2006b). Mit 2,4 l/s ist die langjährige mittlere Schüttung der am südwestlichen Hang des Malbergs austretenden Malbergquelle etwas höher. Die Schüttungsverläufe variieren allerdings im Zeitraum zwischen 1953 und 2010 von 0,01 bis 30 l/s. Die Einzugsgebiete der genannten Quellen betragen zwischen 0,09 und 0,35 km<sup>2</sup>.

Langjährige Beobachtungsreihen von weiteren 8 Quellen zeigen, dass die mittleren Quellschüttungen in der Regel zwischen 0,12 und 1,8 l/s liegen. Die Einzelwerte reichen dabei von 0,01 bis 5,0 l/s. Die Schüttungsquotienten variieren von 0,004 bis 0,27.

### 5.1.2.3 Tertiäre Sedimente

#### 5.1.2.3.1 Tertiäre Sedimente, feinklastisch

Im Mesozoikum und insbesondere im Tertiär unterlagen die devonischen Gesteine unter feuchtwarmen klimatischen Bedingungen einer intensiven und tiefgründigen Verwitterung. Stellenweise wurden die lockeren Verwitterungsprodukte abgetragen und als Tone und Schluffe in intramontanen Senken in z. T. großen Mächtigkeiten abgelagert.

Diese Tone und Schluffe sind aufgrund ihrer sehr geringen bis äußerst geringen Porendurchlässigkeit generell als Grundwassergeringleiter bzw. -stauer einzustufen. Sie bilden daher die Grundwassersohle zum hangenden (tertiären sowie pleistozänen) Grundwasserleiter. Zudem können die tonig-schluffigen Schichten zu gespanntem Grundwasser in den liegenden Schichten sowie zur Ausbildung einer zumindest lokalen Grundwasserstockwerksgliederung führen.

Die Tone weisen ein vergleichsweise hohes Schadstoffrückhaltevermögen auf und bewirken dadurch eine hohe bis sehr hohe Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung.

Die Grundwasserneubildung ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Tone erheblich vermindert.

In die teilweise bis ca. 95 m mächtigen Tonschichten sind örtlich Braunkohlelagen eingeschaltet. Diese organischen Einschaltungen sind selbst nicht wasserführend. Jedoch wurden durch den jahrzehntelangen Abbau der Braunkohle große Hohlräume geschaffen. Sie sind zwar häufig wieder mit dem bei der Gewinnung angefallenen tauben Gestein verfüllt worden, dennoch ist davon auszugehen, dass die Wasserwegsamkeit stark erhöht bzw. das Retentionsvermögen stark herabgesetzt ist (LGB 1999).

Daher kann in den Bereichen der Untertagebaue mit sehr hohen Abstandsgeschwindigkeiten gerechnet werden. Aufgrund des hohen Adsorptionsvermögens gegenüber bestimmten organischen Stoffen ist im Bereich der sich noch im Gebirge befindlichen Kohle eine relativ hohe Schadstoffrückhaltung zu erwarten.

Abbauwürdige Braunkohlevorkommen sind besonders im westlichen und östlichen Hohen Westerwald sowie im nördlichen Oberwesterwald vorhanden (SCHINDLER 2011). Zur Wasserhaltung der Gruben wurden Entwässerungsstollen angelegt, die heute z. T. zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Hierzu gehört auch eine der bedeutendsten Trinkwassergewinnungsanlagen im nördlichen Rheinland-Pfalz, der Stollen Alexandria. Die tatsächlich gemessene mittlere Schüttungsmenge am Stollenmund beträgt 350 l/s (Kreisverwaltung des Westerwaldkreises 2012).



**Abb. 5.8:**  
Tertiärer Ton in der Tongrube  
Geigenflur (Foto: A. Wehinger).  
TK 25 Blatt 5412 Selters,  
nördlich Mogendorf;  
UTM32-Koordinaten  
E: 412160, N: 5595522.



**Abb. 5.9:**  
Tertiärer Ton in der Tongrube  
Meudt. Die in verschiedenen  
Varietäten vorkommenden  
tertiären Tone bilden einen  
mehrere Zehnermeter mächtigen  
Grundwassereringleiter (Foto: A. Wehinger).  
TK 25 Blatt 5513 Meudt, süd-  
östlich Meudt;  
UTM32-Koordinaten  
E: 423276, N: 5592713.

#### 5.1.2.3.2 Tertiäre Sedimente, grobklastisch

Die Ablagerungsprozesse im Tertiär führten zu einer oft kleinräumig wechselnden Verbreitung von Tonen, Sanden und Kiesen. Dabei weisen die Sand-Kiesablagerungen als Porengrundwasserleiter zumeist mittlere bis mäßige Durchlässigkeiten auf. Sie überlagern entweder devonische Gesteine oder ältere tertiäre Tone. Sind die tertiären grobklastischen Sedimente von Tonen und Schluffen bedeckt, erfahren sie nur eine geringe Grundwasserneubildung aus Niederschlag. Grundwasserneubildungsbereiche sind angrenzende oberflächennah anstehende Grundwasserleiter, zu denen ein hydraulischer Anschluss

besteht. Folgen im Hangenden tonig-schluffige Ablagerungen, werden erfahrungsgemäß meist gespannte Grundwasserverhältnisse angetroffen.

Das grobklastische Tertiär ist aufgrund seiner geringen Verbreitung und geringen Mächtigkeit hydrogeologisch von untergeordneter Bedeutung, bildet jedoch die Grundlage zahlreicher kleinerer Wasserversorgungen vor allem im südlichen Bereich des Westerwaldkreises. Die Grundwasserentnahmen sind vorwiegend an die grobklastische Abfolge an der Basis der Immendorf-Formation sowie an die grobklastischen Sedimente der Arenberg-Formation gebunden. Sind diese von feinkörnigem Tertiär überlagert, ist die Verschmutzungsempfindlichkeit sehr gering. In den anderen Bereichen können bindige Deckschichten einen gewissen Schutz vor Verunreinigungen bewirken. Wo diese fehlen, liegt eine geringe Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung vor.

#### 5.1.2.4 Quartäre Vulkanite

Der in einer nur 0,5 km<sup>2</sup> großen Fläche oberflächennah anstehende quartäre Basalt baut den Pfahlberg nördlich Caan (TK 25 Blatt 5511 Bendorf) auf. Er bildet hier einen Kluffgrundwasserleiter mit mäßiger bis geringer hydraulischer Leitfähigkeit.

Die im Projektgebiet nur wenige Dezimeter bis etwa zwei Meter mächtigen Tephraablagerungen des Laacher See Vulkans bilden keinen eigenständigen Grundwasserleiter. Der Bims besitzt jedoch große innere Oberflächen und damit ein hohes Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen, sodass er einen guten Schutz für das Grundwasser in den liegenden Schichten darstellt.

#### 5.1.2.5 Quartäre Sedimente

Die ältesten quartären Lockergesteine sind die Kiese und Sande der Haupt- und Mittelterrassen. Aufgrund eines höheren Verwitterungsgrades und damit verbunden eines höheren Anteils an Feinkomponenten stellen sie einen Porengrundwasserleiter mit mittlerer bis mäßiger Durchlässigkeit dar. Wegen ihrer nur lokalen Verbreitung und meist geringen Mächtigkeit haben sie für die Grundwassererschließung im Projektgebiet keine Bedeutung. Vereinzelt können die verlehmteten Terrassenreste die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung verbessern. Dies gilt ebenfalls für die gering bis sehr gering durchlässigen Substrate Löss, Lösslehm und Schwemmlöss sowie für die pleistozänen bindigen Fließerden. Die lehmig-sandigen Auensedimente und Abschwemmmassen sowie die kleinräumig auftretenden Moore weisen überwiegend eine mäßige bis geringe Durchlässigkeit auf. Die Kiese und Sande der Niederterrassen bilden dagegen einen Porengrundwasserleiter mit hoher bis mittlerer Durchlässigkeit. Da sie im Projektgebiet geringmächtig sind und nur eine lokale Verbreitung zeigen, spielen sie wasserwirtschaftlich keine Rolle.

## 5.2 Hydraulische Kennwerte

Zur Charakterisierung der Grundwasserleiter dienen die Transmissivität [ $m^2/s$ ], der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  [ $m/s$ ] und die spezifische Ergiebigkeit [ $l/(s \cdot m)$ ]. Für ihre Ermittlung wurde auf Messwerte aus früheren Untersuchungen zurückgegriffen. Diese erfolgten unter verschiedenen Gesichtspunkten bzw. Fragestellungen und wurden von zahlreichen Fachfirmen durchgeführt und dokumentiert.

Aufgrund der resultierenden unterschiedlichen Qualität der Datensätze wurde zur Auswertung der Messungen das vergleichsweise wenige Eingangsdaten benötigende Näherungsverfahren von LINCK (1963)

und LOGAN (1964) herangezogen. Diese Methode liefert im Vergleich mit anderen Methoden plausible und hinsichtlich der Größenordnungen gut nachvollziehbare Ergebnisse. Errechnet werden Transmissivitäten, welche die aufsummierten Gebirgsdurchlässigkeiten des erschlossenen Grundwasserleiters wiedergeben. Teilt man sie durch die erschlossene Grundwasserleitermächtigkeit, so erhält man die mittleren Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ ). Für die devonischen Kluftgrundwasserleiter wird die abgeleitete mittlere Durchlässigkeit gegenüber der tatsächlichen Gebirgsdurchlässigkeit jedoch in der Regel unterschätzt, da die Zuflusszonen in die Brunnen fast immer nur auf wenige Kluftbereiche beschränkt sind. Wie man anhand der wenigen Bohrlochmessungen zur Ermittlung der Zuflusszonen erkennen kann, erfolgen die Wasserzutritte auf 1/3 bis 1/5 der erschlossenen Mächtigkeiten. Liegen keine geophysikalischen Bohrlochmessungen vor, die Zuflussbereiche erkennen lassen, sollten für die devonischen Kluftgrundwasserleiter keine mittleren  $k_f$ -Werte für weitere Auswertungen, wie z. B. für die Abschätzung der Abstandsgeschwindigkeit, angesetzt werden.

Die spezifische Ergiebigkeit [ $l/(s \cdot m)$ ] ergibt sich als Quotient aus dem geförderten Volumenstrom und der dabei erzielten Absenkung. Die auf Dauer gewinnbaren Wassermengen hängen neben der hydraulischen Anbindung des Brunnens an das Gebirge von der langfristig zur Verfügung stehenden Grundwasserneubildung ab. Allerdings zeigen aus wasserwirtschaftlicher Sicht die spezifischen Ergiebigkeiten, in welchen Grundwasserleitern man am ehesten mit den gewünschten Entnahmemengen rechnen kann. Bei den Ergiebigkeiten ist zu beachten, dass bei den Versuchsbohrungen zur Grundwassergewinnung, die aufgrund zu geringer Zuflussmengen nicht ausgebaut wurden, keine Pumpversuche vorliegen. Die Ergiebigkeiten zeigen deshalb besonders für die hydrogeologische Einheit „Devonische Schiefer“ und „Devonische Wechselfolge“, bei denen Fehlbohrungen besonders häufig auftreten, ein zu optimistisches Bild.

Für die vergleichende Betrachtung der hydraulischen Kennwerte standen 283 Pumpversuche an 248 Standorten zur Verfügung. Dementsprechend lagen für einige Standorte Mehrfachmessungen vor, die im Zuge des schrittweisen Abteufens von Bohrungen ermittelt wurden.

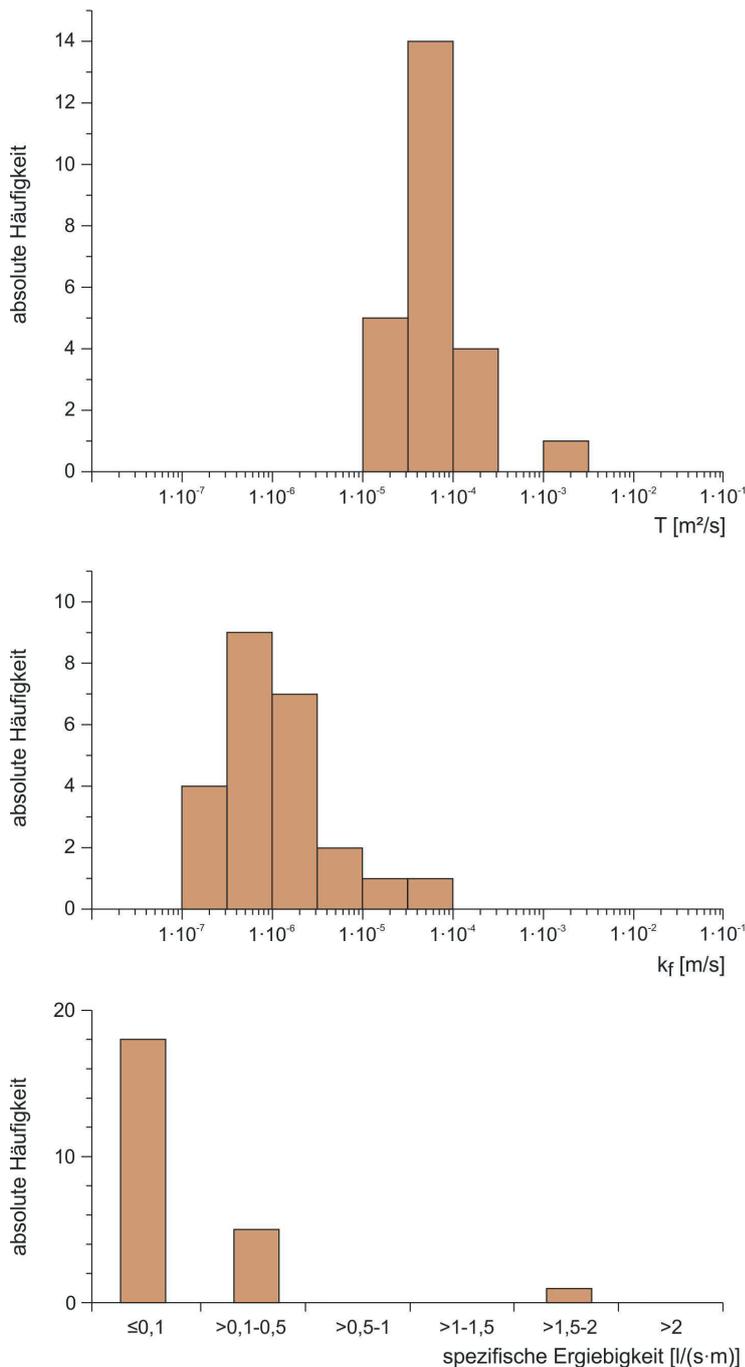
Der Gesamtdatensatz wurde für die Auswertung nach den hydrogeologischen Einheiten gegliedert. Die für die jeweiligen Einheiten ermittelten hydraulischen Kennwerte sind in Histogrammen dargestellt. Hierbei wurde jede Zehnerpotenz in 2 Gruppen aufgeteilt, die aufgrund der Annahme einer logarithmischen Normalverteilung der Transmissivitäten sowie der  $k_f$ -Werte jeweils in Bereiche von 1 bis 3,2 und 3,2 bis 10 gruppiert wurden. So ergeben sich Klassen z. B. von  $1 \cdot 10^{-6}$  bis  $3,2 \cdot 10^{-6}$   $m^2/s$  bzw.  $m/s$  und  $3,2 \cdot 10^{-6}$  bis  $1 \cdot 10^{-5}$   $m^2/s$  bzw.  $m/s$ .

Die Box-Whisker-Plots geben eine zusammenfassende Übersichtsdarstellung der Transmissivitäts- und Durchlässigkeitsbeiwerte. Als statistische Maßzahlen werden 25 %- und 75 %-Perzentil (Box), Median, 5 %- und 95 %-Perzentil (Whisker) sowie Minimum und Maximum angegeben. Für hydrogeologische Einheiten mit weniger als 10 Pumpversuchen wird auf die Darstellung der statistischen Maßzahlen verzichtet. Die ermittelten Transmissivitäten und Durchlässigkeitsbeiwerte werden ersatzweise als Punkte dargestellt.

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

Zur Berechnung der hydraulischen Kennwerte in den „Devonischen Schiefen“ standen 24 Pumpversuche an 9 Standorten zur Verfügung. Die hieraus berechneten Transmissivitäten sind mit einem 95 %-Perzentil von  $3 \cdot 10^{-4}$   $m^2/s$  und einem Medianwert von  $5 \cdot 10^{-5}$   $m^2/s$  sehr gering. Die Durchlässigkeitsbeiwerte variieren zwischen  $2 \cdot 10^{-7}$  bis  $9 \cdot 10^{-5}$   $m/s$ . Mit einem Medianwert von  $8 \cdot 10^{-7}$   $m/s$  sind auch die  $k_f$ -Werte insgesamt gesehen gering.

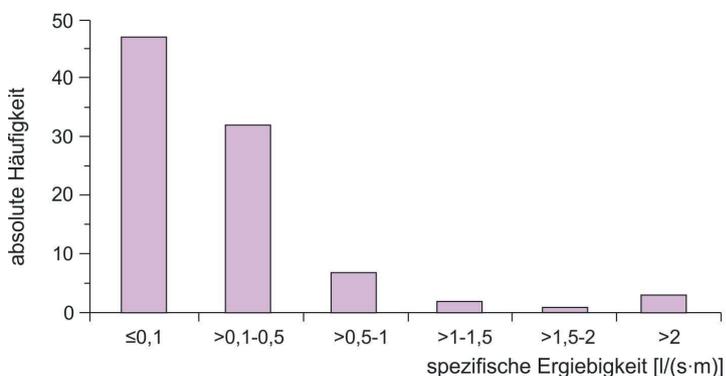
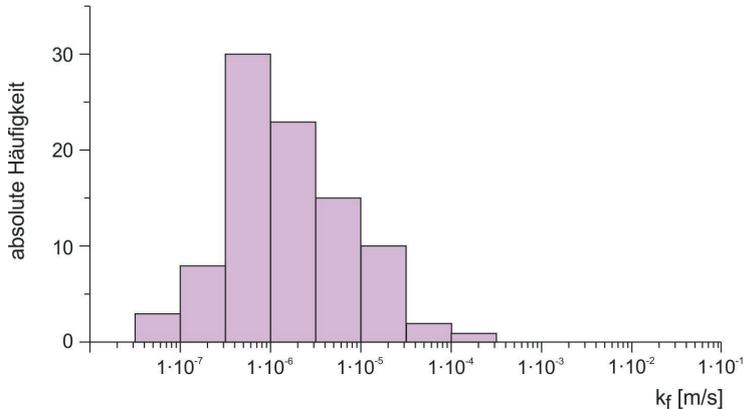
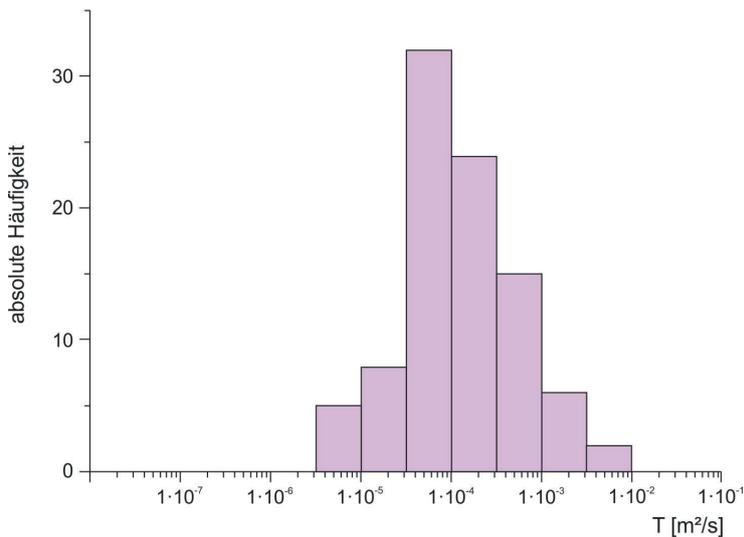
Demzufolge sind die spezifischen Ergiebigkeiten dieses Kluftgrundwasserleiters mit meist weniger als  $0,5 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$  ebenfalls sehr gering. Bei üblichen Brunnentiefen von 50 bis 100 m und Absenkungen im Betrieb von ca. 10 m betragen in 75 % der Fälle die Ergiebigkeiten weniger als 1 l/s. Lediglich in einem Fall ist eine spezifische Ergiebigkeit von  $2 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$  sowie eine Transmissivität von  $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  und ein hoher  $k_f$ -Wert von  $9 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  berechnet worden. Möglicherweise führt hier eine intensive Faltung der in ungewöhnlich hohem Anteil auftretenden quarzistischen Sandsteine zu einer hohen Klüftigkeit und damit erhöhten Gebirgsdurchlässigkeit.



**Abb. 5.10:**  
Häufigkeitsverteilung ( $n = 24$ ) der Transmissivität  $T$ , der mittleren Gebirgsdurchlässigkeit  $k_f$  ( $T/M$ ) sowie der spezifischen Ergiebigkeit. (Devon: hauptsächlich Ton- und Siltschiefer, untergeordnet quarzistischer Sandstein sowie geschieferter Feinsandstein)

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

Für die Bestimmung der hydraulischen Kennwerte in der hydrogeologischen Einheit „Devonische Wechselfolge“ wurden 92 Pumpversuche an 89 Standorten ausgewertet. Die Transmissivitätswerte aller Pumpversuche liegen zwischen  $4 \cdot 10^{-6}$  und  $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , der Medianwert liegt bei  $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ . Eine relativ große Bandbreite weisen auch die Durchlässigkeitsbeiwerte auf. Sie variieren zwischen  $8 \cdot 10^{-8}$  und  $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  mit einem Häufigkeitsmaximum in den Durchlässigkeitsklassen  $3,2 \cdot 10^{-7}$  bis  $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ . Der Medianwert liegt bei  $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ , das 95 %-Perzentil bei  $3 \cdot 10^{-5}$ .



**Abb. 5.11:**  
Häufigkeitsverteilung ( $n = 92$ ) der Transmissivität  $T$ , der mittleren Gebirgsdurchlässigkeit  $k_f$  ( $T/M$ ) sowie der spezifischen Ergiebigkeit. (Devon: Wechselfolge von quarzitischen Sandsteinen, Ton- und Siltschiefern)

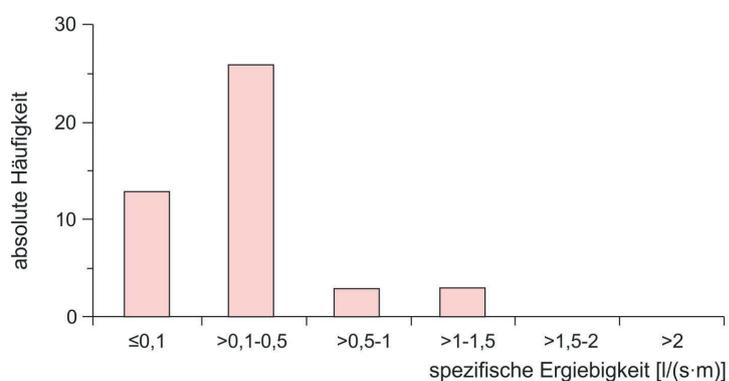
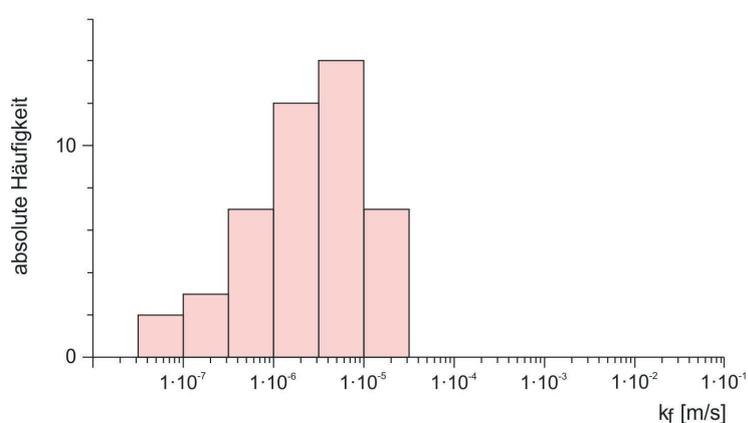
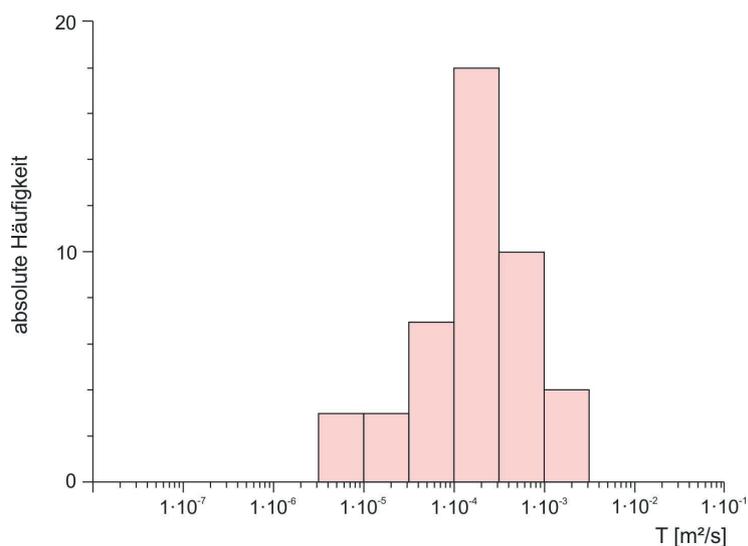
Bei einer Klassifizierung der Werte nach Standorten, die überwiegend quarzitisches Sandsteine erschließen, und Positionen, die überwiegend Ton- und Siltschiefer sowie geschieferte Feinsandsteine erfassen, lässt sich in der Spannweite der Transmissivitäten kein erheblicher Unterschied feststellen. Für erstere variieren die Werte zwischen  $4 \cdot 10^{-6}$  und  $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , für die zweite Standortgruppe zwischen  $6 \cdot 10^{-6}$  und  $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . Der Medianwert der Transmissivitäten sowie der Medianwert der Durchlässigkeitsbeiwerte ist in den sandsteinbetonten Standorten mit  $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  bzw.  $2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  geringfügig höher als bei den feinkörniger ausgebildeten Bereichen, bei denen der Medianwert  $9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  bzw.  $9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  beträgt.

Die spezifischen Ergiebigkeiten aller Brunnen variieren zwischen 0,004 und 3 l/(s·m). Der Medianwert liegt bei 0,1 l/(s·m), der Mittelwert bei 0,3 l/(s·m). In ca. 85 % der Fälle betragen die spezifischen Ergiebigkeiten weniger als 0,5 l/(s·m). Lediglich in intensiv geklüfteten Bereichen sind Ergiebigkeiten von mehr als 0,5 l/(s·m) zu erwarten. Spezifische Ergiebigkeiten größer 1,5 l/(s·m) sind hierbei ausschließlich in den von Sandsteinen dominierten Wechselfolgen festgestellt worden.

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

Für die Betrachtung der hydraulischen Kennwerte in den „Devonischen Quarziten“ lagen 45 Pumpversuche an 41 Messstellen vor. Die aus diesen Datensätzen resultierenden Transmissivitäten und Durchlässigkeitsbeiwerte sind aufgrund des intensiver ausgebildeten Kluftnetzes in den „Devonischen Quarziten“ insgesamt höher als bei der hydrogeologischen Einheit „Devonische Schiefer“. Der Medianwert liegt bei  $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  bzw.  $3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ , das 95 %-Perzentil bei  $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  bzw.  $2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ . Allgemein streuen die Transmissivitäten zwischen  $5 \cdot 10^{-6}$  und  $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . Die  $k_f$ -Werte erreichen eine Bandbreite von  $8 \cdot 10^{-8}$  bis  $3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ , wobei sich das Häufigkeitsmaximum in den Klassen  $1 \cdot 10^{-6}$  bis  $1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  feststellen lässt.

Auch die spezifischen Ergiebigkeiten sind gegenüber der Einheit „Devonische Schiefer“ insgesamt deutlich höher. In ca. 60 % der Pumpversuche treten bei typischen Brunnentiefen von 50 bis 100 m und Absenkungen von 10 m spezifische Ergiebigkeiten von 1 bis 5 l/s auf. In rund 10 % der Fälle sind sogar mehr als 5 l/s zu beobachten. Allerdings treten in 30 % der Fälle auch sehr geringe Ergiebigkeiten auf. Dies hängt damit zusammen, dass in den quarzitischen Sandsteinen immer wieder geringer durchlässige Schieferpakete eingeschaltet sind, deren Mächtigkeit durch ein steiles Einfallen der Schichten scheinbar erhöht wird.



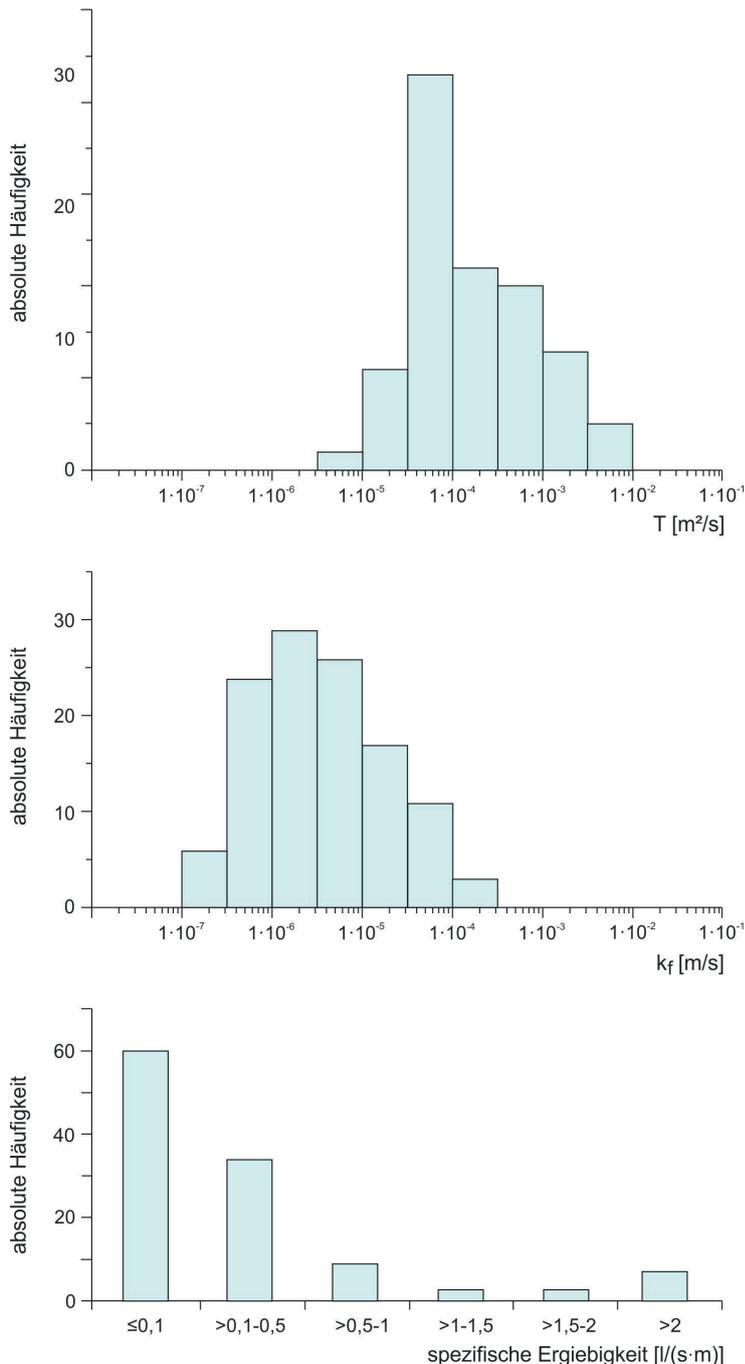
**Abb. 5.12:**  
Häufigkeitsverteilung ( $n = 45$ ) der Transmissivität  $T$ , der mittleren Gebirgsdurchlässigkeit  $k_f$  ( $T/M$ ) sowie der spezifischen Ergiebigkeit. (Devon: hauptsächlich quarzitischer Sandstein bzw. Quarzsandstein, untergeordnet Ton- und Siltschiefer)

#### 5.2.4 Tertiäre Vulkanite

Die für die Pumpversuchsauswertungen zur Verfügung stehenden Bohrlochaufschlüsse und Brunnen erschließen fast ausschließlich Basalte und basaltische Tuffe, die auch flächenhaft dominieren. Allerdings haben auch die sehr gering verbreiteten trachytischen Vulkanite für die Trinkwassergewinnung eine gewisse Bedeutung, da sie relativ hohe spezifische Ergiebigkeiten aufweisen.

Eine Unterscheidung in Standorte, die ausschließlich Basalte bzw. Trachyte erschließen und Standorte, die Basalt bzw. Trachyte und deren Tuffe erfassen, konnte nicht erfolgen.

Insgesamt lagen für diese hydrogeologische Einheit 116 Pumpversuche an 94 Standorten vor. Die daraus berechneten Transmissivitäten variieren zwischen  $5 \cdot 10^{-6}$  bis  $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , der Medianwert liegt bei  $1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ . Die  $k_f$ -Werte erstrecken sich von  $2 \cdot 10^{-7}$  bis  $2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ , wobei die Klassen zwischen  $1 \cdot 10^{-6}$  und  $1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  am stärksten vertreten sind. Der Medianwert der Durchlässigkeitsbeiwerte liegt bei  $3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ . Bei den Pumpversuchen mit geringen Durchlässigkeiten wurden meist höhere Anteile von Tuffen erschlossen.



**Abb. 5.13:**  
Häufigkeitsverteilung ( $n = 116$ ) der Transmissivität  $T$ , der mittleren Gebirgsdurchlässigkeit  $k_f$  ( $T/M$ ) sowie der spezifischen Ergiebigkeit. (Tertiäre Vulkanite)

Die spezifischen Ergiebigkeiten betragen in ca. 80 % der Fälle weniger als  $0,5 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m})$ . Das arithmetische Mittel liegt bei  $0,5 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m})$ , der Medianwert bei  $0,1 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m})$ . Nur in Einzelfällen sind relativ hohe