

Grundbaulabor Trier | Wolkerstraße 4 | 54296 Trier

Administration Communale de  
Mertert/Wasserbillig  
Herrn Romain Koster  
B.p. 4  
L-6601 Wasserbillig

**Bericht Nr.:** 02482-1  
**Ref.:** Me/Do  
**Datum:** 10. Mai 2022

**DIPL.-ING. E. LEHMANN** | Ingenieur GmbH

Wolkerstraße 4 | D-54296 Trier  
T. +49 651 93881 - 0 | F. +49 651 93881 - 81  
info@gbl-trier.de | [www.gbl-trier.de](http://www.gbl-trier.de)

Sparkasse Trier | BIC: TRISDE55XXX  
IBAN: DE32 5855 0130 0000 9079 15  
UST-ID: DE 149 880 707 | St.-Nr. 42/662/0042/1

BIL | BIC: BILLULL  
IBAN: LU06 0022 1607 0162 0000  
UST-ID: LU 125 149 15 | Lux TVA 1983 3400 129

Geschäftsführer  
E. Lehmann, Dipl.-Ing. (TU) | B. Mertes, Dipl.-Ing. (Univ.)  
Amtsgericht Wittlich, HRB-Nr. 2202 | Gerichtsstand Trier

## Geotechnischer Bericht: Hydrogeologische Voruntersuchungen

Projekt:	Grundwasserentnahme zur Einleitung in den Parkweiher in Mertert
----------	--

Auftraggeber:	Administration Communale de Mertert/Wasserbillig
---------------	--

Örtliche Untersuchung:	11. bis 28. November 2020
------------------------	---------------------------

B. Dost, M.Sc. (Univ.)

B. Mertes, Dipl.-Ing. (Univ.)

Inhalt:

1	Vorbemerkung .....	1
2	Fragestellung.....	2
3	Ergebnisse der Felderkundung .....	2
3.1	Allgemeine Morphologie und Geologie .....	2
3.2	Lithologische Beschreibung der Kernbohrung und stratigraphische Einordnung..	5
3.3	Ergebnisse bodenmechanischer Laborversuche.....	10
4	Hydrogeologische Untersuchungen .....	11
4.1	Hydraulische Eigenschaften des Aquifers .....	11
4.1.1	Allgemeine Beobachtungen anhand der Grundwasserganglinie.....	12
4.1.2	Hydraulische Eigenschaften des Aquifers anhand des Pumpversuchs.....	13
4.2	Wasserqualität .....	15
4.2.1	Oberflächengewässer .....	15
4.2.2	Grundwasser aus dem beprobten Aquifer.....	16
5	Bewertung der Untersuchungsergebnisse und weiteres Vorgehen .....	16
6	Besondere Hinweise .....	18

Anlagen:

Anlage 1:	Lageplan, geologische und topographische Karten
Anlage 2:	Schichtenfolge, Pegelausbau und Bohrkernfotos
Anlage 3:	Ergebnisse der Laborversuche
	Anlage 3.1: Zusammenfassung der Ergebnisse
	Anlage 3.2 bis 3.4: Einaxiale Druckversuche
Anlage 4:	Grundwasserganglinie
Anlage 5:	Geohydraulische Pumpversuche
	Anlage 5.1: Kurzzeitpumpversuch vom 24. November 2020
	Anlage 5.2: Pumpversuch vom 01. bis 04. März 2022
	Anlage 5.3: Kurzzeitpumpversuch vom 09. März 2022
Anlage 6:	Wasserqualität im März 2022
	Anlage 6.1: Analyse der Syr
	Anlage 6.2: Analyse des Park Weihers
	Anlage 6.3: Analyse des Grundwassers

## 1 Vorbemerkung

Die Administration Communale de Mertert/Wasserbillig plant am Parkweiher in Mertert das Betreiben einer Grundwasserentnahmestelle. Ziel ist zum einen das Einspeisen von Grundwasser in den See während der Sommermonate, um Eutrophierung entgegenzuwirken und zum anderen das Betreiben eines Wasserspielplatzes im Park.

Das Grundbaulabor Trier (GBL-T) wurde von o. g. Bauherren am 16. September 2020 mit der Durchführung einer hydrogeologischen Voruntersuchung und Abgabe eines gezielten geotechnischen Gutachtens beauftragt. Dabei sollen sowohl hydraulische als auch qualitative Aspekte der Grundwassersituation untersucht werden. Für die im Zuge der Voruntersuchung notwendigen Arbeiten wurde von der Administration de la Gestion de l'Eau (AGE) eine Genehmigung erteilt, welche Hinweise und Auflagen enthält.

Die Felderkundung erfolgte ab dem 13. November 2020. Vom Bohrunternehmen GEWATEC Geological & Water Technologies S.A. wurde dabei eine Kernbohrung (BK) niedergebracht und anschließend als Grundwassermessstelle ausgebaut. Die Hinweise und Auflagen, die durch die AGE im Zuge der Genehmigung erteilt wurden, sind GEWATEC frühzeitig zur Arbeitsvorbereitung mitgeteilt worden.

Zur Ermittlung von felsmechanischen Kennwerten wurden dem Untergrund fünf Sonderproben (SP) entnommen und anschließend im Labor des GBL-T normgerecht felsmechanisch untersucht.

Zur Ausarbeitung des Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Genehmigung der Wasserentnahme im Rahmen der Voruntersuchungen, ausgestellt durch die AGE am 21. Juli 2020
- Topographische Karte TC 15 (Wasserbillig) sowie digitale Orthophotos und digitales Geländemodell (DEM) der Administration du Cadastre et de la Topographie (ACT)
- Geologische Karte Blatt 09 (Echternach) des Ministère des Travaux Publics inkl. der von Dittrich (1993) veröffentlichten Erläuterung
- Bohrdaten des Service Géologique du Luxembourg (SGL)
- Bericht zur geologischen Diplomkartierung durchgeführt von Goos (1965); zur Verfügung gestellt vom SGL

## 2 Fragestellung

Aus dem oben beschriebenen Vorhaben der Administration Communale de Mertert/Wasserbillig ergibt sich folgende Fragestellung für die vorliegende Vorstudie:

- 1 Kann eine im Projektgebiet errichtete Grundwasserentnahmestelle die **geforderte Wassermenge** zur Verfügung stellen, um den Wasserbedarf für Spielplatz und Einspeisung in den Parkweiher zu decken? Die Entnahmemenge wurde seitens der Gemeinde mit 2 m<sup>3</sup>/d für den Spielplatz und 15 m<sup>3</sup>/d in den Sommermonaten für den Weiher angegeben. Es ergibt sich ein Gesamtbedarf von ca. **17 m<sup>3</sup>/d als geforderte Brunnenleistung**.
- 2 Weist das aus dem Brunnen entnommene Grundwasser eine **ausreichende Wasserqualität** auf, damit ein gefahrloses Betreiben eines Kinderspielplatzes möglich ist? Hier sind nach Anforderungen der AGE die Grenzwerte der **Luxemburger Trinkwasserverordnung (TrinkwV LUX)** einzuhalten.
- 3 Lässt sich mit dem entnommenen Wasser in den Sommermonaten eine **Verdünnung der Nährstoffkonzentration** im Parkweiher erzielen?

Von den aufgeführten Fragen ist aus geotechnischer Sicht v. a. Punkt 1 zu beurteilen. Der vorliegende Bericht konzentriert sich daher auf die geologischen, hydrogeologischen und geohydraulischen Eigenschaften des projektrelevanten Untergrundes. Darüber hinaus ermöglicht das Errichten einer Grundwassermessstelle (siehe unten) auch die Entnahme von Wasserproben. Aus diesem Grund wird in Kapitel 4.2 auch kurz auf orientierende chemische Analysen von Grund- und Oberflächenwasser eingegangen. Abschließend wird eine geotechnische Bewertung der Voruntersuchungsergebnisse vorgenommen und Empfehlungen hinsichtlich des weiteren Vorgehens gegeben.

## 3 Ergebnisse der Felderkundung

### 3.1 Allgemeine Morphologie und Geologie

In Anlage 1 ist vor dem Hintergrund des Orthophotos aus dem Winter 2019 das Projektgebiet maßstabsgerecht dargestellt und hierin die Lage der Untersuchungsstelle eingetragen. Außerdem sind Ausschnitte der topographischen und geologischen Karte im Maßstab 1 : 10.000 dargestellt, aus denen die Lage des Projektgebietes in der Ortslage von Mertert sowie die hier zu erwartenden geologischen Formationen ersichtlich sind.

## Morphologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einem sehr flachen Gelände des Moseltales. Dieses bildet ein weites Kastental mit steil aufragenden, zumeist tektonisch bedingten Talflanken. Südöstlich bis südlich des Projektgebietes verläuft die anthropogen begradigte Syr. Nach geomorphologischer Karte von Luxemburg liegt hier das Niederterrassen-Niveau vor.

## Geologie

Unter den genannten Rahmenbedingungen ist von recht mächtigen **alluvialen Ablagerungen** auszugehen, die den anstehenden mesozoischen Einheiten aufliegen. Auch die geologische Karte von Luxemburg weist mächtiges Alluvium im Untersuchungsgebiet aus. Das Alluvium besteht zuoberst erfahrungsgemäß aus feinkörnigen, schluffig-tonigen Bildungen, die Organik enthalten können. Darunter folgen meist sandig-kiesige Ablagerungen mit wechselnden Anteilen an Feinkorn. Einschaltungen von steinig-blockigen Lagen kommen ebenfalls vor. Die natürlichen alluvialen Ablagerungen sind im Zuge menschlicher Siedlungstätigkeit zumeist oberflächlich gestört bzw. liegen anthropogene Auflagerungen unterschiedlicher Materialzusammensetzung auf.

Die anstehenden geologischen Formationen sind gut in der abgedeckten Version der harmonisierten geologischen Karte Luxemburgs, welche über die URL [www.geoportail.lu](http://www.geoportail.lu) einsehbar ist, zu erkennen. Deren lithologische Eigenschaften werden nachfolgend aus Gründen der Übersichtlichkeit vom Hangenden zum Liegenden beschrieben. Es wird sich dabei auf die projektrelevanten Schichtglieder beschränkt.

Im Projektgebiet steht unterhalb der känozoischen Lockergesteine zunächst die Formation des **Pseudomorphosenkeuper (km<sub>1</sub>)** an. Hierbei handelt es sich um Pelite mit wechselndem Carbonatgehalt. Es kommen Tonstein, mergeliger oder dolomitischer Tonstein, Mergelstein, dolomitischer Mergelstein und auch  $\pm$  mergeliger Dolomitstein vor. Die Sedimentgesteine zeigen i. d. R. eine dunkle Schattierungen mit roten, grauen sowie blau bis blaugrauen Farbtönen. Die Mächtigkeit des Pseudomorphosenkeupers wird laut Geoportail im Raum des Projektgebietes mit 65,1 m angegeben. Dies deckt sich mit den angegebenen Literaturwerten von etwa 60 m.

Sehr charakteristisch ist außerdem eine ausgeprägte Gipsführung. Primäre Gipsbildungen kommen dabei in Knollen und in Form von Fasergipsbändern vor. Der Gips kann weißliche, gelbliche und rötliche Farben zeigen. Auch kann er nahezu klar in Erscheinung treten („Marienglas“). Teilweise wird auch von recht mächtigen Gipssteinlagen ( $d > 0,5$  m) berichtet. Erfahrungsgemäß sind die feinkörnigen Sedimentgesteine bis in größere Tiefe stark verwittert und der Gips ist ausgelaugt. Aus geotechnischer Sicht liegen daher oberflächennah Böden oder Halbfestgesteine mit bindigen Eigenschaften vor.

Liegend folgen die Einheiten des **Unteren Keupers (ku)**. Diese werden aufgrund ihrer lithologisch wechselnden Ausprägung traditionell vom Liegenden zum Hangenden in Basisschichten ( $ku_{1\alpha}$ ), Bunte Mergel ( $ku_1$ ) und Grenzdolomit ( $ku_2$ ) gegliedert. Die Gesamtmächtigkeit des ku beläuft sich nach Geoportal im Projektgebiet auf 21,8 m. Erfahrungsgemäß sind die Mächtigkeiten der einzelnen Schichtglieder starken, kleinräumig variierenden Schwankungen unterworfen. Die im Geoportal angegebenen Werte entstammen großräumigen Interpolationen und können daher im lokalen Kontext nur als Anhaltswert dienen. Unten aufgeführte Mächtigkeitsangaben wurden aus bestehenden Bohrdaten sowie der oben aufgeführten Literatur zusammengetragen.

Im Gegensatz zum  $km_1$  zeigen die Schichten des **Grenzdolomit ( $ku_2$ )** tendenziell hellere Farbtöne, wobei Hellgrau und Grüngrau dominieren. Der Übergang vom Pseudomorphosenkeuper ist gut durch das Aussetzen der Gipsführung im  $ku_2$  gekennzeichnet. Außerdem nehmen im Grenzdolomit Anteil und Mächtigkeit der Dolomitbänke im Vergleich zu den Mergel-Partien deutlich zu. Oft wird eine kompakte oder kavernöse Dolomitbank als Hangendgrenze zum  $km_1$  herangezogen. In den Dolomitbänken kommen außerdem Schilllagen vor, die eine Mächtigkeit von mehreren Dezimetern einnehmen können. Teilweise können diese zu einem brekzienartigen Gefüge führen. Auf Grundlage der oben aufgeführten Literatur und Bohrdaten beläuft sich die Mächtigkeit des  $ku_2$  auf ca. 5 m bis 12 m.

In den liegend anschließenden **Bunten Mergeln ( $ku_1$ )** folgt erneut ein auffälliger lithologischer Umschwung. Die auffällig dunkelbunt ausgebildeten Ton- und Mergelsteine verfügen über einen tendenziell geringeren Dolomitgehalt. Es kommen mm-dünne dolomitische Sandsteinlagen vor. In den tonigen Schichten sind kohlige Pflanzenreste dokumentiert worden. Die Mächtigkeit der Bunten Mergel beträgt in etwa 6 m bis 8 m.

Das unterste Schichtglied des Unteren Keupers sind die sandig-dolomitischen **Basisschichten ( $ku_{1\alpha}$ )**. Im Top der Basisschichten tritt häufig der sog. Lettenkohlsandstein auf, der kohlige Pflanzenreste führt und in dem manchmal Wurzelböden zu erkennen sind. Generell sind in den Basisschichten vermehrt Fossilien, wie Pflanzenreste, Fischschuppen, Muscheln oder Zähne zu finden. Die Sandsteine wechsellagern im  $ku_{1\alpha}$  mit Tonstein, Tonmergel(-stein) und Mergel(-stein) und Dolomitstein. Die Pelite verfügen meist über ein dolomitisches Bindemittel und zeigen dunkelgraue oder graugrüne Farben. Für die Basisschichten lässt sich eine Mächtigkeit von ca. 4 m bis 10 m angeben.

Die der unteren Trias zugehörige Einheit des **Oberen Muschelkalks** ist durch mächtige Dolomitsteinbänke gekennzeichnet. Aufgrund der Angaben aus dem Geoportal und den tektonischen Verhältnissen (siehe unten), wird diese Einheit jedoch nicht durch die hier beschriebenen Untersuchungen erreicht (vgl. Kapitel 3.2).

## Tektonik und Hydrogeologie

Im Umfeld des Untersuchungsgebietes sind aus den geologischen Kartierungen verschiedener Autoren und Jahre (siehe oben) zahlreiche **Störungen** bekannt. Diese streichen tendenziell in SW-NO-Richtung (lokal als „diagonal“ bezeichnet), zeigen jedoch zumeist einen S-förmigen Verlauf und biegen, aus Richtung SW kommend, zunächst in nördliche Richtung und danach im weiteren Verlauf erneut in nordöstliche Richtung ab. Typisch für das Umfeld des Projektgebietes ist außerdem eine kleinschollige Zerblockung des Gebirges. Am Rande von Grabenstrukturen sind nur wenige dekameterbreite Schollen ausgebildet, die von Staffelbrüchen getrennt werden.

Im Allgemeinen besitzen die Störungen im Umfeld des Projektgebietes Abschiebungscharakter mit steilen Einfallswinkeln in südöstliche Richtung. Größere Störungen können Versatzhöhen im Bereich von Dekametern aufweisen. Teils ist ein Versatz von > 100 m kartiert worden. Nach den verschiedenen geologischen Karten befindet sich das Projektgebiet innerhalb einer Grabstruktur im Bereich der Tiefscholle. Dies lässt sich gut anhand der abgedeckten harmonisierten geologischen Karte im Geoportal nachvollziehen, die hier die jüngeren Einheiten des km<sub>1</sub> an tektonisch liegender Position ausweist.

In Bezug auf die lokale **Hydrogeologie** stellen die zahlreichen Störungen eine gute Wasserwegsamkeit (Konnektivität) bereit. Diese äußert sich zum einen darin, dass im Störungsumfeld der Zerrüttungsgrad des Gebirges generell hoch ist. Zum anderen werden dadurch Strömungswege bereitgestellt, welche unterschiedliche Grundwasserstockwerke miteinander verbinden. Für das vorliegende Projekt sind dabei die Aquifere des Oberen Muschelkalks sowie des Grenzdolomits relevant. Beide sind aufgrund der carbonatischen Lithologie (Lösungsfähigkeit, relative Härte) aus hydrogeologischer Sicht als kombinierte Kluft-/Karstgrundwasserleiter zu klassifizieren und weisen daher im Detail sehr komplizierte geohydraulische Eigenschaften auf.

### **3.2 Lithologische Beschreibung der Kernbohrung und stratigraphische Einordnung**

Die im vorherigen Kapitel beschriebene Charakterisierung der unterschiedlichen projektrelevanten Schichtglieder dient der späteren Einstufung der im November 2020 niedergebrachten Kernbohrung. Bevor diese Einstufung unternommen wird, erfolgt eine lithologische Beschreibung der Bohrung BK 1.

Die festgestellte Schichtenfolge ist dabei Anlage 2 zu entnehmen und gemäß DIN 4022/4023 dargestellt. Angaben zur Mächtigkeit der durchörterten Schichten sowie deren geotechnische Beschreibung mit Gruppierung nach DIN 18196 (2011) und Klassifizierung nach DIN 18300 (2012) stehen rechts der Schichtenbilder, während links davon die Tiefe der Schichtwechsel

bezogen auf die Geländeoberkante (GOK) am Bohransatzpunkt sowie ihre Lage im geodätischen Höhensystem eingetragen sind. Ebenfalls dargestellt sind die Höhenlagen der entnommenen Erdstoffproben.

Die Bohrung BK 1 setzt auf einem Niveau von 193,18 müNN an. Bis zu einer Tiefe von 0,50 m GOK wurden feinkörnige **Auffüllungen** angetroffen, die den humosen Oberboden darstellen. Aufgrund des Vorhandenseins von rezenten Keramikbruchstücken und Ziegelresten ist die Klassifikation als anthropogen aufgefülltes Material gesichert.

Darunter folgen bis in eine Tiefe von 5,50 m GOK **alluviale Ablagerungen**, die zunächst aus einem stark schluffigen und feinsandigen Ton bestehen. Dieser führt Raseneisenerz und ist langeweise organisch ausgebildet. Es handelt sich um typischen Auelehm. Ab 3,40 m GOK wurde schluffiger Kies von ockergrauen Farbtönen erkundet. Die gerundeten Gerölle, die teilweise Steingröße erreichen, belegen die fluviatile Genese. Größere Dolomitgerölle weisen kantengerundete Formen auf.

Ab einem Niveau von 133,68 müNN ist ein abrupter Farb- und Materialumschwung zu erkennen. Hier liegt ein generell kalkfreier, schwach feuchter und fester Ton vor. Teilweise ist dieser laminiert und führt Calcitbänder. Neben diesen weißen und gelblichweißen Lagen ist der Ton abwechselnd grau und weinrot gefärbt. Es handelt sich um den **Verwitterungston** der anstehenden Lithologien. Eine Lamination innerhalb des Verwitterungstones wurde ab 6,55 m GOK festgestellt und bezeugt dessen pelitische Herkunft.

Ab 7,65 m Teufe wurden die Tonsteine und Tonmergel des **Pseudomorphosenkeupers (km<sub>1</sub>)** angetroffen. Im Übergangsbereich zwischen bindigem Verwitterungston und dem stark verwitterten Tonstein des km<sub>1</sub> wurde der mürbe Pelit beim Bohrvorgang zerbohrt und ausgespült. Dies ist erfahrungsgemäß auf den hohen Verwitterungsgrad und den damit verbundenen geringen Materialzusammenhalt der Halbfestgesteine zurückzuführen. Aus diesem Grund lässt sich das Niveau des anstehenden Pseudomorphosenkeupers mit 131,53 müNN angeben. Die Tonsteine liegen jedoch an BK 1 bis in große Tiefen in sehr stark verwittertem bis zersetztem Zustand vor. Festgesteinscharakter zeigen sie erst ab etwa 26,0 m Teufe (113,18 müNN). Darüber sind die Tonsteine nur lagenweise fester ausgeprägt, was auf ein dolomitisches Bindemittel zurückzuführen ist.

Als weitere lithologische Merkmale sind bräunliche oder rostfarbene Eisenoxidausfällungen feinverteilt oder in Bändern als Anzeiger für wechselnde Feuchtigkeitsbedingungen innerhalb der Verwitterungszone zu nennen. Sekundäre Calcitbänder und -kristalle wurden ebenfalls durch alterative Prozesse gebildet. Außerdem wurde erst ab 22,70 m GOK fein verteilter Gips festgestellt. Oberhalb ist von einer nahezu vollständigen Lösung des Gips auszugehen. Ab ca.

24,0 muGOK wurden neben Calcitbändern auch pulverige Gipsbänder festgestellt. Diese sind vermutlich ebenfalls sekundär ausgefällt.

Wie oben bereits angedeutet, weisen die mesozoischen Schichten ab einem Niveau von ca. 113,0 müNN Festgesteinscharakter auf. Der Verwitterungsgrad ist ab hier deutlich geringer und die Gesteins Härte nimmt zu. Ein händisches Zerdrücken der Pelite ist nicht mehr möglich. Aus lithologischer Sicht treten hier hauptsächlich Tonsteine mit wechselndem Carbonatgehalt auf. Ein kalkiges Bindemittel tritt weitestgehend zu Gunsten von Dolomit zurück. Auch kommen einzelne tonige Dolomite vor. Bis etwa 30,0 muGOK zeigen die Pelite hauptsächlich dunkelrote, weinrote oder rotgraue Farbtöne. Danach sind bis ca. 45,0 muGOK eher dunkelgraue, blaugraue oder gar schwarzgraue Farben zu erkennen. Bereits ab ca. 42,0 muGOK werden die Schichten deutlich dolomitischer. Es treten sogar hellgraue Dolomitlagen in den dunklen Tonsteinen auf. Bei 44,85 muGOK ist erneut ein markanter Lithologiewechsel von schwarzem Tonstein hin zu blaugrau bis grüngrauem mergeligen Dolomitstein zu erkennen. Es folgt bei rd. 46,5 muGOK ein erneuter Farb- und Lithologiewechsel zu rotbraunem Mergelstein, bevor ab 47,45 muGOK hell- bis mittelgrauer mergeliger Dolomitstein angetroffen wurde (siehe unten).



Abb. 1: Weinrote Gipsknollen bei ca. 47,0 muGOK im km<sub>1</sub>.

Für Tiefen zwischen etwa 22,5 m und 47,5 muGOK ist das Auftreten von Gips typisch. Er kommt zum einen in primären (syngenetisch oder diagenetisch gebildeten) massigen bis körnigen Gipsknollen oder -bändern vor. Zum anderen wurden auch sekundäre Gipsausfällungen auf Klüften oder Schichtflächen beobachtet. Hier tritt hauptsächlich Fasergips auf. Je nach Varietät und/oder mineralischen Beimengungen zeigt der Gips transparente, weiße, rosafarbene, rötliche, weinrote oder orange Farbtöne. Außerdem wurden teilweise verwürgte Gipsbänder festgestellt, was vermutlich auf Umbildungsprozesse aus primärem Anhydrit zurückzuführen ist. Als Besonderheit fallen v. a. intensiv weinrote körnige Gipsknollen im liegenden

Abschnitt des Pseudomorphosenkeupers (siehe unten) auf. Sie kommen in der oben bereits beschriebenen Schicht aus graugrünem mergeligen Dolomitstein vor und erreichen Dezimetergröße (Abb. 1). Die auffällige Farbgebung weist auf Beimengungen anderer Minerale hin. Ähnliche Bildungen sind auch aus den grünen Mergeln in Baden-Württemberg (dort Unterer Keuper, Erfurt-Formation) bekannt.

Ab einem Niveau von 91,73 müNNH und damit ab 47,45 m Teufe wurden schließlich Schichten aus Dolomitstein angetroffen. Nach den in Kapitel 2.1 dargelegten Eigenschaften lässt sich hier die stratigraphische Grenze zwischen dem hangenden Pseudomorphosekeuper ( $km_1$ ) und dem liegenden **Grenzdolomit ( $ku_2$ )** ziehen. Neben der deutlich heraufgesetzten Gesteins-härte, welche auf die dolomitische Bindung zurückzuführen ist, ist v. a. die fehlende Gips-führung ein deutlicher Hinweis auf die stratigraphische Position.

An der BK 1 zeigt sich der Grenzdolomit als teils mergeliger Dolomitstein von hellgrauer oder blaugrauer Farbe. Vor allem die hellgrauen Lagen, die aufgrund ihres spröden Bruches vermutlich den höchsten Dolomitgehalt besitzen, fallen durch ihre ausgeprägte Kavernösität auf (Abb. 2).



Abb. 2: Markante Schilllagen sowie stark kavernöser und klüftiger Dolomitstein des  $ku_2$  bei ca. 51,0 müGOK.

Teilweise ist ein Auflösen des Gesteinsverbandes zu erkennen (bspw. nahe des Top bei ca. 47,5 m Teufe). Diese Partien sind auch besonders klüftig ausgebildet. Kluftbeläge aus Eisen-oxiden oder Ton, wie sie für oberflächennahe Kavernen üblich sind, wurden nicht festgestellt. Folglich kann eine permanente Wasserführung des Kluft- und Kavernenraums abgeleitet werden. Im Unterschied zu den Schichten des  $km_1$  ist im Grenzdolomit außerdem festzustellen,

dass die Klüfte nicht verheilt sind. Demzufolge steht der Kluft- und Kavernenraum hydraulisch vollständig zur Verfügung.

Neben diesen hydrogeologisch bedeutsamen Beobachtungen wurden im oberen Abschnitt des Grenzdolomits außerdem gehäuft Schilllagen angetroffen (Abb. 2). Interessanterweise enthalten diese -neben Muschelbruchstücken- auch Stückchen anderer Lithologien, wie Mergel oder Quarz. Die Bruchstücke weisen Größen von bis zu einigen Millimetern auf.

Ab einer Tiefe von 54,45 muGOK (84,73 müNHN) sind in die Gesteinsabfolge zunehmend tonige und mergelige Partien eingeschaltet. Hier ist die stratigraphische Grenze zur Einheit der **Bunten Mergel (ku<sub>1</sub>)** zu vermuten. Dabei ist charakteristisch, dass hier die Gesteine deutlich bunter gefärbt sind. Neben den bereits aus dem Grenzdolomit bekannten hellgrauen und blaugrauen, dolomitischen Partien treten zunehmend graugrüne, rötliche, bräunliche und dunkelviolette Lagen hinzu. Auch ist die Lagendicke erneut verringert, wodurch ein häufiger Farbwechsel stattfindet. Generell zeigen sich jedoch etwas hellere Farbtöne als noch im Pseudomorphosenkeuper. Der Felsverband ist erneut weniger stark geklüftet und die wenigen Klüfte sind mit Calcit verheilt.

Es ist davon auszugehen, dass an BK 1 die Bunten Mergel nicht vollständig durchteuft wurden. Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, ist für das Top der Basisschichten (ku<sub>1α</sub>), der Lettenkohlsandstein im Untersuchungsgebiet typisch. Derartige Lithologien wurden nicht angetroffen.

#### Zusammenfassende Einordnung und Projektrelevanz

Die auf 139,18 müNHN ansetzende Kernbohrung BK 1 weist eine Endteufe von 56,45 m auf. Damit liegt die Sohle der Bohrung auf einem Höhenniveau von 82,73 müNHN. Unterhalb von **anthropogenen und alluvialen Deckschichten** mit einer Gesamtmächtigkeit von 5,50 m wurden die anstehenden mesozoischen Schichten angetroffen.

Unterhalb der känozoischen Deckschichten folgen die anstehenden mesozoischen Einheiten, beginnend mit dem **Pseudomorphosenkeuper (km<sub>1</sub>)**. Dieser liegt bis zu einer Tiefe von 22,70 muGOK (116,48 müNHN) stark verwittert bis zersetzt vor. Außerdem sind die i. d. R. gipsführenden Pelite bis in diese Tiefe ausgelaugt. Die Mächtigkeit des an BK 1 durchteuften km<sub>1</sub> beträgt > 41,95 m. Der Hangendabschnitt des km<sub>1</sub> ist demnach abgetragen und in BK 1 nicht durchteuft.

Das Aussetzen der Gipsführung kennzeichnet die stratigraphische Grenze zum liegenden **Grenzdolomit (ku<sub>2</sub>)** bei 47,45 muGOK (91,73 müNHN). Dieser ist hauptsächlich durch Dolomitstein gekennzeichnet, der jedoch zumeist mergelig ausgeprägt ist. Das Festgestein lässt sich generell als mittelhart, klüftig und kavernös beschreiben. Diese Eigenschaften führen zu

einer guten hydraulischen Gebirgsdurchlässigkeit (vgl. Kapitel 3.1). Ab einem Niveau von 84,73 müNHN sind schließlich die **Bunten Mergel ( $ku_1$ )** zu vermuten. Es handelt sich im aufgeschlossenen Top um dolomitisch-mergelige, buntgefärbte Pelite. Aufgrund fehlender Vergleichsdaten ist die Grenzziehung nicht gesichert.

Möglicherweise könnten die Schichten noch dem Grenzdolomit zugeordnet werden, was jedoch durch andere Fachstellen vorzunehmen wäre. Geht man von den oben dargelegten Kriterien aus, so muss die Mächtigkeit des  $ku_1$  mehr als 2,0 m betragen. Der Großteil des  $ku_1$  sowie dessen Liegendgrenze wurden an BK 1 nicht erschlossen.

Für das vorliegende Projekt sind primär die hydrogeologischen Eigenschaften des oberflächennahen Untergrundes relevant. Aufgrund der oben beschriebenen Beobachtungen lässt sich schlussfolgern, dass an BK 1 ein **Aquifer im hangenden Abschnitt des Unteren Keuper und damit im Grenzdolomit ( $ku_2$ )** aufgeschlossen wurde. Ein Durchteufen der tendenziell feinkörnigeren liegenden Partien wurde nicht durchgeführt. Demnach ist -zumindest im Bohrloch von BK 1 von einer geologisch wirksamen Abdichtung auf hydraulisch gering leitfähigen pelitischen Gesteinen hin zum Aquifer des Oberen Muschelkalk auszugehen. Der bedeutende Aquifer des Oberen Muschelkalks wurde demnach nicht von BK 1 berührt.

### 3.3 Ergebnisse bodenmechanischer Laborversuche

Dem Bohrkern der BK 1 wurden aus unterschiedlichen Tiefen fünf Gesteinsproben für felsmechanische Untersuchungen entnommen, deren Ergebnisse Anlage 3.1 zu entnehmen sind.

An allen dem Untergrund entnommenen Proben wurde der natürliche Wassergehalt sowie die Gesteinswichten ermittelt. Den höchsten Wassergehalt weist erwartungsgemäß die Tonsteinprobe mit 9,2 % auf. Die Wassergehalte im Dolomitstein schwanken zwischen 0,4 % und 5,2 %. Alle ermittelten Werte sind als typisch für das beprobte Material zu bewerten. Gleiches gilt für die Gesteinswichten. Der Tonstein weist eine Trockenwichte von 20,0 kN/m<sup>3</sup> auf. Die Dolomitproben zeigen Werte zwischen 22,8 kN/m<sup>3</sup> und 28,4 kN/m<sup>3</sup>.

An drei dem Untergrund entnommenen Felsproben wurde die einaxiale Druckfestigkeit nach TP BF-StB-Teil C 1 bestimmt. Die Ergebnisse können den Anlagen 3.2 bis 3.4 entnommen werden. Die ermittelten Werte liegen zwischen 13,9 MN/m<sup>2</sup> und 34,3 MN/m<sup>2</sup> und damit im Erwartungsbereich für diese Lithologie.

## **4    Hydrogeologische Untersuchungen**

Nach Beendigung der Bohrarbeiten wurde das Bohrloch der BK 1 von GEWATEC als Grundwassermessstelle (GWM) ausgebaut. Eine Ausbauzeichnung ist Anlage 1 zu entnehmen. Wie auch die Bohrarbeiten selbst wurde der Ausbau durch das GBL-T begleitet. Der Ausbau fand nach Anweisungen des vor Ort anwesenden Fachmannes nach lithologischen und geohydraulischen Gesichtspunkten statt. Es wurde darauf geachtet, dass eine Verfilterung in der klüftigen und kavernen Zone des Grenzdolomits erfolgte, wo -wie oben dargelegt- eine gute hydraulische Gebirgsdurchlässigkeit zu erwarten war. Darüber hinaus wurde angewiesen sowohl die mergeligen Dolomitstein-Partien im Top des  $ku_2$  als auch die hangenden Schichten des  $km_1$  abzudichten. Auch der übertägige Ausbau der GWM wurde nach Anforderungen der AGE (mind. 0,5 m über GOK) durchgeführt.

In der GWM wurde durch das GBL-T ein Piezometer mit automatischer Datenaufzeichnung (Typ HT 575-II, fortan „Datensammler“) mit Datenaufzeichnung ab dem 22. Februar 2022 installiert. Das Monitoring des Grundwasserstandes wird auftragsgemäß über die Abgabe dieses Berichts hinaus fortgesetzt. Die bis dato erfassten Ergebnisse des Grundwassermonitorings sind in Anlage 4 angefügt.

### **4.1    Hydraulische Eigenschaften des Aquifers**

Anhand der durch das GBL-T betreuten Bohrarbeiten sowie der detailliert aufgenommenen und oben beschriebenen BK 1 konnten die klüftigen und kavernen dolomitischen Gesteine des Grenzdolomit als potenzieller Aquifer für o. g. Fragestellung identifiziert werden. Grundsätzlich legen dabei die Gebirgseigenschaften eine gute hydraulische Durchlässigkeit nahe. Eine Überprüfung dieser Annahmen hatte jedoch durch geohydraulische Pumpversuche zu erfolgen.

Im Zuge unserer Untersuchungen wurden bislang drei Pumpversuche durchgeführt. Der erste Versuch fand bereits im Bohrloch statt, nachdem die Endteufe erreicht, das Bohrloch jedoch noch nicht als GWM ausgebaut wurde. Es wurde dabei in gemeinschaftlicher Arbeit von GEWATEC und GBL-T für die Dauer von etwa 1 h gepumpt. Es handelt sich daher um einen Kurzzeitpumpversuch zur abschätzenden Ermittlung der hydraulischen Eigenschaften. Die zum Einsatz kommende Pumpe vom Typ Grundfos SQE 5-35 wurde durch GEWATEC gestellt. Wasserstand und Förderleistung wurden mittels Lichtlot bzw. Wasseruhr manuell von GEWATEC erfasst. Die in Anlage 5.1 angegebenen Versuchsergebnisse beziehen sich auf diese Angaben.

Vom GBL-T selbst wurde Anfang März 2022 ein weiterer Kurzzeitpumpversuch von etwa 3 h Gesamtlänge im Zuge einer Probenahme durchgeführt.

Zur eigentlichen Charakterisierung der hydraulischen Aquifereigenschaften wurde außerdem durch das GBL-T Ende Februar 2022 ein mehrtägiger Pumpversuch mit einer Gesamtdauer von rd. 3 d unternommen. Die Datenerfassung des Wasserstandes sowie der Förderleistung erfolgte mittels automatischer Datenlogger (siehe unten).

Zur Beschreibung der hydraulischen Eigenschaften wird nachfolgend vornehmlich auf den mehrtägigen Pumpversuch im Februar 2022 eingegangen, dessen Ergebnisse in Anlage 5.2 dargestellt sind. Anschließend wird auch auf die Ergebnisse der beiden Kurzzeitpumpversuche zusammenfassend eingegangen.

#### 4.1.1 Allgemeine Beobachtungen anhand der Grundwasserganglinie

In der GWM-BK 1 wurde ein Datensammler installiert. Die Aufzeichnung des Wasserstandes erfolgt seit KW 08 diesen Jahres (22. Februar 2022). Anlage 4 zeigt die seither aufgezeichneten Daten als Ganglinien. Zusätzlich sind die Niederschlagsmengen an der meteorologischen Messstation Grevenmacher, die rd. 4 km südwestlich vom Untersuchungsgebiet entfernt liegt, eingetragen.

Zu Beginn der Datenreihe lag der Wasserstand auf einem Niveau von ca. 131,2 müNHN und damit rd. 7,0 müGOK. Bis Ende März war ein geringes, tendenzielles Absinken des Wasserstandes festzustellen. Eine Reaktion auf Niederschlagsereignisse wurde nicht festgestellt. Diese Beobachtungen sind typisch für **gespannte Grundwasserverhältnisse**. Obwohl eine Verfilterung des Aquifers in ca. 53,0 müGOK (86,5 müNHN) eingerichtet und eine Abdichtung der sich darüber befindlichen Schichten vorgenommen wurde, liegt der Wasserstand etwa 46,0 m höher. Damit zeigen die erfassten Daten das Druckpotenzial des gespannten Aquifers an.

Die stärksten Reaktionen des Wasserstandes wurden natürlich durch die Pumpversuche in KW 09 und KW 10 hervorgerufen (siehe Kapitel 3.1.2). Hier wurde der Wasserstand teils um > 8,0 m abgesenkt. Das sehr rasche Ansteigen nach Beendigung der Versuche ist ebenfalls ein typisches Merkmal für gespannte Grundwasserverhältnisse.

Von diesen Ereignissen abgesehen fällt außerdem auf, dass außerhalb der Pumpversuche eine Variation des Grundwasserspiegels im Tagesgang erfasst wurde. Während der Wasserstand zwischen etwa 08:00 Uhr und 16:00 Uhr um mehrere Dezimeter absinkt, ist in den Stunden dazwischen ein Anstieg zu verzeichnen. Diese Beobachtung sowie die Tatsache, dass die

Schwankungen an Wochenenden minimal sind bzw. vollkommen ausbleiben, weist auf den Einfluss einer umliegenden Wasserentnahme hin. Die Beobachtungen sind jedoch nicht als eigentliche Absenkung, sondern vielmehr als Minderung des Druckpotenzials zu interpretieren. Als Ursache der oben beschriebenen Beobachtungen ist eine Wasserentnahme am benachbarten Betonwerk Feidt denkbar. Nach den uns zur Verfügung stehenden Information erfolgt an diesem Standort eine Wasserentnahme aus dem tiefer gelegenen Aquifer des Oberen Muschelkalk. Folglich lässt sich anhand dieser Beobachtungen -und unter der als wahrscheinlich erachteten Ursache für diese Daten- ableiten, dass hydraulisch wirksame Verbindungen zwischen beiden Brunnen bestehen. Hierfür kommen das Kluft- und Kavernensystem sowie die zahlreichen bekannten Störungen in Frage. Letztere verbinden schließlich auch Aquifere in unterschiedlichen Höhenlagen.

#### **4.1.2 Hydraulische Eigenschaften des Aquifers anhand des Pumpversuchs**

##### Equipment und Methodik

Vom 01. März bis zum 04. März wurde ein längerer Pumpversuch zur Charakterisierung der hydraulischen Gebirgseigenschaften im Einflussbereich der GWM-BK 1 durch das GBL-T durchgeführt. Wie oben angedeutet, konnte über diesen Zeitraum keine permanente Vorortbetreuung durch Mitarbeiter des GBL-T erfolgen. Aus diesem Grund wurde in Abstimmung mit dem Service Technique der Gemeinde Mertert/Wasserbillig ein autonomes Versuchsssetup gewählt. Die Stromversorgung des Versuchsequipments wurde dabei durch Feldanschlüsse des Service Technique sichergestellt. Beim Versuch kam eine Tauchpumpe des Typs Grundfos SQE 5-35 mit automatischer Steuerung der Pumpleistung in Abhängigkeit der erzielten Absenkung zum Einsatz. Die Entnahmemenge wurde über den gesamten Zeitraum kontinuierlich mittels eines induktiv-magnetischen Durchflussmessgerätes erfasst und der Wasserspiegel mittels automatischer Datensammler festgehalten.

Der Versuchsaufbau mit Steuergerät und Überstausensor erlaubte das Aufrechterhalten einer nahezu gleichbleibenden Absenkung über die Dauer von etwa 48 h. Aus hydrogeologischer Sicht wurden daher für diesen Zeitraum quasi-stationäre hydraulische Bedingungen im Einflussbereich der GWM-BK 1 erzielt. Damit entspricht die bei der jeweiligen Absenkung eingestellte Förderleistung dem Zustrom zur GWM-BK 1 aus dem Aquifer unter dem jeweils ausgebildeten hydraulischen Gradienten.

##### Versuchsergebnisse

Vor Beginn des Versuchs wurde der Wasserstand in der Messstelle mit 7,08 mGOK gemessen, was einem Höhenniveau von 131,10 mNHN entspricht. Bei Versuchsbeginn um 12:20 Uhr war eine sofortige Reaktion und ein schnelles Absinken des Wasserstandes zu be-

obachten. Danach wurde ein logarithmisches Absinken des Wasserstandes registriert. Ab etwa 21:00 Uhr wurde ein gleichbleibendes Niveau auf ca. 123,0 m<sub>NHN</sub> erfasst, was einer Absenkung im Vergleich zum Ausgangsniveau von rd. 8,0 m entspricht. Für diese Absenkung wurde das Grundwasser mit einer Förderleistung von 85,0 l/min (1,4 l/s bzw. 5,1 m<sup>3</sup>/h bzw. 122,4 m<sup>3</sup>/d) entnommen. Diese Förderleistung wurde bis zum 03. März 2022 um 10:20 Uhr, also für 46 h konstant gehalten. Es wurde demnach in diesem Zeitraum eine Gesamtfördermenge von 234,6 m<sup>3</sup> erzielt.

Anschließend wurde für weitere ca. 6 h mit einer Förderleistung von 54,0 l/min (0,9 l/s bzw. 3,2 m<sup>3</sup>/h bzw. theoretisch 77,8 m<sup>3</sup>/d) gepumpt, wobei sich ein Wasserstand von rd. 126,2 m einstellte. Es wurde damit eine Absenkung von rd. 4,9 m erzielt. In dieser zweiten Phase wurden insgesamt rd. 20,0 m<sup>3</sup> gefördert. Betrachtet man beide Absenkphasen zusammen ergibt sich eine Gesamtfördermenge der etwa 53-stündigen Förderperiode von rd. 255,0 m<sup>3</sup>.

Sowohl bei der Reduzierung der Pumpleistung als auch beim vollständigen Pumpenstopp am 03. März 2022 war ein sofortiges und schnelles Ansteigen des Wasserstandes festzustellen. Um etwa 12:00 Uhr des Folgetages war das Ausgangsniveau wieder erreicht.

Wie bereits in Kapitel 4.1.1 angedeutet, herrschen im beprobten Aquifer gespannte Grundwasserverhältnisse vor. Abgesehen von der reinen Fördermenge, die im Rahmen der vorliegenden Studie eines der Erkundungsziele darstellt, lässt sich der Pumpversuch hinsichtlich der an GWM-BK 1 vorliegenden hydraulischen Leitfähigkeit des Gebirges auswerten. In den Anlagen ist dabei stets der aus mehreren Messzeitpunkten gemittelte hydraulische Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  aufgeführt, welcher sich aus dem jeweils angegebenen Verfahren berechnet. Für den mehrtägigen Pumpversuch lassen sich dabei mit unterschiedlichen Berechnungsverfahren  $k_f$ -Werte zwischen  $6,4 \cdot 10^{-5}$  m/s (quasi-stationäre Phase) und  $4,1 \cdot 10^{-4}$  m/s (Phase des Wiederanstiegs) berechnen.

#### Zusammenfassung und Ergebnisbewertung

Die Ergebnisse der Kurzzeitpumpversuche, die in den Anlagen 5.1 und 5.3 im Detail aufgeführt sind, decken sich mit den oben beschriebenen Beobachtungen. Auch wenn hier quasi-stationäre Bedingungen nicht vollständig erreicht wurden, so konnten dennoch vergleichbare Förderleistungen und die angestrebten Absenkungen erzielt werden. Außerdem ergaben sich bei Auswertung nach den oben angegebenen Verfahren rechnerisch einheitliche Ergebnisse für die hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte. Diese sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1: Übersicht der ermittelten hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$ .** Es handelt sich um gemittelte Werte aus verschiedenen Zeitpunkten innerhalb eines Pumpversuchs. Details zu den Versuchsergebnissen sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Datum	Versuchsart	Förderleistung [l/min]	mittlerer hydraulischer Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]	
			nach DUPUIT-THIEM	nach JACOB
24.11.2020	Kurzzeitpumpversuch	56	$4,9 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
01.03.2022	Pumpversuch	85	$6,4 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
		54	$6,3 \cdot 10^{-5}$	(gemittelte Pumpleistung)
09.03.2022	Kurzzeitpumpversuch	54	$9,4 \cdot 10^{-5}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$

Aus Tabelle 1 wird ersichtlich, dass die hydraulische Durchlässigkeit für den beprobten Aquifer mit etwa  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s angegeben werden kann. Dieser Wert ist aus hydrogeologischer Sicht als hohe bis sehr hohe Gebirgsdurchlässigkeit zu bewerten und deckt sich mit den oben beschriebenen Beobachtungen.

Bei einer weitergehenden Bewertung der Versuchsergebnisse ist zu beachten, dass trotz der hohen Entnahmeleistung durchgängig gespannte Grundwasserverhältnisse vorlagen. Aus technischen Gründen ist eine weitere Absenkung des Druckpotenzials bei der vorliegenden Brunnen- und Pumpendimensionierung nicht möglich. Die nachgewiesenen hohen Durchlässigkeitsbeiwerte spiegeln eine hohe Brunnenleistung bzw. einen hohen Wasserzufluss zum Brunnen wider.

## 4.2 Wasserqualität

Zur Überprüfung der Wasserqualität wurden im März 2022 Proben der Syr, des Parkweihers und des Grundwassers entnommen. Die Proben wurden umgehend an das Labor für Umweltanalytik AGROLAB, Niederlassung Eching gesendet und dort auf die Parameter nach Luxemburger Trinkwasserverordnung (TrinkwV LUX) untersucht. Die vollständigen Analyseergebnisse sind diesem Bericht in Anlage 6 beigelegt. Hinsichtlich der projektspezifischen Fragestellung ist dabei die im Wasser vorhandene Konzentration an Makronährstoffen und die für Menschen kritische Schadstoffbelastung von Bedeutung.

### 4.2.1 Oberflächengewässer

#### Methodik

Die Wasserproben aus Syr und Parkweiher wurden am 22. März 2022 mittels desinfiziertem Probenschöpfer entnommen und in die dem GBL-T durch AGROLAB zugesendeten Probeflaschen fachgerecht abgefüllt. Die gekühlten Proben wurden am selben Tag per Kurier in das

Analyselabor transferiert. Die Analysemethode ist für jeden bestimmten Parameter in Anlage 6.1 und 6.2 angegeben.

### Ergebnisse

Die Analyseergebnisse repräsentieren die Hintergrundwerte im hydrologischen Winterhalbjahr. Generell sind die ermittelten Werte für N-Verbindungen oder auch TOC (total organic carbon) in geringer Konzentration vorhanden. Die ermittelten Werte für anthropogene Belastungen mit Kohlenwasserstoffen, BTEX, PAK, PSM und deren Metaboliten sowie pharmazeutischen Stoffen liegen alle nahe oder unterhalb der Bestimmungsgrenze.

In mikrobiologischen Untersuchungen wurde aufgrund des permanenten Umweltaustausches der offenen Gewässer sowie der prinzipiell guten Lebensbedingungen im Frühjahr sowohl coliforme Bakterien, als auch E. Coli sowie Enterokokken nachgewiesen. Grundsätzlich ist von einer Erhöhung der nachgewiesenen Mikrobenzahlen während der Sommerperiode auszugehen.

#### **4.2.2 Grundwasser aus dem beprobten Aquifer**

##### Methodik

Das Grundwasser wurden am 09. März 2022 nach 1,5-stündigem Pumpen direkt aus dem geförderten Wasser mittels desinfiziertem Probenschöpfer entnommen und in die dem GBL-T durch AGROLAB zugesendeten Probeflaschen abgefüllt. Die gekühlten Proben wurden am selben Tag per Kurier ins Analyselabor transferiert. Die Analysemethode ist für jeden bestimmten Parameter in Anlage 6.3 angegeben.

##### Ergebnisse

Bezogen auf die Grenzwerte der TrinkwV LUX sind am analysierten Wasser die Parameter Trübung, Aluminium, Eisen und Fluorid überschritten. Die leicht erhöhten Werte der drei letztgenannten Parameter sind wahrscheinlich auf anaerobe Bedingungen im Grundwasser zurückzuführen. Die Trübung lässt sich wahrscheinlich durch kolloidal suspendierte Partikel erklären. Eine Bestimmung der Parameter E. Coli und coliforme Bakterien war aufgrund der Begleitflora nicht möglich.

## **5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse und weiteres Vorgehen**

Wie in Kapitel 2 dargelegt wurde, sind für das vorliegende Projekt im Rahmen der Voruntersuchungen drei wesentliche Fragestellung von Relevanz. Nachfolgen wird eine geotechnische Bewertung der Untersuchungsergebnisse bezogen auf die generelle hydraulische Leistungsfä-

higkeit des Brunnens an BK 1 eingegangen (Punkt 1). Eine abschließende Bewertung der qualitativen Fragestellungen hat durch die entsprechenden Fachorganisationen zu erfolgen, weswegen anschließend in Punkt 2 und Punkt 3 nur kurz auf die Wasserqualität und weitere Projektentwicklung eingegangen wird.

### Brunnenleistung

Die hohen hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte sind zum einen auf den hohen Durchtrennungsgrad des Gebirges im verfilterten Brunnenabschnitt zurückzuführen. Zum anderen wurde oben bereits die teils starke Kavernosität des Carbonatgesteins beschrieben. Die Kombination aus Durchtrennungsgrad und Hohlräumen ermöglicht daher nicht nur ein hohes Speichervermögen des Aquifers, sondern stellt gleichzeitig eine ausgeprägte Konnektivität zur Verfügung. Letztere hat schließlich entscheidenden Einfluss darauf, wie schnell das Grundwasser aus dem Aquifer zum Pegel strömen kann. Schließlich liegen deutlich gespannte Grundwasserhältnisse vor, die nicht zuletzt durch den raschen Anstieg des Wasserspiegels auf das Ausgangsniveau verdeutlicht werden. Einschränkend sei hier erwähnt, dass im Rahmen des Projektes lediglich Beobachtungen an einer GWM durchgeführt werden konnten und damit eine Auswertung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit im Grundwasserleiter nicht möglich ist. Diese Daten sind angesichts der im Vergleich zur möglichen Entnahmeeistung sehr geringen geplanten Entnahmemengen auch nicht von Belang und müssen demzufolge im Rahmen dieser Untersuchungen auch nicht bestimmt werden.

**Mittels der oben beschriebenen geohydraulischen Pumpversuche können wir daher die für den geplanten Wasserspielplatz und die Nachspeisung am Parkweiher erforderliche Entnahmemenge und damit eine ausreichende Brunnenleistung bestätigen.**

Die im Endzustand erforderlichen Wassermengen sind mit rd. 17 m<sup>3</sup>/d erheblich geringer als die bereits während der Kurzzeitpumpversuche geförderten Mengen. Selbst wenn man von tendenziell geringeren Brunnenleistungen in/nach trockeneren Witterungsperioden ausgeht, sind aus geohydraulischer Sicht unter den gegebenen Rahmenbedingungen genügend Sicherheiten bzgl. der Wasserquantität vorhanden.

### Wasserqualität

Aufgrund des geringen Gehaltes an Makronährstoffen im Grundwasser ergibt sich aus unserer Sicht eine generelle Eignung des Grundwassers zur Einspeisung in den Weiher. Genaue Mischungsverhältnisse und Kriterien zum Beginn und Ende der Einspeisungsperioden sollten von entsprechenden Fachstellen vorgenommen werden. Gleiches gilt für die Bewertung der Wasserqualität bzgl. der Verwendung beim Wasserspielplatz.

### Empfehlung zum weiteren Vorgehen

In Abstimmung mit der Administration Communale de Mertert/Wasserbillig wurde bereits die GWM-BK 1 so dimensioniert, dass hieraus der erforderliche Wasserbedarf gedeckt werden kann. Hierdurch konnte entgegen der ursprünglichen Planung auf eine zweite Bohrung verzichtet werden. Aufgrund der guten Brunnenleistung ist außerdem die Nutzung der derzeitigen Messstelle als permanenter Brunnen gut möglich, was aus wirtschaftlichen Gründen als positiv zu werten ist.

Das durch das GBL-T derzeit stattfindende Grundwassermonitoring wird, wie gefordert, fortgesetzt. Wir schlagen eine erneute Probenahme des Grund- und Oberflächenwassers im Sommer vor. Bei diesen erneuten Analysen empfehlen wir den Parameterumfang anzupassen. Im Hinblick auf die Trophiestufe der Oberflächengewässer und des möglichen Verdünnungseffektes mit dem geförderten Grundwasser sollten nach Möglichkeit der Phosphatgehalt, die Sauerstoffsättigung und ggf. der biologische und chemische Sauerstoffbedarf miterfasst werden. Hieraus würde sich die zu erwartende Wasserqualität des Weihers ableiten lassen, die in der kritischen Eutrophierungsperiode vorherrscht. Hierfür wäre es aus unserer Sicht sinnvoll, in Abstimmung mit der AGE und dem zuständigen Planungsbüro den konkreten Untersuchungsumfang (zu analysierende Parameter, Frequenz) zu klären.

## **6 Besondere Hinweise**

Vorliegendes Baugrundgutachten gilt in seiner räumlichen und inhaltlichen Abgrenzung ausschließlich für die in unseren Zeichnungen dargestellte Grundwasserentnahme zur Einleitung in den Parkweiher in Mertert. Alle Empfehlungen und Forderungen sind auf die im Gutachten genannten Randbedingungen auszurichten. Änderungen und Abweichungen im Projekt können auch zu anderen Folgerungen der Fachberatung führen. Änderungen sind somit stets mit dem Gutachter abzustimmen. Diese Einschränkung ist in der Anwendung dieses Gutachtens zu beachten.

Der Untergrundaufschluss erfolgte nur punktuell, d. h. auch die Aussagen haben punktuellen Charakter. Sollte während der voranschreitenden Planung oder einer späteren Bauausführung eine Abweichung von den beschriebenen Verhältnissen festgestellt werden, ist ein Ortstermin mit uns anzuberaumen zur Festlegung der dann notwendigen Maßnahmen. Während der zukünftigen Erschließung des Grundwasserleiters hat der Unternehmer die erforderliche Sorgfalt anzuwenden.