

**Baugrunduntersuchung**  
(Geotechnischer Bericht)  
**für den Ergänzungsneubau**  
**der Theodor-Heuss-Schule**  
**in Kastellaun**

**Auftraggeber:** Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück-Kreis  
Ludwigstraße 3 – 5  
55469 Simmern

**Datum:** 19.02.2024

**Projekt.:** 23129-1

pdf. Ausfertigung

Der vorliegende Bericht umfasst 20 Seiten und 5 Anlagen. Er ist nur für den Auftraggeber bestimmt und in seiner Gänze gültig. Er darf nicht auszugsweise vervielfältigt und nur für den angegebenen Zweck verwendet werden. Eine Haftung gegenüber Dritten wird ausdrücklich ausgeschlossen.

## **INHALT**

<b>1</b>	<b>Darstellung der Untersuchungsergebnisse</b>	<b>3</b>
1.1	Allgemeines	3
1.2	Bautechnische Angaben	3
1.3	Regionale Geologie und Hydrogeologie	4
1.4	Örtlicher Bodenaufbau	5
1.5	Rammsondierungen	5
1.6	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	6
1.7	Organoleptische Wahrnehmungen	8
<b>2</b>	<b>Grund- bzw. Schichtwasser</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Bodenklassen und -kennwerte</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Chemische Untersuchungen</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Gründungsvorschlag</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Vorbemessung Erdwärmesonden</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Empfehlungen zur Baudurchführung</b>	<b>14</b>
7.1	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300	14
7.2	Weitere Empfehlungen	16
<b>8</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	<b>19</b>

## **ANLAGEN**

1. Übersichtskarte, M. 1 : 25.000
2. Lageplan, M. 1 : 500 mit Übersichtslageplan, M. 1 : 1.500
3. Bodenprofile BS 1 – 6 und Rammsondierungen DPH I – VI, M. 1 : 50
4. Bodenmechanische Laborversuche
5. Deklarationsanalysen, Labor-Nrn. 706/8708 und 706/8709

## **1 Darstellung der Untersuchungsergebnisse**

### **1.1 Allgemeines**

Auf dem freien Grundstück südlich der Theodor-Heuss-Schule und nördlich der Großsporthalle soll in Kastellaun zwischen der Theodor-Heuss- und der Südstraße ein Schulerweiterungsbau inkl. eines Bolzplatzes entstehen (vgl. Anlage 1).

Zur Klärung der Baugrundverhältnisse wurde die GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH am 16.10.2023 gemäß Angebot vom 08.09.2023 von der Kreisverwaltung (KV) Rhein-Hunsrück-Kreis beauftragt, eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

Als Grundlage für die Untersuchungen sind uns vom Auftraggeber ein Höhenplan im Maßstab 1 : 250, Lage- und Freiflächenpläne in den Maßstäben 1 : 500 bzw. 1 : 1.000 zur Verfügung gestellt worden. Weiter erhielten wir insgesamt 6 Gebäudeschnitte im Maßstab 1 : 100.

Die Baugrunderkundung erfolgte am 12.01. und 16.01.2024 mit Hilfe von 6 Kleinbohrung (BS 1 – 6) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in maximal 6 m Tiefe (vgl. Anlage 2). Im Vorfeld waren die Bäume und Sträucher auf dem Grundstück gerodet worden. Während der Aufschlussarbeiten wurde eine bodenmechanische Ansprache der anstehenden Böden durchgeführt und die Ergebnisse entsprechend der Anleitung der DIN 4022 zur Benennung und Beschreibung von Böden aufgezeichnet. Ergänzend sind zur Bestimmung der Lagerungsdichte der Böden 6 schwere Rammsondierungen (DPH I – VI) nach DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht worden (vgl. Anlage 2). Dabei musste die DPH IV wegen eines Rammhindernisses in rd. 1 m Tiefe neu angesetzt werden. Die Rammsondierungen erreichten Tiefen von 5,6 – 10 m. In Anlage 3 sind die Bodenprofile nach den Vorgaben der DIN 4023 sowie die Rammprotokolle dargestellt.

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 43 Bodenproben entnommen. An ausgewählten Proben sind in unserem Erdbaulabor die natürlichen Wassergehalte, die Kornverteilung und die Zustandsgrenzen bestimmt worden (vgl. Anlage 4). Zur Deklaration des Aushubbodens erfolgte die Analyse zweier Bodenmischproben nach der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) im Labor der BVU GmbH (vgl. Anlage 5). Die restlichen Proben werden über max. 6 Monate eingelagert und stehen für evtl. weitere Untersuchungen zur Verfügung.

Die Ansatzpunkte der Untersuchungsstellen wurden im Gelände mittels GNSS Topcon HiPer II auf ihre Lage und Höhe eingemessen.

### **1.2 Bautechnische Angaben**

Das Baugelände befindet sich am östlichen Stadtrand von Kastellaun unweit der L 219 in Richtung Laubach auf dem Flurstück 27/6 der Flur 15 in der Gemarkung Kastellaun. Das Gelände wird zurzeit als Grünfläche genutzt und steigt von Nordwesten nach Südosten um rd. 5 m an (vgl. Fotos 1 – 2).

Geplant ist der Neubau eines eingeschossigen Gebäudes auf einer Grundfläche von ca. 44,2 m x 25,8 m. Die Anbindung erfolgt nach Nordwesten an die Theodor-Heuss-

Straße. Hier sind 6 Pkw-Stellplätze und Bushaltestellen vorgesehen sowie eine Fertiggarage. Im rückwertigen Bereich in Richtung Südstraße soll zudem ein Bolzplatz angelegt werden. Weiterhin ist eine geothermische Nutzung angedacht.



**Foto 1 - 2** 12.01.2023: BS 1, Blick Osten (1) und BS 6, Blick Nordwesten (2).

Gemäß der zur Verfügung gestellten Planunterlagen liegt die OK Fertigfußboden (FFB) auf 430,45 mNHN. Da keine weiteren Angaben vorliegen, gehen wir für die weitere Betrachtung davon aus, dass der Gesamtaufbau (Fußboden + Bodenplatte) 55 cm beträgt (vgl. Systemschnitte Planer) und über eine elastisch gebettete Bodenplatte gegründet wird. Somit ergeben sich folgende relevanten Höhen (BN = Bezugsniveau):

- |                           |            |                 |
|---------------------------|------------|-----------------|
| ▪ OK FFB                  | ± 0,00 mBN | 430,45 mNHN     |
| ▪ UK Bodenplatte, tragend | - 0,55 mBN | ca. 429,90 mNHN |

Nähere Angaben zur Konstruktion und zu den Bauwerkslasten liegen derzeit noch nicht vor.

### 1.3 Regionale Geologie und Hydrogeologie

Das Baugelände liegt gemäß den Angaben der Topografischen Karte Blatt 5190 Kastellaun im Maßstab 1 : 25.000 auf einer mittleren Meeresspiegelhöhe von rd. 430 – 435 mNHN.

Das Baugrundstück befindet sich im Hunsrück im Südwesten des Rheinischen Schiefergebirges. Nach der Geologischen Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz im Maßstab 1 : 300.000 steht im Untersuchungsgebiet devonischer Tonschiefer (Hunsrückschiefer i.e.S.) an. Oberflächennah sind diese Gesteine mit Fließerden aus Tonschieferhangschutt und -lehm überlagert.

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind direkt von den geologischen abzuleiten. So kommt Grundwasser in den Tonschiefern vorwiegend lokal begrenzt in Klüften vor (tieferer Grundwasserleiter). Oberflächennah ist in Abhängigkeit der Bodenzusammensetzung zumindest zeitweise mit dem Vorkommen von Schicht- und Grundwasser innerhalb der Lockerbodendecke und an deren Basis zu rechnen.

## 1.4 Örtlicher Bodenaufbau

Sämtliche Bohrungen setzten auf einem braunen **Oberboden (Schicht 1)** mit Wurzel- und Pflanzenresten auf. Dieser ist in einer Mächtigkeit von 0,2 – 0,55 m ausgebildet.

Darauf folgen im nordwestlichen Baugebiet mit den Bohrungen BS 1 und BS 2 hellbraune und beige farbige **Auffüllungen (Schicht 2)** aus umgelagerten Böden. Hierbei handelt es sich um schwach tonige bis tonige, sandige und kiesige bis stark kiesige Schluffe in steifer Konsistenz. Neben Quarzen, Tonschiefer und Tonstein bildet auch Lava die Kiesfraktion. Die Schicht reicht bis in Tiefen von 0,95 – 1,5 m

Ein in verschiedenen Braun- und Grautönen auftretender **Handlehm** folgt auf dem gesamten Baufeld auf die Auffüllungen bzw. den Oberboden. Im bodenmechanischen Sinne ist **Schicht 3** überwiegend als sandiger und kiesiger bis stark kiesiger Schluff zu klassifizieren. Die Konsistenz war steif bis fest. Die Schicht führt Quarze, Tonschiefer sowie Tonstein und wurde bis in Tiefen von 2,2 – 5,0 m erkundet.

Mit zunehmender Tiefe nimmt der Kiesanteil zu und es folgt mit Ausnahme der BS 5 ein brauner bis grauer **Hangschutt (Schicht 4)** unter dem Handlehm. Der schwach schluffige bis lokal auch stark schluffige und sandige Kies führt Tonschieferstücke und vereinzelt Quarze und Tonstein. Der Hangschutt geht ab Tiefen von 4,55 – 5,0 m in den Felsersatz über.

Als unterster Bodenhorizont wurde in sämtlichen Bohrungen der graue **Felsersatz (Schicht 5)** aus Tonschiefer aufgeschlossen. Die Bohrungen BS 1, BS 3 – 4 und BS 6 enden zwischen 5,1 m und 5,8 m im Felsersatz wegen fehlenden Bohrfortschritts, während die BS 2 und BS 5 mit 6 m die geplante Endteufe erreichen. Mit zunehmender Tiefe geht der Felsersatz in den mineralisch verfestigten Fels des devonischen Grundgebirges über.

## 1.5 Rammsondierungen

Mit Schlagzahlen von  $n_{10} \approx 3 - 8$  ist den **Auffüllungen (Schicht 2)** eine daraus ableitbare Konsistenz von weich bis steif zuzuweisen. Einzelne Peaks (vgl. DPH II) sind auf eingelagerte Steine zurückzuführen.

Für den **Handlehm (Schicht 3)** ergeben sich überwiegend einstellige Schlagzahlen von  $n_{10} \approx 1 - 8$ , entsprechend einem breiigen bis steifen Bodenzustand. In der DPH I konnten abschnittsweise auch Schlagzahlen von  $n_{10} \approx 10 - 15$  erzielt werden.

Überwiegend höhere Schlagzahlen von  $n_{10} \approx 4 - 14$  lassen sich im **Hangschutt** feststellen. lassen sich zuordnen. Daraus ergibt sich für die **Schicht 4** eine überwiegend mitteldichte Lagerung.

Mit den Rammsondierungen konnten im **Felsersatz (Schicht 5)** Schlagzahlen von im Mittel  $n_{10} \approx 6 - 24$  registriert werden. Lokale Einbrüche in den einstelligen Bereich, wie bei der DPH II deuten auf unterschiedliche Verwitterungshorizonte bzw. räumlich variierende Stellungen der Schieferflächen hin. Mit Ausnahme der DPH II ist eine stetige Zunahme der Schlagzahlen im Felsersatz zu beobachten. So mussten die DPH I und DPH III – VI in Tiefen von 5,6 – 6,4 m mit Schlagzahlen von  $n_{10} > 25$  abgebrochen

werden. Zusammenfassend ist dem Felszersatz somit eine mitteldichte und in größeren Tiefen auch sehr dichte Lagerung zuzuweisen.

Ein Einfluss des Grundwassers auf die Schlagzahlen ist nicht festzustellen.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Rammsondierungen zusammengefasst.

**Tab. 1** Mittlere Lagerungsdichten und Konsistenzen der örtlichen Bodenarten.

Örtliche Bodeneinteilung	Bodenart nach DIN 4022	Mittlere Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte, Konsistenz
Schicht 2 Auffüllungen	A (U, g – g*, s, t' – t)	$n_{10} \approx 3$ bis 8	weich bis steif
Schicht 3 Hanglehm	U, g – g*, s	$n_{10} \approx 1$ bis 15	breiig bis halbfest, überwiegend steif
Schicht 4 Hangschutt	G, s, u' – u*	$n_{10} \approx 4$ bis 14	mitteldicht
Schicht 5 Felszersatz	Z <sub>v</sub> (Tst)	$n_{10} \approx 6$ bis > 25	mitteldicht bis sehr dicht

## 1.6 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur Klassifizierung der Böden wurden 4 Mischproben (MP) im bodenmechanisch untersucht. Die MP Lehm 1 beschreibt den Hanglehm im Gebäudegrundriss und die MP Lehm 2 den Hanglehm am geplanten Standort des Bolzplatzes. Die Mischproben setzten sich wie folgt zusammen:

- MP Lehm 1 – Hanglehm Gebäude  
aus: BS 1-3, 2-3, 3-2 – 3-4, 4-2 – 4-4, 5-1 – 5-3      Tiefe: 0,2 – 3,0 m
- MP Lehm 2 – Hanglehm Bolzplatz  
aus: BS 6-2 – 6-5      Tiefe: 0,2 – 4,0 m
- MP Kies - Hangschutt  
aus: BS 1-6 – 1-7, 2-5 – 2-6, 3-5 – 3-7, 4-5 – 4-6 und BS 6-6      Tiefe: 2,2 – 5,0 m
- MP Felszersatz  
aus: BS 1-8, 2-7, 3-8, 4-7, 5-6, 6-7      Tiefe: 4,55 – 6,0 m

An sämtlichen Mischproben wurde der natürliche Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 bestimmt (vgl. Anlage 4.1). Die gemessenen natürlichen Wassergehalte betragen im Hanglehm rd. 17,0 – 20,0 % und im Hangschutt ca. 16,1 %. Im Felszersatz wurde ein Wassergehalt von etwa 14,2 % gemessen. Somit liegen die registrierten Wassergehalte innerhalb der natürlichen Schwankungsbereiche dieser Böden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

**Tab. 2** Zusammenfassung der Wassergehaltsbestimmungen.

Schicht	Probe	Tiefe [m]	Wassergehalt [%]
3: Hanglehm	MP Lehm 1	0,2 – 3,0	20,0
	MP Lehm 2	0,2 – 4,0	17,0
4: Hangschutt	MP Kies	2,2 – 5,0	16,1
5: Felszersatz	MP Felszersatz	4,55 – 6,0	14,2

Zur näheren Bestimmung der Kornzusammensetzung und Klassifizierung sowohl des Hangschutts als auch des Felszersatzes wurden kombinierte Sieb- / Schlämmanalysen nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt (vgl. Anlagen 4.2 – 4.3 und Tabelle 3).

**Tab. 3** Zusammenstellung der Kornverteilung.

Schicht	Probe	Tiefe [m]	T / U / S / G [%]	Bodengruppe DIN 18196
4: Hangschutt	MP Kies	2,2 – 5,0	22 / 12 / 34 / 32	ST*
5: Felszersatz	MP Felszersatz	4,55 – 6,0	26 / 29 / 35 / 10	UL, UM, TL, TM

Nach DIN 18196: 2023-02 ist die Probe des Hangschutts als schwach schluffiger, toniger und stark kiesiger Sand der Bodengruppe ST\* und die Probe des Felszersatzes als schwach kiesiger, toniger und schluffiger Sand den Bodengruppen UL, UM, TL, TM zuzuordnen.

Des Weiteren erfolgte an den Proben des Hanglehms die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12 (vgl. Anlagen 4.4 – 4.5). In Tabelle 4 sind die Proben mit den in den Analysen ermittelten Grenzen und der daraus ableitbaren Bodengruppe nach DIN 18196 zusammengefasst.

**Tab. 4** Ergebnisse der Fließ- und Ausrollgrenzen.  
I<sub>p</sub>: Plastizitätszahl, I<sub>c</sub>: Konsistenzzahl

Schicht	Probe	Tiefe [m]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub> [-]	Bodengruppe DIN 18196
3: Hanglehm	MP Lehm 1	0,2 – 3,0	14,5	1,4	UM
	MP Lehm 2	0,2 – 4,0	14,8	1,5	UM, (TM)

Demnach sind die Proben des Hanglehms nach DIN 18196 als mittelplastischer

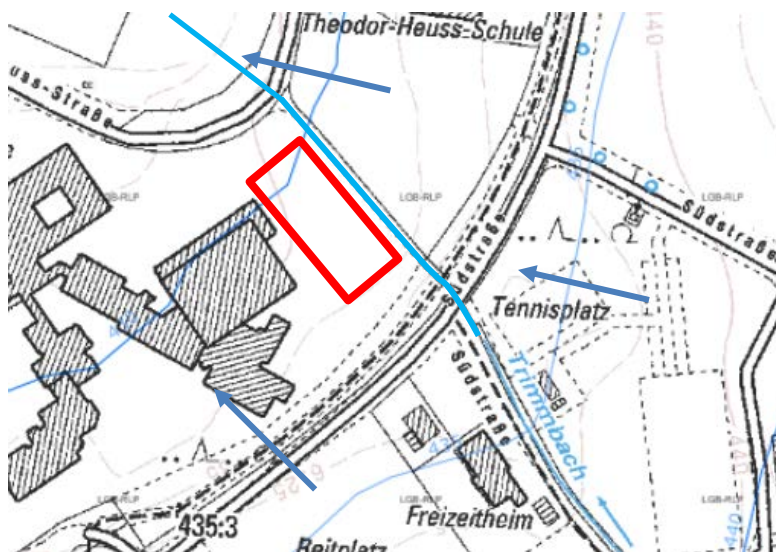
Schluff der Bodengruppe UM knapp unterhalb der A-Linie im Grenzbereich zum TM zuzuordnen. Die im Labor ermittelte Konsistenz lag bei halbfest und korreliert mit der Feldansprache.

## 1.7 Organoleptische Wahrnehmungen

Aus der örtlichen Bodenansprache können erste Hinweise über mögliche Schadstoffe anhand organoleptischer Auffälligkeiten wie Aussehen, Geruch oder Konsistenzänderungen abgeleitet werden. An den aufgeschlossenen Böden waren keine Auffälligkeiten wahrzunehmen.

## 2 Grund- bzw. Schichtwasser

In allen Kleinrammbohrungen BS 1 – 6 konnte im Januar 2024 in 2,0 – 2,7 m Tiefe (entsprechend ca. 426,9 – 429,8 mNHN) im Hanglehm und im Hangschutt Grundwasser angetroffen werden. In der BS 5 stieg der Wasserspiegel innerhalb von ca. 30 Minuten von 2,7 m auf 1,8 m Tiefe an. Daher sind auch schwach gespannte Grundwasserverhältnissen nicht auszuschließen. Die aufgeschlossenen Böden waren erdfeucht und stellenweise auch trocken und unterhalb des Grundwassers feucht bis nass. Der basale Felsersatz war erdfeucht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine kurzfristige Beobachtung handelt und die Untersuchungen bei wechselhafter Witterung und vorausgegangenen mehrwöchigen Niederschlagsphasen stattfanden. Wegen der geringen Durchlässigkeit von Teilen der anstehenden Böden muss bei fehlender Entwässerung mit Staunässe gerechnet werden.



**Abb. 1** Grundwassergleichen (Blau) im Baufeld (Rot), blauer Pfeil = Grundwasserfließrichtung; aus: Kartenserver LGB (Abfrage: 02/2024).

Aus dem Vergleich der modellierten Grundwasserhöhenlage aus dem Zeitraum 2000 – 2018 des Landesamts für Geologie und Bergbau (LGB) Rheinland-Pfalz geht im Baufeld eine mittlere, interpolierte Grundwasserspiellage von ca. 429 – 433 mNHN

hervor. Dies entspricht einem Flurabstand von nur etwa 1 – 2 m (vgl. Abbildung 1) und korreliert mit den gemessenen Wasserständen. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Osten dem Gelände folgend und parallel zum verrohrten Trimmbach zu erwarten.

Der Grundwasserspiegel ist meteorologischen und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Eine definitive Aussage zur Lage der Grundwasseroberfläche erfordert die Einrichtung einer Grundwassermessstelle und deren langjährige Beobachtung.

Unmittelbar an der nördlichen Grundstücksgrenze verläuft der verrohrte Trimmbach (vgl. Abbildung 1). Daher ist mit oberflächennah auftretenden Vernässungen zu rechnen, wie z.B. am Sportplatz bekannt.

Nach den im Internet veröffentlichten Karten des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz (MKUEM) liegt das Untersuchungsgebiet weder in einem Trinkwasser- noch Heilquellenschutzgebiet.

### 3 Bodenklassen und -kennwerte

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können den örtlichen Bodenarten die folgenden bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassen zugeordnet werden.

Für alle Schichten gilt, dass die Zuordnung der angetroffenen Böden zu den aufgeführten Bodengruppen und -klassen nach überschlägigen Bestimmungen zur Zusammensetzung und Eigenschaft der Böden so vorgenommen wurde, wie sie die DIN 4022 Teil 1 im Gelände vorsieht. Bei den angegebenen Kennwerten handelt es sich um charakteristische Werte gemäß der DIN 1054: 2021-04. Sie entsprechen den Empfehlungen der DIN 1055-2: 2010-11 sowie eigenen Erfahrungen. Sie können ggf. durch weitere Laborversuche konkretisiert werden. Im Hanglehm und Hangschutt war Grundwasser anzutreffen. Der Oberboden bleibt bei der Auflistung unberücksichtigt.

Zusätzlich zur aktuellen DIN 18300 werden noch die alten Bodenklassen dargestellt. Die Einteilung in Homogenbereiche ist in Kapitel 7.1 enthalten.

#### Auffüllungen (Schicht 2)

Die Auffüllungen treten nur im Nordwesten des Baugeländes bis ca. 0,95 – 1,5 m Tiefe (BS 1 – 2) auf. Sie bestehen aus umgelagerten Böden aus einem schwach tonigen bis tonigen, sandigen und kiesigen bis stark kiesigen Schluff in steifer Konsistenz. Darin ist im Allgemeinen mit Wechselhaftigkeiten im Bodenzustand zu rechnen.

Bodengruppe nach DIN 18196		A [UL, UM]
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		(2), 3, 4
Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F3
Wichte erdfeucht	$\gamma$	18 – 18,5 kN/m <sup>3</sup>
Innerer Reibungswinkel	$\varphi'$	22,5 – 27,5°
Kohäsion	$c'$	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul (abgeschätzt)	$E_s$	6 – 10 MN/m <sup>2</sup>

**Hanglehm (Schicht 3)**

Der Hanglehm steht im gesamten Baufeld als ein sandiger, kiesiger bis stark kiesiger Schluff an. Die Konsistenz wurde im Feld mit steif bis fest ermittelt und die Schicht reicht bis in 2,2 – 5,0 m Tiefe. Der Hanglehm ist grundwassererfüllt.

Bodengruppe nach DIN 18196		UM, TM
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		(2), 3, 4
Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F3
Wichte erdfeucht	$\gamma$	18 – 20,5 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$	9,5 – 10,5 kN/m <sup>3</sup>
Innerer Reibungswinkel	$\varphi'$	17,5 – 22,5°
Kohäsion	$c'$	5 – 15 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul (abgeschätzt)	$E_s$	4 – 30 MN/m <sup>2</sup>

**Hangschutt (Schicht 4)**

Der Hangschutt wurde mit Ausnahme der BS 5 unterhalb des Hanglehms erkundet und führt Grundwasser. Er tritt in Form eines schwach schluffigen bis stark schluffigen und sandigen Kiesel auf und geht in den Felszersatz des devonischen Grundgebirges in Tiefen von 4,55 – 5,0 m über. Die Lagerungsdichte beträgt mitteldicht.

Bodengruppe nach DIN 18196		SU*, ST*, GU*, GT*
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		3 – 5
Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F3
Wichte erdfeucht	$\gamma$	18 – 21,5 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$	9 – 11,5 kN/m <sup>3</sup>
Innerer Reibungswinkel	$\varphi'$	22,5 – 27,5°
Kohäsion	$c'$	0 – 2 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul (abgeschätzt)	$E_s$	30 – 80 MN/m <sup>2</sup>

**Felszersatz (Schicht 5)**

Der Felszersatz folgt auf die Schichten 3 – 4 ab einer mittleren Tiefe von etwa 5,0 m. Er liegt an der Schichtobergrenze aufgrund seines Verwitterungsgrades noch als Lockerboden vor. Mit zunehmender Tiefe nimmt die mineralische Bindung zu und es ist mit einem vermehrten Auftreten der Kies- und Steinfraktion zu rechnen. Der erdfeuchten Schicht kann eine mitteldichte bis sehr dichte Lagerung zugesprochen werden.

Bodengruppe nach DIN 18196 (nur Gesteinszersatz)		BS, GU, GU*, UL, UM, TL, TM
Bodenklasse nach DIN 18300-alt		3 – 6, (7)

Frostempfindlichkeit nach ZTV E		F3
Wichte erdfeucht	$\gamma$	19 – 22 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$	10 – 12 kN/m <sup>3</sup>
Innerer Reibungswinkel	$\varphi'$	17,5 – 35°
Kohäsion	$c'$	0 – 15 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul (abgeschätzt)	$E_s$	10 – 150 MN/m <sup>2</sup> mit der Tiefe zunehmend

#### 4 Chemische Untersuchungen

Im Zuge der Baumaßnahme fällt Bodenaushub an, der extern entsorgt bzw. wiederverwertet wird. Zur orientierenden abfallcharakteristischen Bewertung des Bodenaushubs wurden zwei Mischproben (MP) der anstehenden Böden zusammengestellt und auf die Parameter der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) der Materialklasse BM-0\* nach Anlage 1, Tabelle 3 untersucht (vgl. Anlage 5). Die Mischproben setzten sich unterhalb des Oberbodens wie folgt zusammen:

- MP 1 – nordwestliches Baufeld  
aus: BS 1-2 – 1-7, 2-2 – 2-6 und 3-2 – 3-7  
Tiefe: 0,35 – 5,0 m  
Labor-Nr. 706/8708
- MP 2 – südöstliches Baufeld  
aus: BS 4-2 – 4-6, 5-2 – 5-5 und 6-2 – 6-6  
Tiefe: 0,2 – 5,0 m  
Labor-Nr. 706/8709

In Abhängigkeit der gemessenen Stoffgehalte erfolgt eine Zuordnung des Bodens in Materialklassen. Aufgrund der fein- bis gemischtkörnigen Zusammensetzung erfolgte die Bewertung der Mischproben anhand der Materialwerte der EBV für die Bodenart „Lehm / Schluff“. Die Untersuchung nach BM-0\* hat laut EBV an der Feinfraktion < 2 mm zu erfolgen.

Beide Mischproben **MP 1** und **MP 2** weisen im Feststoff geringfügig erhöhte Gehalte an Chrom mit 62 mg/kg bzw. 65 mg/kg und Nickel mit 92 mg/kg bzw. 98 mg/kg auf, welche allesamt den Materialwert der BM-0 überschreiten, den der BM-0\* aber noch einhalten. Weitere erhöhte Gehalte der untersuchten Parameter konnten weder im Feststoff noch im Eluat nachgewiesen werden. Die Proben sind somit der **Materialklasse BM-0\*** zuzuordnen.

Wir weisen darauf hin, dass Chrom und Nickel in den Böden des Hunsrücks geogen natürlich in den nachgewiesenen Konzentrationen vorkommen.

Der Boden kann in bodenähnlichen Anwendungen innerhalb technischer Bauwerke z.B. zur Verfüllung von Abgrabungen uneingeschränkt wiederverwertet werden. Alternativ ist der Bodenaushub über den Abfallschlüssel **AVV 170504** zu entsorgen.

#### 5 Gründungsvorschlag

Gemäß DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 liegt das Baugelände in der Erdbebenzone 0 und Untergrundklasse R.

Der Baugrund besteht unterhalb des Oberbodens und der lokal angetroffenen Auffüllungen (Schicht 2) aus einem steifen bis festen Hanglehm (Schicht 3), welcher zusammenfassend als mäßig konsolidiert einzustufen ist. Darunter folgt Hangschutt (Schicht 4), der mitteldicht gelagert ist und im Allgemeinen als tragfähig angesehen werden kann. Mit zunehmender Tiefe und spätestens beim Übergang zum Felszersatz (Schicht 5) nimmt die Konsolidierung des Baugrundes und die damit verbundene Tragfähigkeit zu.

Die Gründungssohle wird ohne nähere Kenntnis zunächst mit etwa 429,90 mNHN angenommen. Aufgrund der Morphologie liegt die nordwestliche Gebäudeecke demnach bis rd. 0,4 m über Gelände. Ansonsten bindet die Gründungssohle zwischen ca. 1 m im Norden bis etwa 1,9 m im Osten ins Gelände ein. In diesen Tiefen steht halbfester bis fester Hanglehm (Schicht 3) und im Norden die steifen, umgelagerten Böden der Auffüllungen (Schicht 2) an.

Hangseitig wurde im Bereich der Gründungssohle bereits Wasser angebohrt. Insgesamt ist nach Angaben der mittleren Grundwasserstände ab 1 – 2 m Tiefe mit Grundwasser zu rechnen (vgl. Abbildung 1).

Für die Gründung über eine tragende Bodenplatte wird empfohlen, als Lastverteilung bzw. Ausgleichsschicht ein Bodenpolster in einer Stärke von mind. 0,5 m einzubauen. Im Bereich des notwendigen Geländeauftrags ist dieses nach dem Abschieben des Oberbodens in einer entsprechend größeren Dicke einzubauen. Bei der Gründung in den überwiegend halbfesten bis festen Hanglehm (Schicht 3), inkl. der v.g. Bodenverbesserung, kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes über das Berechnungsverfahren nach DIN 1054: 2021-04, Tabelle A 6.7 mit  $\sigma_{R,d} = 270 \text{ kN/m}^2$  bei zulässigen Setzungen von max. 1,5 cm angegeben werden.

Unter diesen Voraussetzungen können für die Bemessung der Gründungsplatte des Neubaus gemäß DIN 4018: Beiblatt Bettungsziffern im Bereich von etwa

$$k_{s,m} = 10 - 12 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Die Bettungsziffern beruhen auf Setzungsabschätzungen aus geschätzten Lastannahmen. Sobald entsprechende Angaben vorliegen, kann eine genauere Ermittlung erfolgen. Die im Kapitel 7.2 angegebenen Empfehlungen zum Einbau des Bodenpolsters sind zu beachten. Voraussetzung ist ein zumindest halbfester Bodenzustand, was im Zuge einer Sohlabnahme durch den Gutachter zu bestätigen ist.

An den Plattenrändern sind Frostschrünzen anzulegen. Diese können entfallen, sofern nachweislich frostsicheres, kornabgestuftes Bodenmaterial bis in eine Tiefe von mind. 0,8 m unter der Gründungssohle eingebaut wird bzw. die Bodenplatte mind. in einer frostsicheren Tiefe von 0,8 m liegt.

Aufgrund des angetroffenen Grundwassers und der Möglichkeit eines zumindest zeitweisen Einstaus von Schichtwasser im Fundamentbereich, ist bei der Fundamentbemessung ein Auftrieb bis Geländeoberkante anzusetzen.

## **6 Vorbemessung Erdwärmesonden**

Für den Neubau soll nach Möglichkeit der Heizbedarf durch eine geothermische Nutzung gedeckt werden. Hierzu erfolgt eine erste Abschätzung der geothermischen Entzugsleistung für Erdwärmesonden anhand des erkundeten Bodenaufbaus und Grundwasserstands sowie regional geologischer Erfahrung.

Nach der Karte der Standortqualifizierung von Erdwärmesonden des LGB befindet sich das Untersuchungs Gelände in einem unkritischen Gebiet.

Der Untergrund auf dem Grundstück ist wie folgt aufgebaut:

- bis ca. 5 m                      Hanglehm und Hangschutt
- 5 m bis ca. 15 m              Felszersatz aus Tonschiefer
- ab ca. 15 m                    Tonschieferfels

Grundwasser (GW) wurde im Zuge der Feldarbeiten ab Tiefen von rd. 1,8 – 2,7 m erbohrt. Dies korreliert mit den modellierten Grundwasserhöhen des LGB (vgl. Abbildung 1), weshalb für die weitere Betrachtung der mittlere Grundwasserspiegel auf 2,5 m Tiefe gesetzt wird.

Angaben zur notwendigen Heizleistung liegen uns keine vor. Diese wird vorab mit rd. 30 kW abgeschätzt.

Entsprechend der VDI 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes kann über eine Abschätzung der spezifischen Entzugsleistung unter Berücksichtigung des geologischen Aufbaus sowie unter der Annahme einer Jahresleistung von 2.400 Std. (100 Tage, ohne Warmwasseraufbereitung) die Entzugsleistung einer beispielhaft 100 m Bohrung wie folgt abgeschätzt werden:

- 2,5 m Fließerden, trocken              20 W/m → rd. 50 W
- 2,5 m Fließerden, gesättigt            35 W/m → rd. 87 W
- 10 m Felszersatz                        50 W/m → rd. 500 W
- 85 m Fels                                 55 W/m → rd. 4.675 W

Demnach ergibt sich eine Entzugsleistung von etwa 5,3 kW für eine 100 m Bohrung. Bezogen auf die abgeschätzte Heizleistung von 30 kW wären somit 6 Bohrungen erforderlich. Die Vorbemessung beruht auf einer Abschätzung des geologischen Aufbaus, des vermuteten Grundwasserstandes und der angenommenen spezifischen Entzugsleistung des anstehenden Bodens / Fels nach VDI 4640.

Erdwärmesonden werden in vertikalen Bohrungen eingebaut. Der sachgemäße Einbau und die sorgfältige Verfüllung des Bohrlochringraums bilden die Grundvoraussetzungen für einen einwandfreien Betrieb der Anlage.

Die v.g. Abschätzung ist durch eine Simulationsrechnung zu verifizieren. Des Weiteren wird ein geothermischer Response-Test (GRT) an der ersten Bohrung empfohlen. Aus den daraus gewonnen Daten sind die anderen Bohrungen anzupassen.

Es wird darauf hingewiesen, dass nach Geologie-Datengesetz (GeolDG) eine Bohranzeige beim Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) zu stellen

ist. Des Weiteren wird für die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage eine wasserrechtliche Erlaubnis benötigt, i.d.R. nach § 103 LWG. Hierfür ist die Untere Wasserbehörde (Erlaubnisbehörde) des Rhein-Hunsrück-Kreises zuständig. Bei Bohrungen über 100 m Bohrtiefen ist ein bergrechtliches Genehmigungsverfahren durchzuführen (LGB, Abteilung Bergbau), welches dann im Einvernehmen mit den Wasserbehörden entscheidet.

## **7 Empfehlungen zur Baudurchführung**

Entsprechend den vorliegenden Plänen und den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung ist das Bauvorhaben gemäß DIN EN 1997-1 Eurocode 7 der geotechnischen Kategorie 2 (GK 2) zuzuordnen.

### **7.1 Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300**

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse können die örtlichen Böden in die folgenden Homogenbereiche (HB) nach DIN 18300 eingeteilt werden. Bei der Festsetzung wurde ein Mobil- bzw. Hydraulikbagger 8 – 40 t als einsetzbares Standarderdbaugerät angenommen.

Die Angaben umfassen den für die GK 2 erforderlichen Umfang und basieren auf den in Kapitel 3 angegebenen Bodenschichten sowie den zugehörigen Bodenkennwerten und deren Bandbreite. Sofern eine exakte Bestimmung erforderlich ist, sind weitere bodenmechanische Laborversuche durchzuführen. Hinsichtlich der Angabe zu den Steinen und Blöcken nach DIN EN ISO 14688-1 ist anzumerken, dass hierzu sehr große Proben erforderlich wären. Es ist nicht möglich repräsentative Proben aus Bohrungen zu gewinnen, um diese Klassifizierung anzuwenden. Ersatzweise erfolgte eine qualitativ statistische Bewertung. Die angegebenen Bandbreiten für Konsistenz und Plastizität gelten für die fein- und gemischtkörnigen Böden, die Angaben zur Lagerungsdichte für die gemischt- und grobkörnigen Böden. Der Hanglehm und der Hangschutt waren grundwassererfüllt.

Die Unterteilung der Homogenbereiche kann in Abstimmung mit der Planung noch variiert werden.

#### **Homogenbereich 0: Oberboden**

Der Oberboden (HB 0) ist mit einer Stärke von ca. 0,2 – 0,55 m auf dem Baufeld vorhanden.

Bodengruppe nach DIN 18196	OH, OU
Bodengruppe nach DIN 18915	4, 5
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen möglich, an Blöcken unwahrscheinlich

**Homogenbereich I: Auffüllungen und Hanglehm**

Aus baupraktischen Gründen werden die bindigen Böden der Auffüllungen (Schicht 2) sowie der Hanglehm (Schicht 3) zum HB I zusammengefasst. Der HB I steht flächig auf dem gesamten Baugelände unterhalb des HB 0 bis in Tiefen von 2,2 – 5,0 m an.

Bodengruppe nach DIN 18196	A [UL, UM], UM, TM	
Kornverteilung		
Kies / Sand / Schluff + Ton	5 – 40 / 5 – 25 / 40 – 65 %	
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen und an Blöcken unwahrscheinlich	
Konsistenz	steif – fest	
	$I_c$	0,75 – >1,0
Plastizität	$I_p$	10 – 20 %
Dichte	$\rho$	1,8 – 2,05 g/cm <sup>3</sup>
Wassergehalt	$w_n$	5 – 25 %
undräßierte Scherfestigkeit	$c_u$	25 – 60 kN/m <sup>2</sup>
organische Anteile	0 – 3 %	
Umweltrelevante Einstufung	BM-0* nach EBV	

**Homogenbereich II: Hangschutt**

HB II beschreibt den Hangschutt (Schicht 4) und folgt auf den HB I. Er steht bis in Tiefen von 4,55 – 5,0 m an.

Bodengruppe nach DIN 18196	BS, SU*, ST*, GU*, GT*	
Kornverteilung		
Kies / Sand / Schluff + Ton	20 – 55 / 20 – 55 / 15 – 30 %	
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen möglich, an Blöcken unwahrscheinlich	
Lagerungsdichte	mitteldicht	
	$D$	0,3 – 0,5
Dichte	$\rho$	1,8 – 2,15 g/cm <sup>3</sup>
Wassergehalt	$w_n$	5 – 20 %
undräßierte Scherfestigkeit	$c_u$	0 kN/m <sup>2</sup>
organische Anteile	0 – 3 %	
Umweltrelevante Einstufung	BM-0* nach EBV	

**Homogenbereich III: Felszersatz**

Der Felszersatz (Schicht 5) des devonischen Grundgebirges wird im HB III zusammengefasst und steht auf dem Baugelände bis mind. zu den Endteufen der Bohrungen in 5,1 – 6,0 m an.

Bodengruppe nach DIN 18196	BL, BS, GU, GU*, UL, UM, TL, TM
Kornverteilung	
Kies / Sand / Schluff + Ton	10 – 85 / 5 – 40 / 0 – 65 %
Steine / Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	Anteil an Steinen und an Blöcke wahrscheinlich
Konsistenz	halbfest – fest
	$I_c$ >1,0
Plastizität	$I_p$ 10 – 20 %
Lagerungsdichte	mitteldicht – sehr dicht
	$D$ 0,3 – > 0,8
Dichte	$\rho$ 1,9 – 2,2 g/cm <sup>3</sup>
Wassergehalt	$w_n$ 5 – 20 %
undrÄnierte Scherfestigkeit	$c_u$ 0 – 60 kN/m <sup>2</sup>
organische Anteile	0 – 2 %
Umweltrelevante Einstufung	nicht untersucht, geogen natürlicher Boden

**7.2 Weitere Empfehlungen**

Im Hinblick auf die Ausführung und den Ablauf der Bauarbeiten sind folgende Empfehlungen bzw. Anmerkungen zu machen.

**Baugrubenböschungen**

Bei den Arbeiten ist die DIN 4124: Baugruben und GrÄben, Böschungen, Arbeitsraum-breiten, Verbau zu beachten. Baugrubenböschungen können bis 1,25 m senkrecht und in tieferen Einschnitten der oberflÄchennahen Lockerböden mit einem Winkel von maximal  $\beta \leq 45^\circ$  angelegt werden. Bei mindestens steifer Konsistenz des Hanglehms können die Böschungen mit  $\beta \leq 60^\circ$  angelegt werden. Im Felszersatz sind je nach Orientierung des TrennflÄchengefüges sowie des Verwitterungsgrades Böschungs-neigungen bis  $80^\circ$  zulÄssig. Eine weitere Abflachung der Böschungen kann beim An-treffen von aufgeweichten bzw. aufgelockerten BodenverhÄltnissen erforderlich wer-den. Im Zweifelsfall ist der Gutachter zu konsultieren.

Wegen der Feuchte- und Frostempfindlichkeit der örtlich vorkommenden leicht- und mittelplastischen Böden sind die Erdarbeiten der Witterung anzupassen und bei feuch-ter Witterung ggf. zu unterbrechen. Langfristige Böschungen sind abzudecken.

**Wasserhaltung**

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit von Teilen der anstehenden Böden und nicht zuletzt wegen des angebohrten Grundwassers in Tiefen von 1,8 – 2,7 m (etwa 426,9 – 429,8 mNHN) ist in der Baugrube je nach Jahreszeit mit einem Einstau von Oberflächenwasser und ggf. einem Zustrom von Grundwasser zu rechnen. Im Südosten liegt das Gründungsniveau nur rd. 10 cm oberhalb des im Januar 2024 angebohrten Grundwassers (vgl. BS 4).

Für den Bauzustand sollte die Möglichkeit bestehen, eine offene Wasserhaltung mit Dränung der Baugrube einzurichten. Die Sohlflächen sollten dafür mit Quergefälle angelegt und an den Rändern Drängräben eingerichtet werden, die das gesammelte Wasser einem oder mehreren Pumpensümpfen zuführen.

Um einen ggf. auftretenden Grundwasserzustrom dauerhaft zu vermeiden, ist eine Grundwasserabsenkung notwendig. Sollte dies nicht möglich sein, besteht noch die Möglichkeit z.B. einen wasserdichten Verbau (z.B. Spundwandkasten) einzurichten. Grundsätzlich sollten die Arbeiten bei niedrigen Grundwasserständen erfolgen.

Für den Endzustand sollten auf der Sohle des Bodenpolsters Dränagen verlegt werden, die im Längs- und Quergefälle das Bodenpolster dränieren und das Schichtwasser z.B. in den Trimmbach abschlagen. Diese Dränage sollte auch über den Bauzustand hinaus betrieben werden.

**Einbau Bodenpolster**

Die nach dem Bodenabtrag angelegten Aushubsohle ist für den Einbau des Bodenpolsters bei trockener Witterung, d.h. niedrigen Bodenwassergehalten in ca. 2 – 3 Übergängen mit geeignetem Verdichtungsgerät nachzuverdichten. Sofern in der Aushubsohle aufgeweichte, setzungsempfindliche oder organische Böden oder sonstige nicht tragfähige Bodenanteile vorkommen, sind diese durch Bodenaustausch zu ersetzen. Dies ist im Zuge der Sohlabnahme festzulegen.

Bei stärker aufgeweichten Bodenverhältnissen in der Gründungssohle ist eine Sohlstabilisierung erforderlich. Dies kann durch das Einwalzen einer Basisschüttung aus Grobschotter z.B. der Körnung 50/150 in einer Dicke von ca. 0,2 – 0,4 m erfolgen. Der genaue Umfang ist nach den örtlichen Gegebenheiten festzulegen. Die erste Lage Grobschotter (Krotzenlage) ist ausschließlich statisch zu verdichten (keine Vibration). Verbleibende Hohlräume sind anschließend mit einem Mineralkorngemisch feinerer Körnung (0/16 o.ä.) zu verfüllen. Die Unterbauverbesserung kann auf die Gesamtdicke des Bodenpolsters angerechnet werden.

Anschließend ist das mind. 0,5 m starke Bodenpolster aus z.B. einem Mineralkorngemisch der Lieferkörnung 0/32 oder 0/45 einzubauen. Der Einbau hat lagenweise und auf mind. 98 % der einfachen Proctordichte zu erfolgen, wobei ein seitlicher Überstand zu den Fundamentaußenkanten vorzusehen ist, der einem Druckausbreitungskegel von 45° entspricht. Die Dicke der Schüttlagen richtet sich nach dem verwendeten Verdichtungsgerät.

Das Bodenpolster ist nach Beendigung des Einbaus auf seine ausreichende Lagerungsdichte z.B. durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 zu überprüfen

( $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  bei  $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ ). Ersatzweise können auch dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB durchgeführt werden. Dann ist ein Messwert von  $E_{vd} \geq 40 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Sofern Recycling-Material verwendet werden soll, hat dieses den Qualitätsanforderungen der TL SoB-StB 20 zu genügen. Dies ist z.B. durch einen Nachweis des Lieferwerkes zu bestätigen.

Die Gründungsarbeiten sind zügig durchzuführen. Ein nachträgliches Aufweichen oder Auffrieren der Gründungssohle ist zu vermeiden.

### **Wiedereinbau der Böden**

Der Oberboden ist abzuschieben. Die vorkommenden feinkörnigen Böden der Auffüllungen und des Hanglehms sind als leicht- bis mittelplastische Böden einzustufen und zum verdichteten Wiedereinbau nicht zu empfehlen. Sie können bei trockenen Witterungsverhältnissen zur Geländeprofilierung im Grünbereich verwendet werden. Auch der Hangschutt ist aufgrund des festgestellten Feinkornanteils von rd. 35 % nur bedingt zum Wiedereinbau geeignet. Die Verdichtbarkeit der zum Wiedereinbau vorgesehenen Böden kann durch weitere bodenmechanische Laborversuche geprüft werden.

Die für den Wiedereinbau vorgesehenen Böden sind fachgerecht auf Mieten bereitzustellen. Deren Oberflächen sind eben anzulegen und mit der Baggerschaufel anzudrücken, so dass ein Aufweichen durch Oberflächenwassereinstau möglichst vermieden wird. Evtl. vorkommende organische Böden sind von einer Wiederverwendung auszuschließen.

Soweit später zu überbauende Arbeitsräume zu verfüllen sind, wird die Verwendung von verdichtungsfähigem Fremdmaterial empfohlen, das weniger als 10 % Feinkorn ( $\varnothing < 0,063 \text{ mm}$ ) und weder Blöcke noch Steine über 150 mm enthält. Sofern Recycling-Material verwendet werden soll, hat dieses den Qualitätsanforderungen der TL SoB-StB 20 zu genügen. Dies ist z.B. durch einen Nachweis des Lieferwerkes zu bestätigen. Allgemein ist darauf zu achten, dass die verwendeten Böden nicht zu feucht sind.

### **Aufbau von Flächenbefestigungen**

Für den Aufbau der Gehwege ist zunächst das Erdplanum nachzuverdichten. Bei stärker aufgeweichten Bodenverhältnissen ist die Gründungssohle durch den Einbau und das statische Einwalzen einer Grobsteinlage z.B. der Körnung 50/150 o.ä. zu stabilisieren.

Zumindest für die von Pkw und Bussen befahrenen Flächen empfehlen wir hinsichtlich eines ausreichenden Frostschutzes und einer ausreichenden Tragfähigkeit einen Aufbau nach RStO 12. Demnach ist je nach Belastung mind. die Belastungsklasse Bk 1,8 vorzusehen. Liegt die Verkehrsbelastung bei weniger als 15 Bussen am Tag kann auch eine niedrigere Belastungsklasse gewählt werden. Für die Frostschutzschicht ist frostsicheres, qualifiziertes, kornabgestuftes Bodenmaterial z.B. der Lieferkörnung 0/32, 0/45 oder 0/56 zu verwenden und in entsprechender Stärke einzubauen und zu

verdichten. Die Anforderungen an die Verdichtung haben sich in Abhängigkeit der gewählten Belastungsklasse und des gewählten Aufbaus nach den ZTV SoB-StB 20 zu richten.

### **Abdichtung, Dränung**

Wegen der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Böden, der Lage zum Trimbach sowie des angebohrten Grundwassers besteht die Möglichkeit eines zumindest zeitweisen Einstaus von Schicht- oder Grundwasser bis zur Geländeoberkante. Es wird daher empfohlen, die erdberührten Außenwände nach DIN 18533-1 W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser, Situation 2) abzudichten. Voraussetzung ist, dass die unterste Abdichtungsebene des Gebäudes weniger als 3 m unter dem Bemessungswasserstand liegt, welcher im vorliegenden Fall auf Geländeoberkante gesetzt wird. Unter Berücksichtigung der uns vorliegenden Planunterlagen und des darin verzeichneten geplanten Geländeverlaufs ist dies gegeben. Sollten sich Änderungen in der Tiefenlage des Gebäudes ergeben, sind die Angaben anzupassen.

Auf die Anordnung einer kapillarbrechenden Schicht (ca. 10 cm Filterkies 4/16 o.ä.) unter der Bodenplatte und / oder Horizontalsperre z.B. mit PE-Folie  $\geq 2$  mm auf oder unter der der Bodenplatte gegen aufsteigende Bodenfeuchte wird hingewiesen.

### **Leitungen, Kanalleitungen**

Leitungen sind entsprechend den Vorgaben der DIN EN 1610 zu verlegen. Die anstehenden Böden sind zur direkten Rohrauf Lagerung nicht geeignet. In den vorkommenden Böden ist eine Rohrauf Lagerung auf z.B. einem Sand- bzw. Kiesbett vorzusehen.

Für Anschlüsse von Kanal- und Wasserleitungen und sonstigen Installationen werden Vorrichtungen zur Kompensation von Setzungen empfohlen. Ohne Dränung sind die unterirdischen Rohrdurchführungen druckwasserdicht auszubilden. Es wird die Verwendung von weniger setzungsempfindlichen Kunststoffrohren empfohlen.

### **Weitere Hinweise**

Bei allen Löse- und Verdichtungsarbeiten und sonstigen Bauarbeiten ist entsprechend der DIN 4150 auf evtl. dynamische Rückwirkungen bei ggf. angrenzenden Gebäuden zu achten. Es wird empfohlen Verdichtungsgeräte mit regelbarer Schwingungserzeugung einzusetzen.

## **8 Schlussbemerkungen**

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung beruhen auf punktuellen Aufschlüssen. Wechselhaftigkeiten im Bodenzustand und der Bodenzusammensetzung zwischen den Aufschlusspunkten sind möglich. Eine endgültige Zuordnung für die Homogenbereiche kann nur der großräumige Aufschluss der Baugrube bieten.

Die Recherche und Untersuchung von archäologischen Funden, Bergschadensrisiken aus evtl. Altbergbau, sowie die Anfrage beim Kampfmittelräumdienst nach Hinweisen

auf kampfmittelrelevante Objektlagen war nicht Gegenstand der Baugrunduntersuchung. Der Auftraggeber wird gebeten, sich hierüber selbst kundig zu machen.

Falls im Zuge der Erdarbeiten ein von den Ausführungen des Berichtes abweichender Bodenaufbau angetroffen wird, ist der Gutachter zu verständigen. Sollten sich bei den weiteren Planungen oder der Bauausführung Fragen in bodenmechanischer oder gründungstechnischer Art ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.


Den ausgesprochenen Empfehlungen liegen die im Kapitel 1.1 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen ist Rücksprache mit dem Gutachter erforderlich.

Zur Abnahme der Gründungssohlen ist der Gutachter zu benachrichtigen.

Bearbeiter: M.Sc. Christian Freundt

Simmern / Hunsrück, den 19.02.2024

**GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH**

  
Dipl.-Geol. Max Wiederspahn

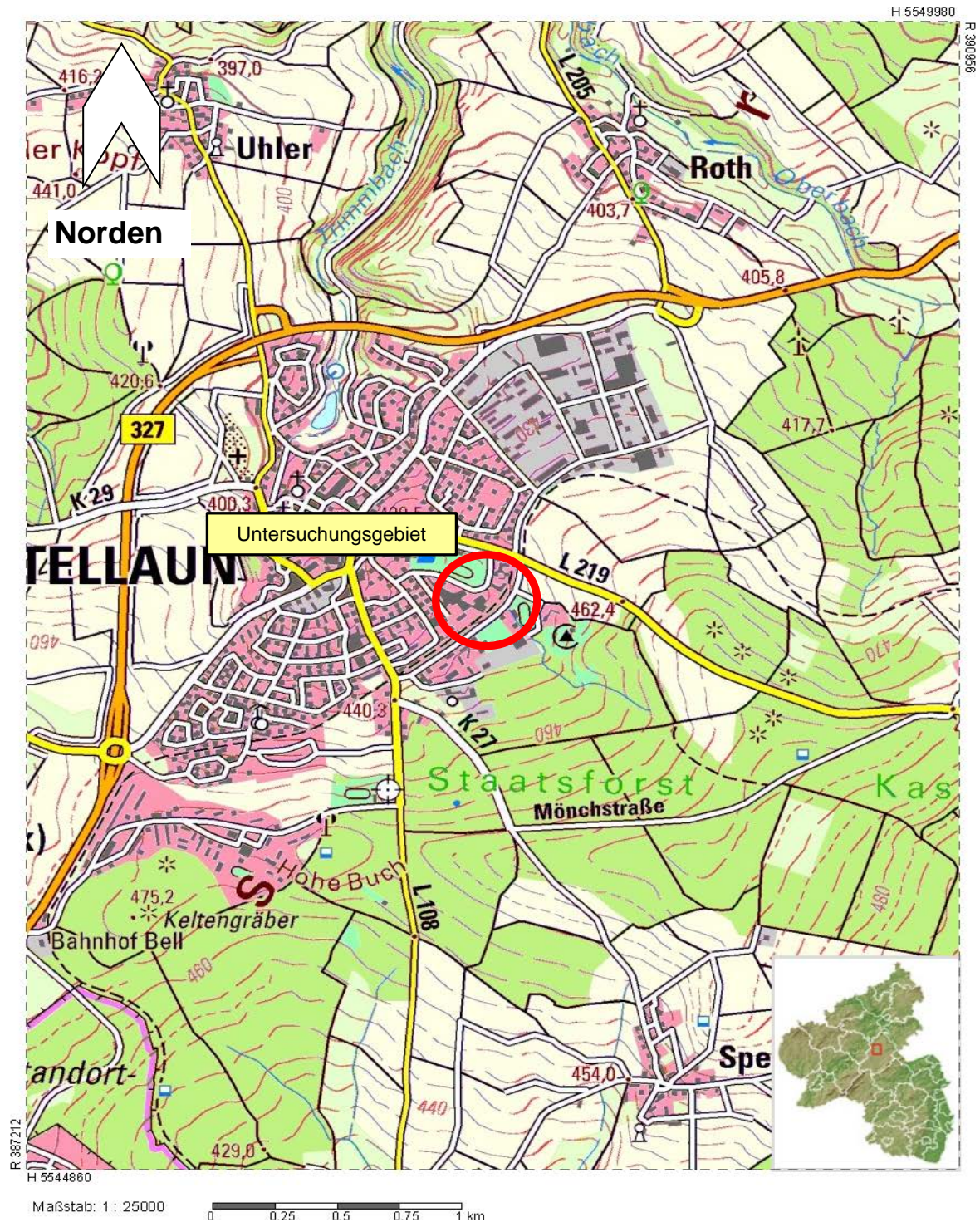
  
i.A.  
M.Sc. Christian Freundt

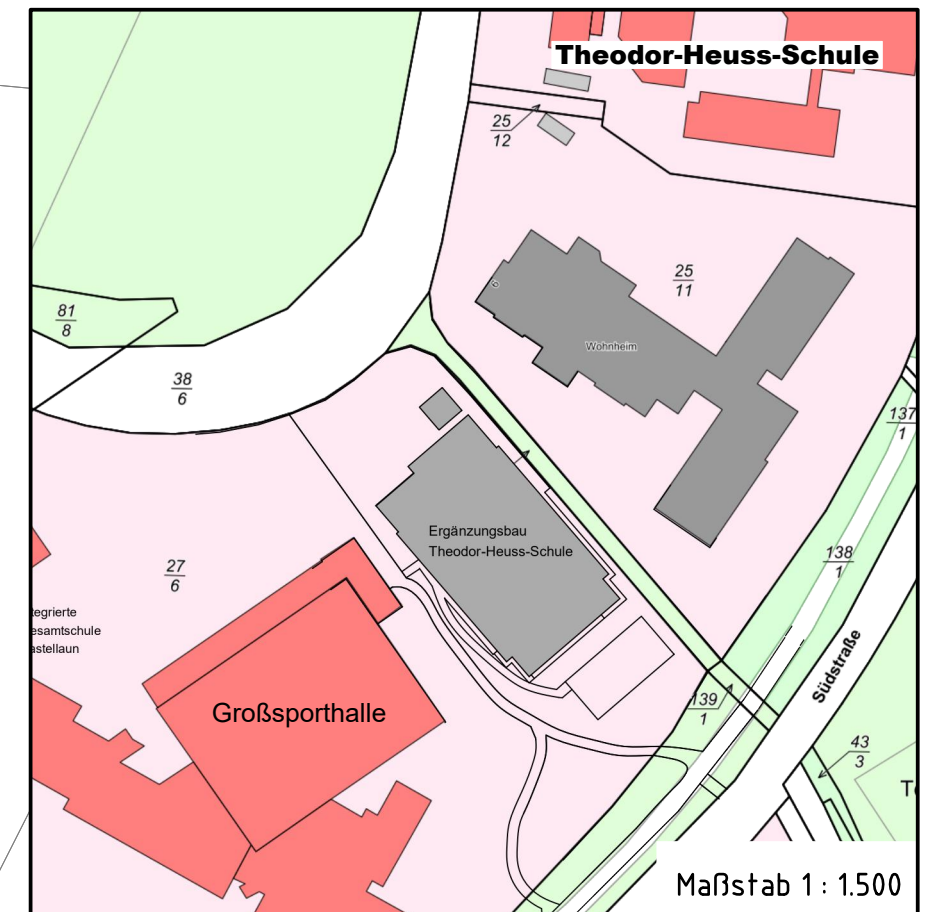
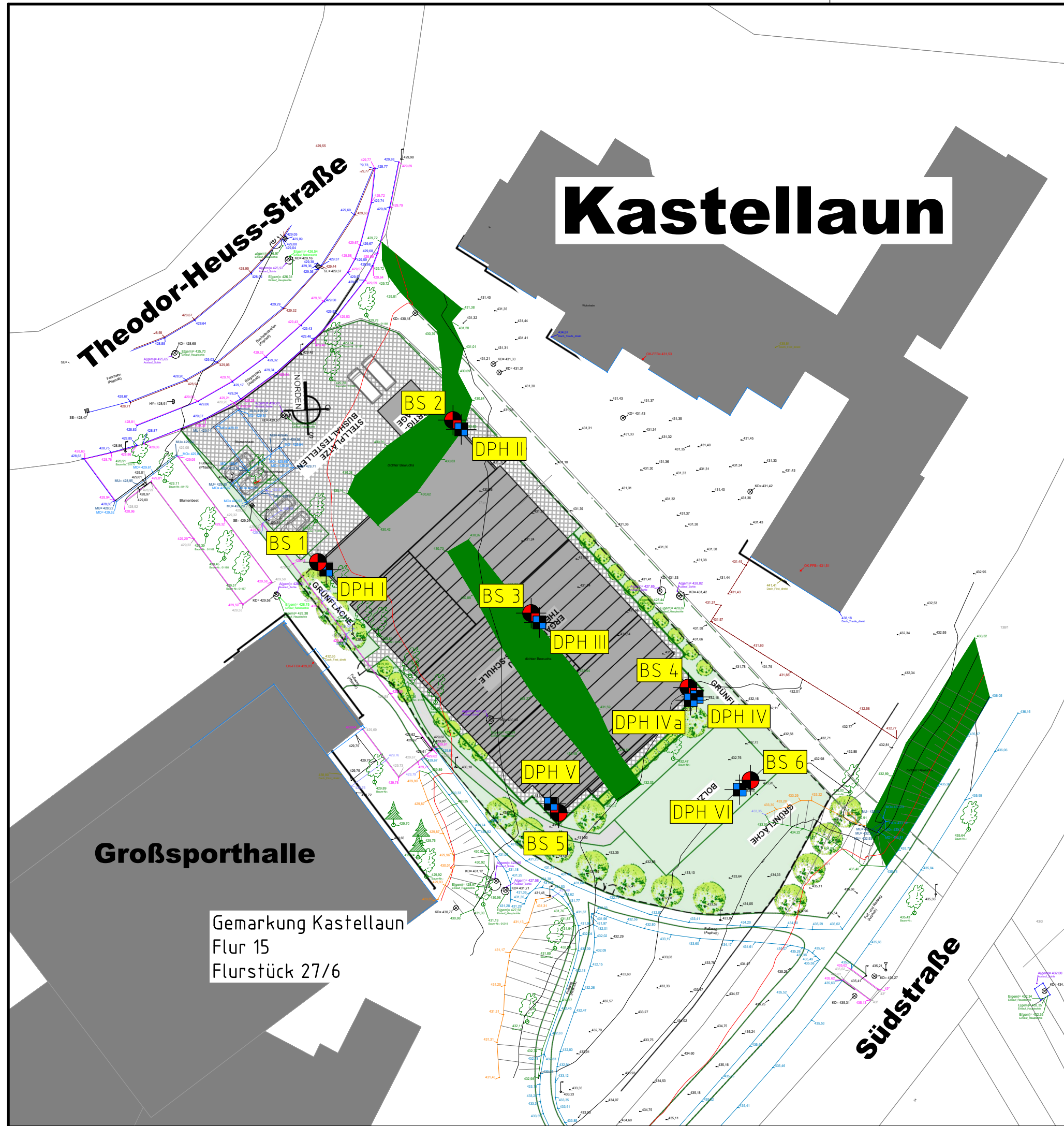
**Projekt:** Ergänzungsneubau Theodor-Heuss-Schule in der Stadt

**Zeichnung:** Übersichtskarte, Maßstab 1 : 25.000

**Projekt:** 23129-1

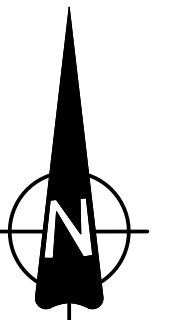
**Plangrundlage:** Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz





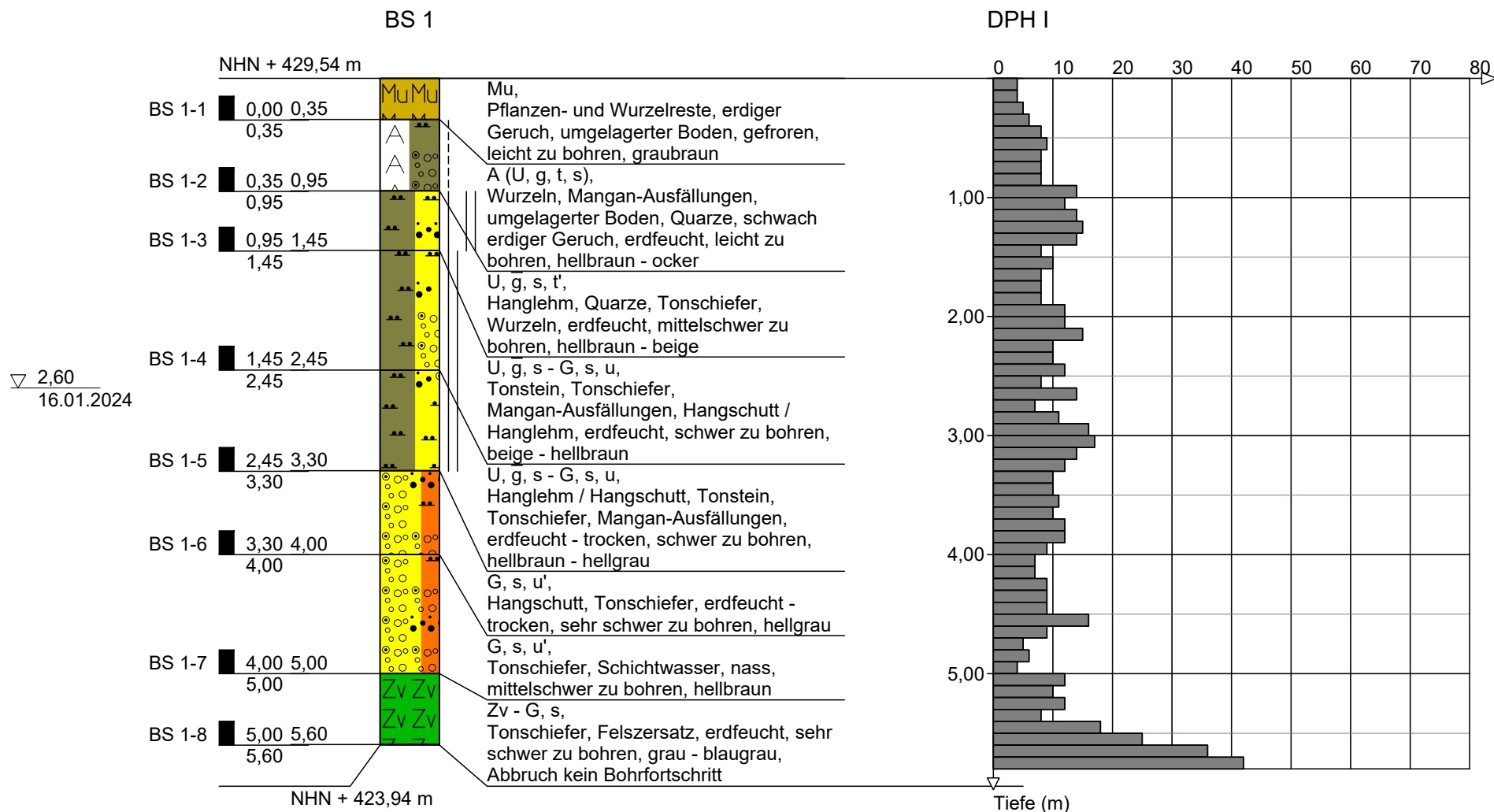
## Legende :

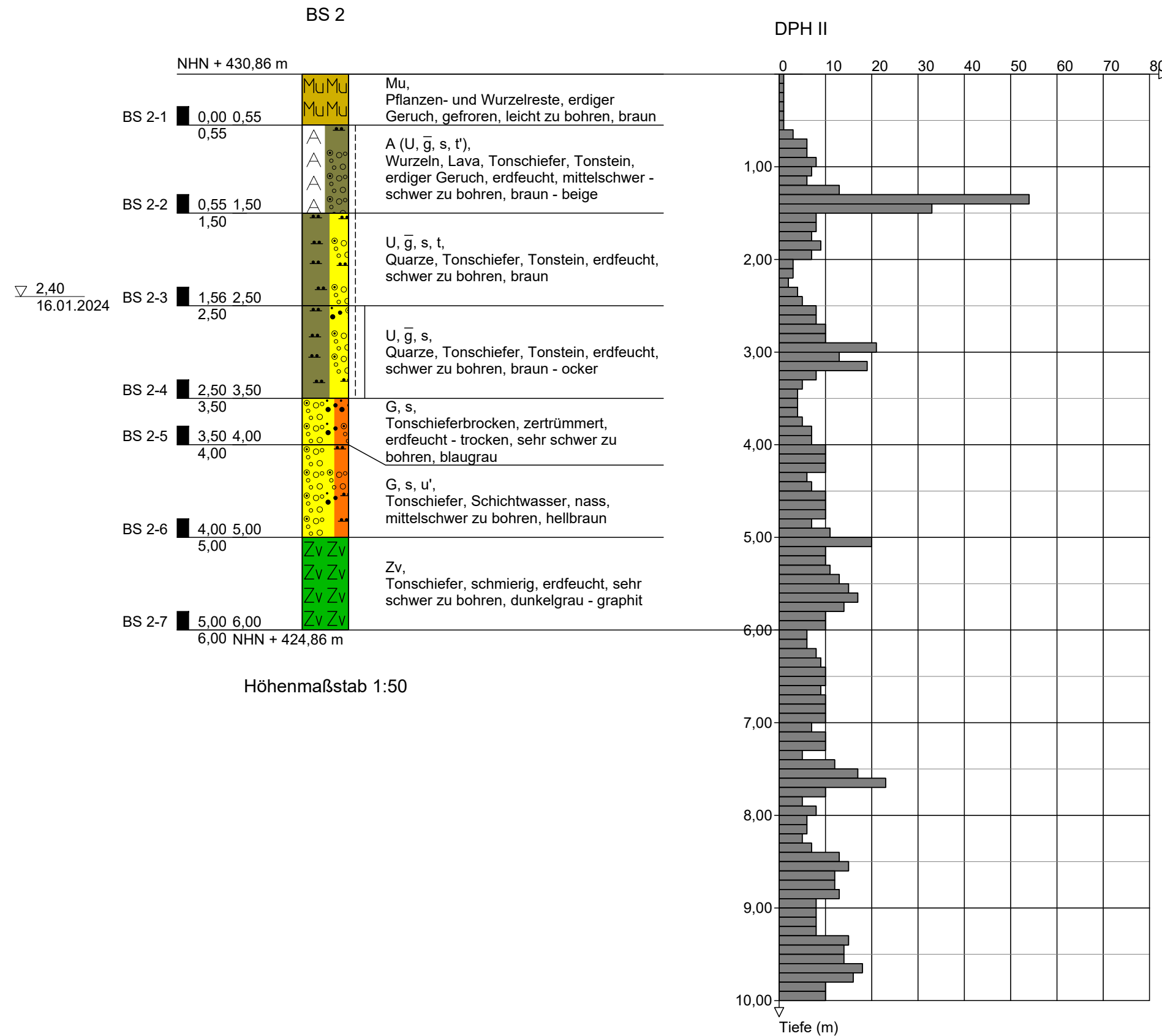
- Kleinrammbohrung
- Schwere Rammsondierung
- Grundstücksgrenze



Plangrundlage: Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück, 55469 Simmern  
per E-Mail erhalten am 07.09. und 16.10.2023

INDEX	ART DER ÄNDERUNG	DATUM	NAME
Projekt: <b>Ergänzungsneubau Theodor-Heuss-Schule in der Stadt Kastellaun</b>			
GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH 55469 Simmern # Karl-Wagner-Straße 9 # Tel. 06761 / 91 52-0			
Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück Ludwigstraße 3-5 55469 Simmern		Baugrunduntersuchung	Maßstab: 1 : 500
Planbezeichnung: <b>Lageplan</b>		Bearb. : Fr.	Datum : 19.02.2024
		Gez. : Ru./KK	Pr. Nr. : 23129-1
		Gepr. : Wie.	Anl. Nr. : 2
Der Bauherr:		Aufgestellt: Simmern, den 19.02.2024	







Karl-Wagner-Straße 9  
55469 Simmern  
Tel.: 06761 / 9152-0  
Fax: 06761 / 9152-20  
info@umwelt-geotechnik.de

# Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN EN ISO 22475-1 und Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

Anlage 3.3

Projekt: Ergänzungsneubau Theodor-Heuss-Schule in der  
Stadt Kastellaun

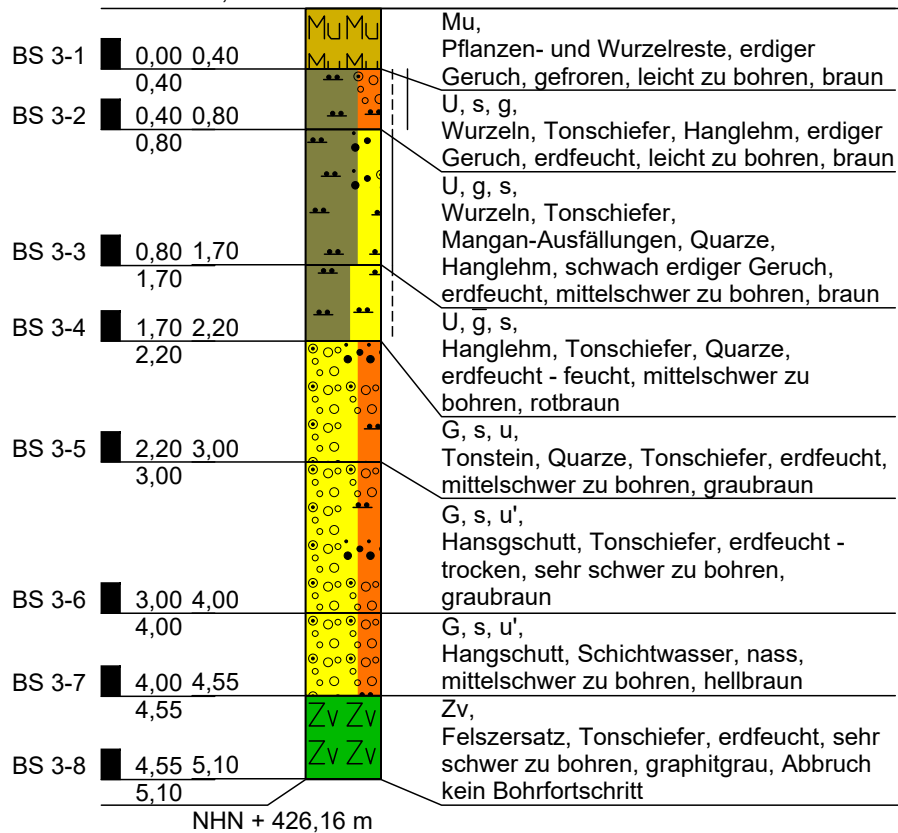
Auftraggeber: Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück

Bearb.: Mü. / Ru.

Datum: 12+16.01.2024

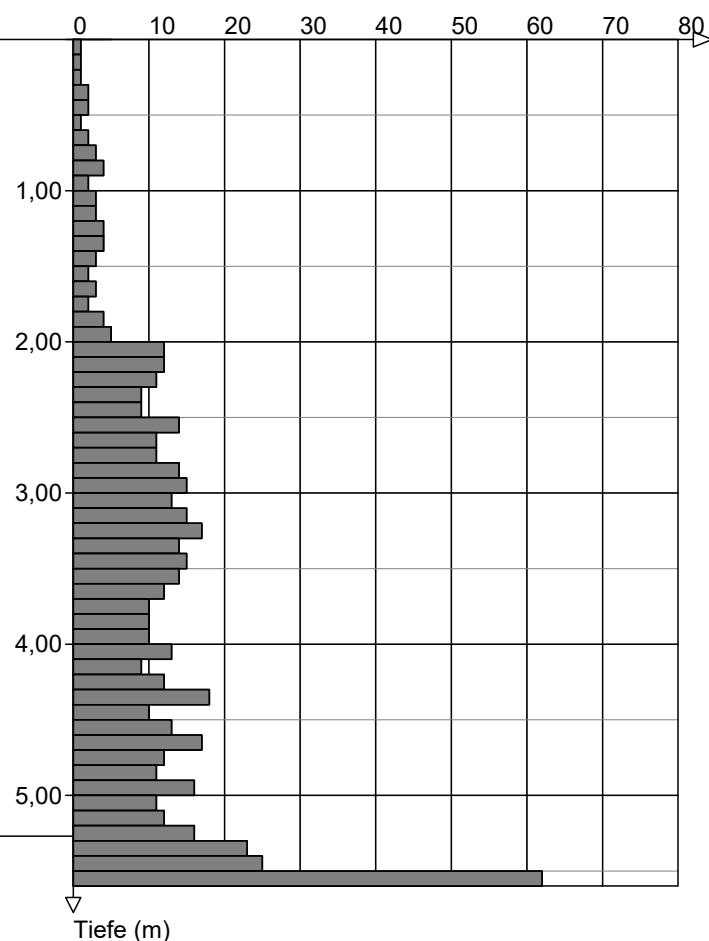
## BS 3

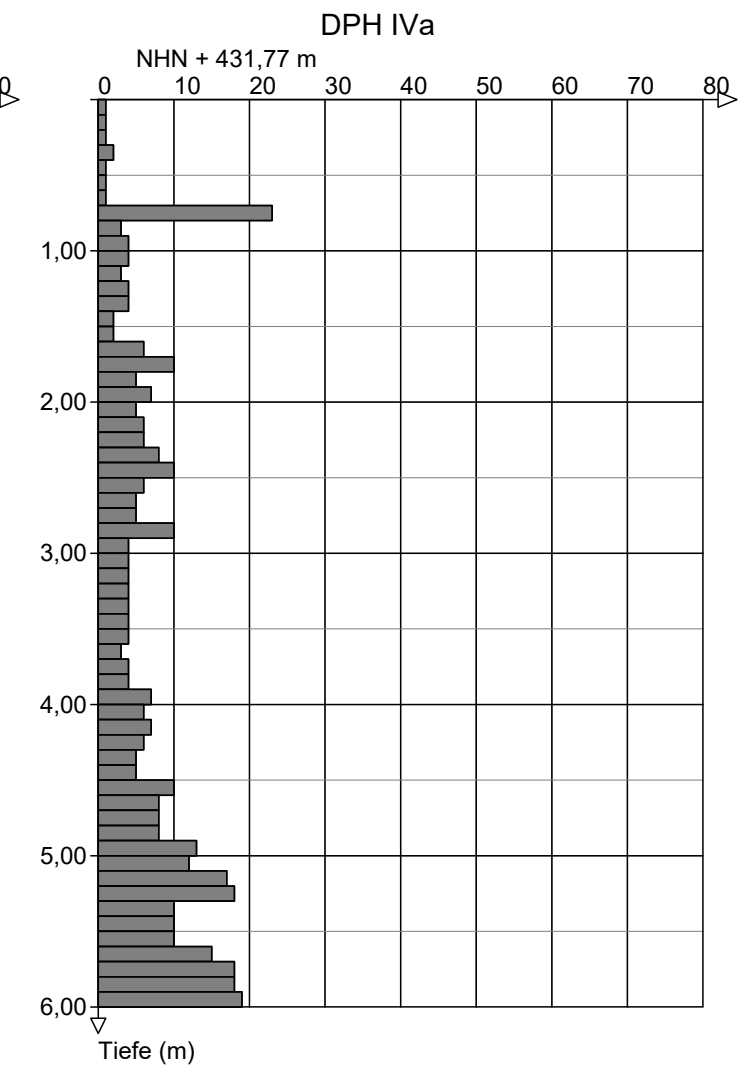
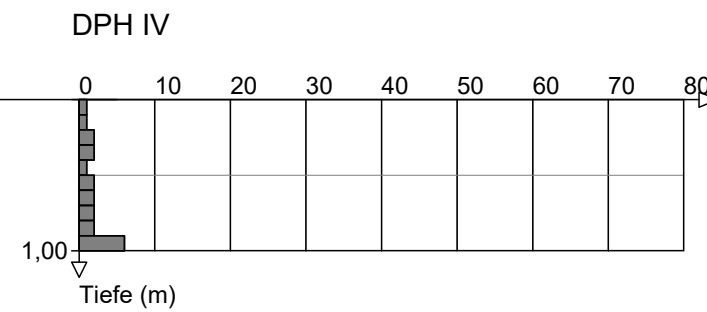
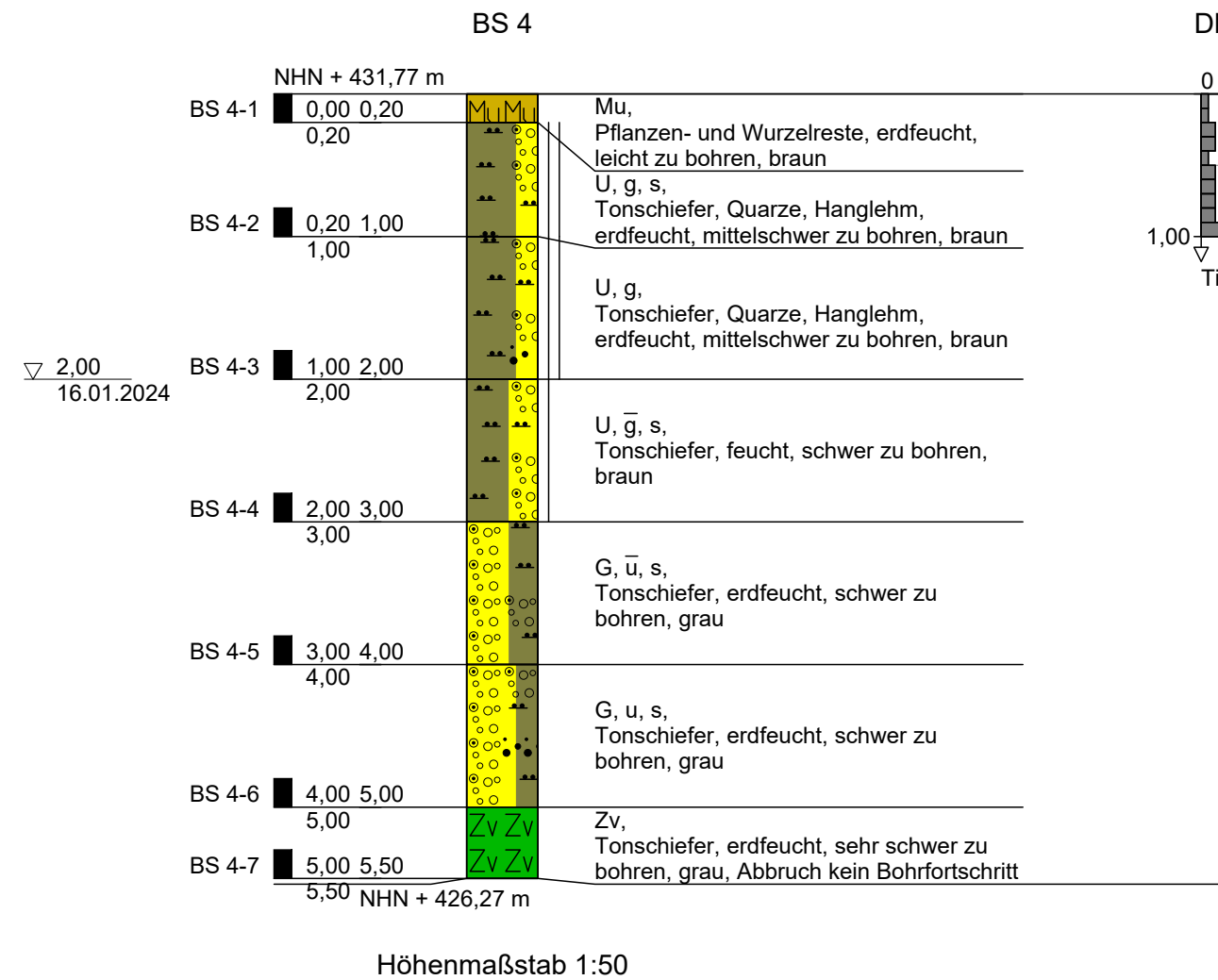
NHN + 431,26 m

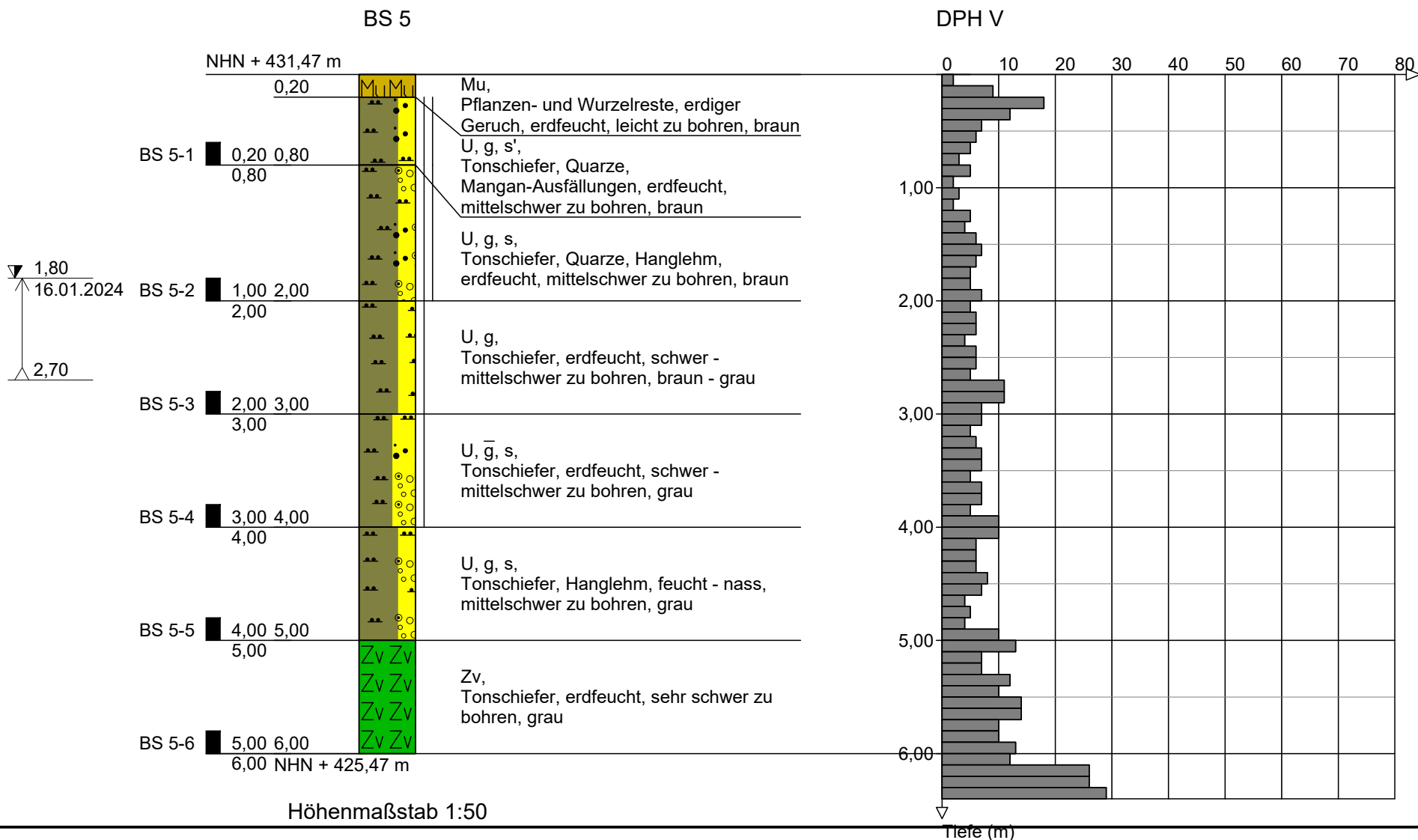


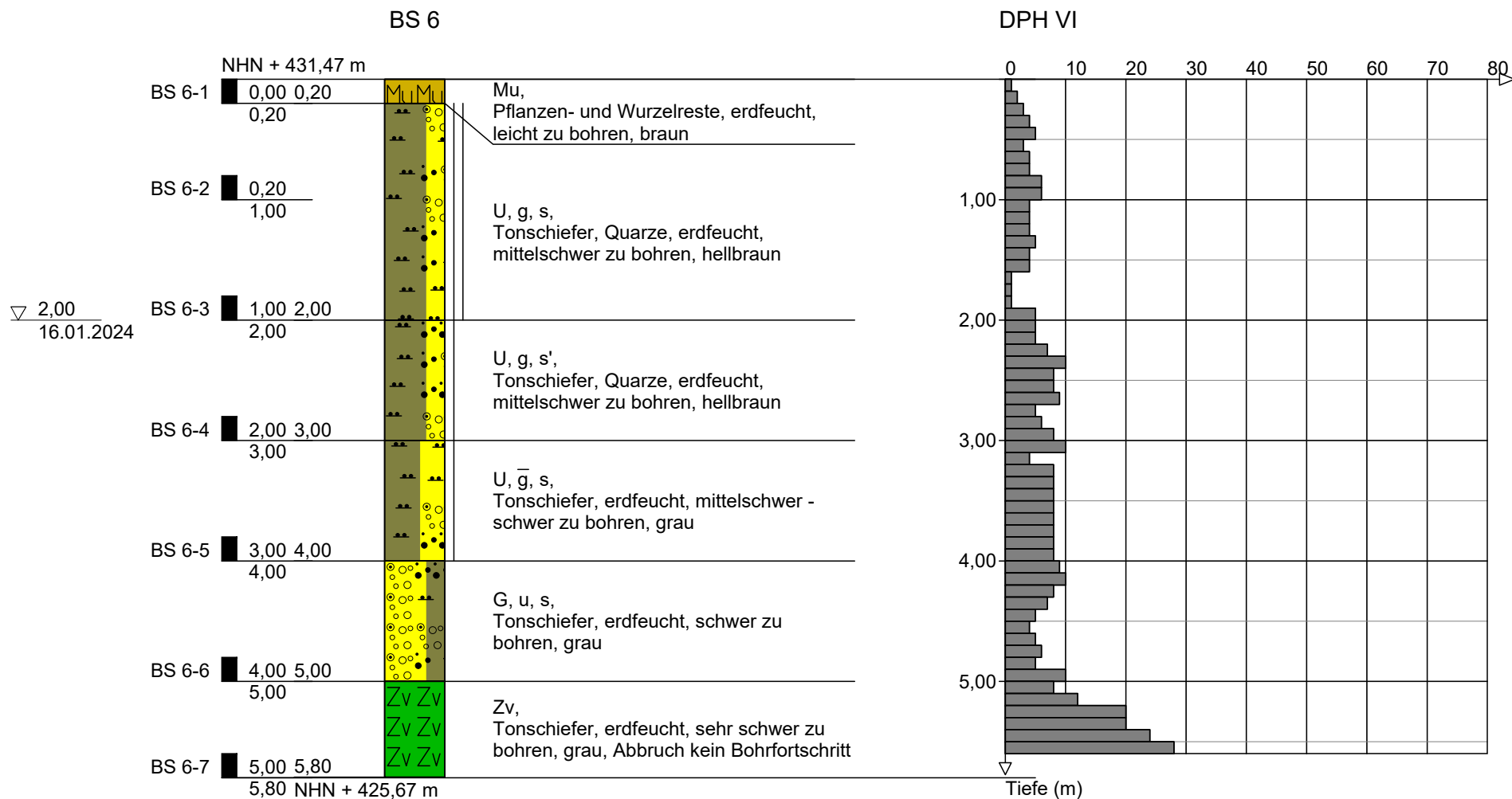
Höhenmaßstab 1:50

## DPH III









Höhenmaßstab 1:50

### Boden- und Felsarten



Ton, T, tonig, t



Sand, S, sandig, s



Kies, G, kiesig, g



Auffüllung, A



Schluff, U, schluffig, u



Mutterboden, Mu



Fels, verwittert, Zv

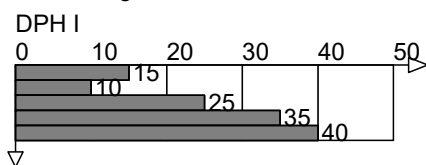
### Korngrößenbereich

f - fein  
m - mittel  
g - grob

### Nebenanteile

' - schwach (<15%)  
- stark (30-40%)

### Rammdiagramm



### Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Grundwasser

▽ 1,00  
19.01.2024 Grundwasser am 19.01.2024 in 1,00 m  
unter Gelände angebohrt

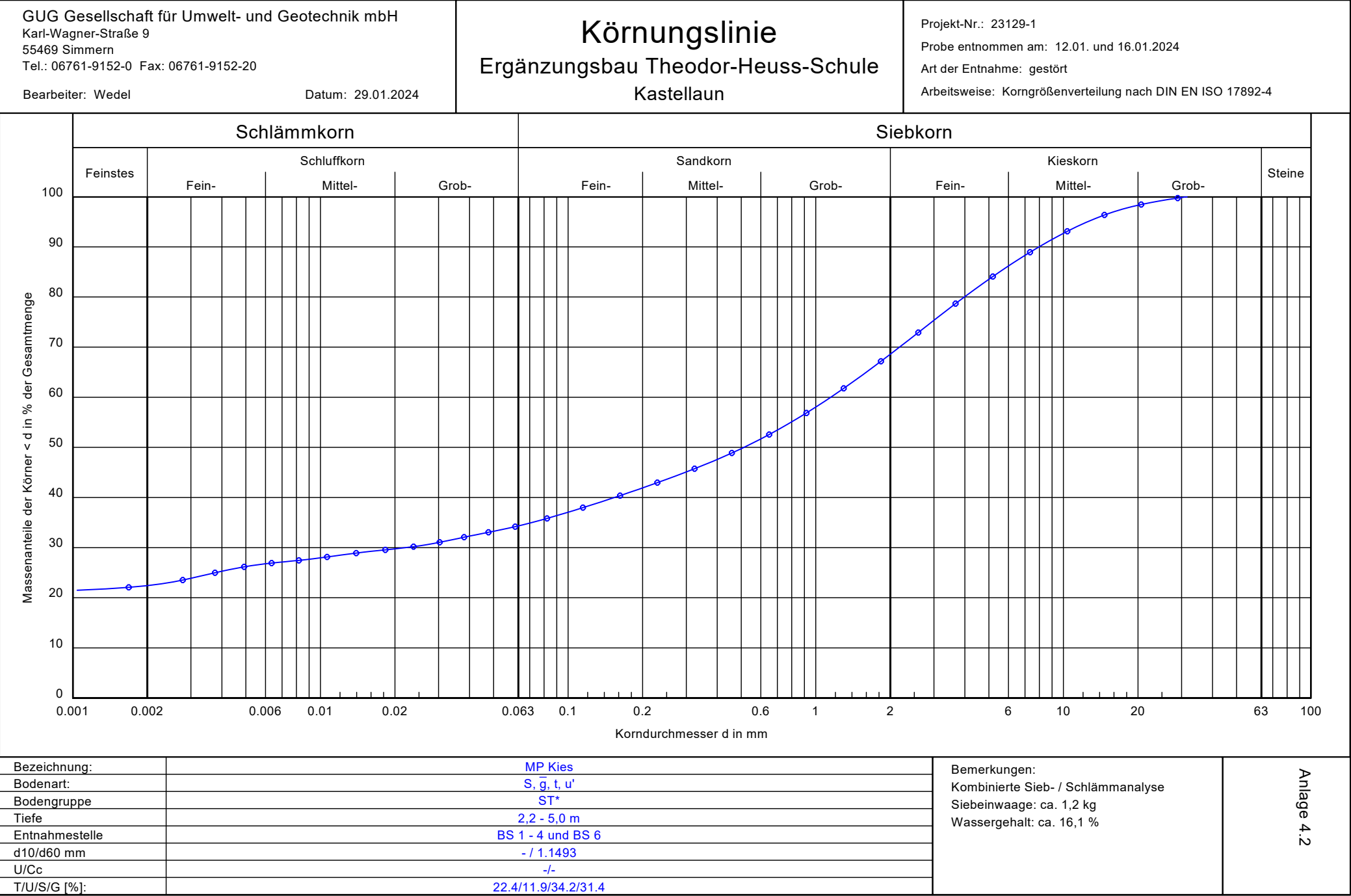
▽ 1,00  
19.01.2024 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände  
angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m  
unter Gelände am 19.01.2024

▽ 1,00  
19.01.2024 Grundwasser nach Beendigung der  
Bohrarbeiten am 19.01.2024

▽ 1,00  
19.01.2024 Ruhewasserstand in einem ausgebauten  
Bohrloch

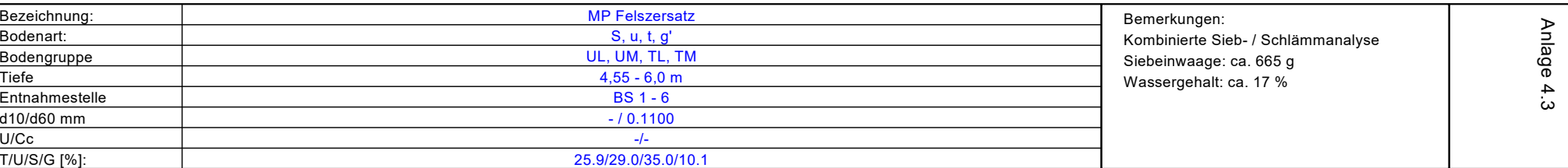
1,00  
19.01.2024 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände





Datum: 29.01.2024

## Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



### Anlage 4.3

## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

## Ergänzungsbau Theodor-Heuss-Schule

Kastellaun

Bearbeiter: Wedel

Datum: 31.01.2024

Projekt-Nr.: 23129-1

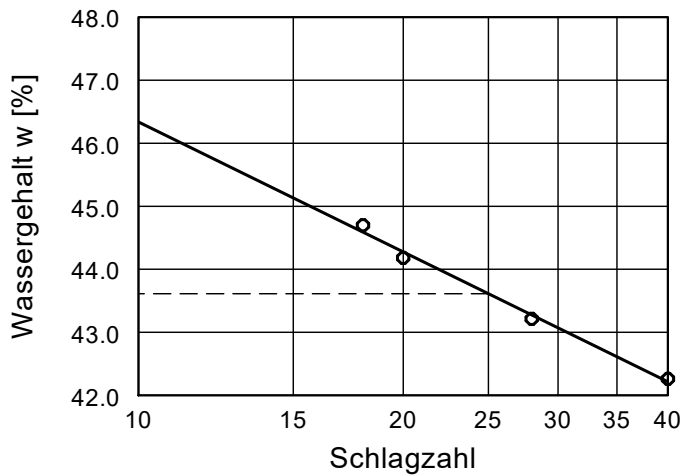
Probenbezeichnung: MP Lehm 1

Entnahmestelle: BS 1 - BS 5

Tiefe: 0,2 - 3,0 m

Art der Entnahme: gestört

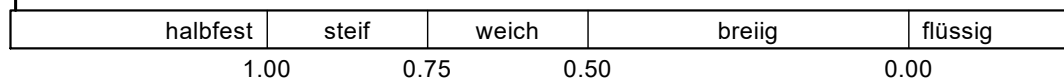
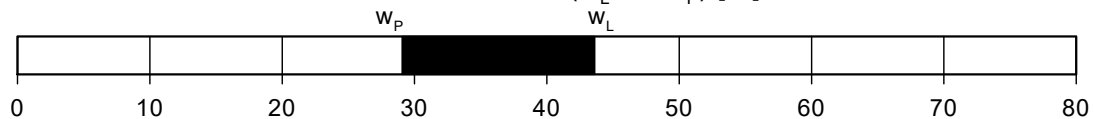
Probe entnommen am: 12.01. und 16.01.2024



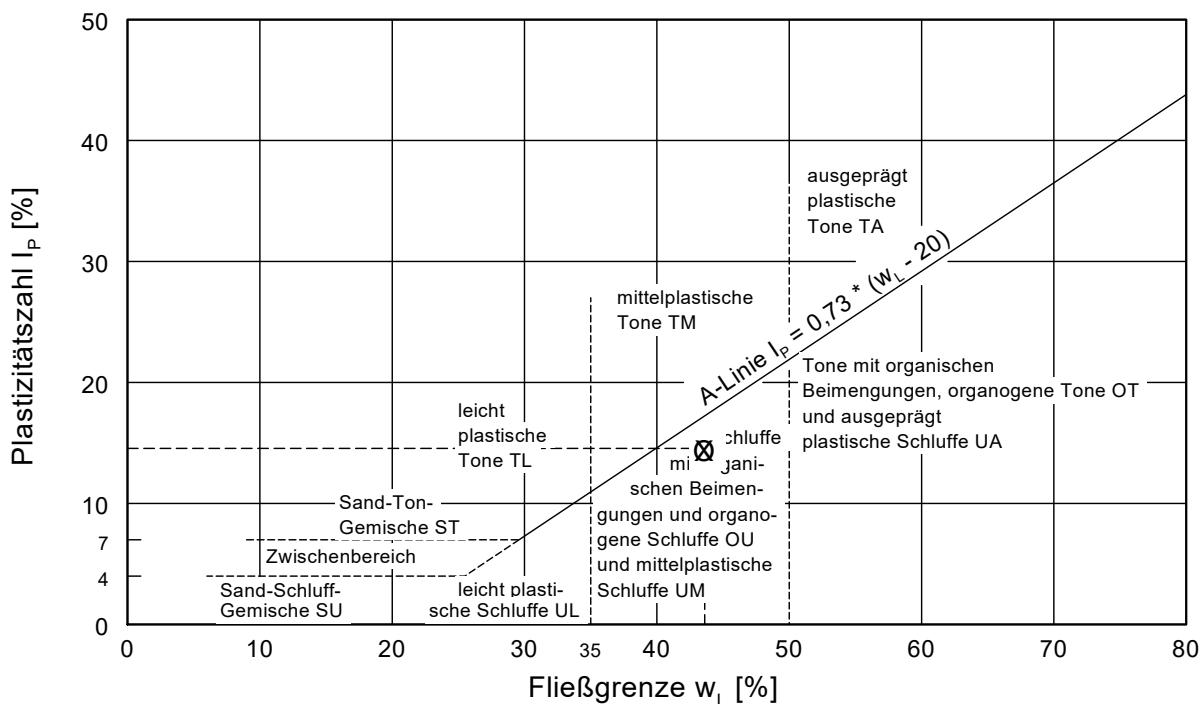
Wassergehalt  $w = 20.0 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 43.6 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 29.1 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 14.5 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 1.39$   
 Anteil Überkorn  $\ddot{u} = 34.5 \%$   
 Wassergeh. Überk.  $w_{\ddot{u}} = 13.7 \%$   
 Korr. Wassergehalt  $= 23.4 \%$

 $I_c = 1.39$ 

Zustandsform

Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]

## Plastizitätsdiagramm



## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

## Ergänzungsbau Theodor-Heuss-Schule

Kastellaun

Bearbeiter: Wedel

Datum: 31.01.2024

Projekt-Nr.: 23129-1

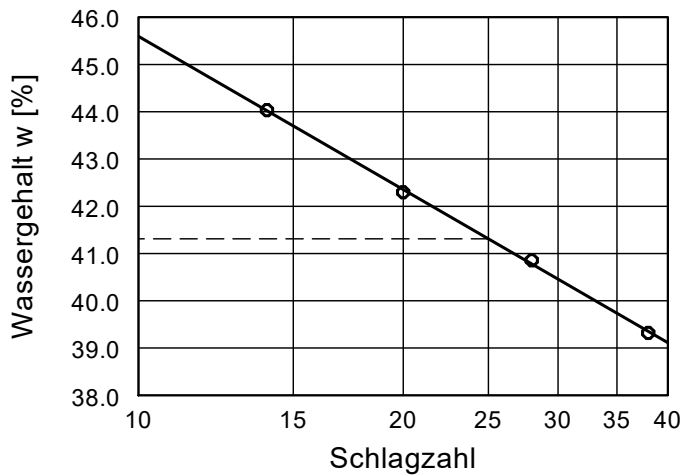
Probenbezeichnung: MP Lehm 2

Entnahmestelle: BS 6-2 - BS 6-5

Tiefe: 0,2 - 4,0 m

Art der Entnahme: gestört

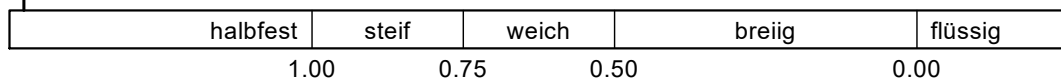
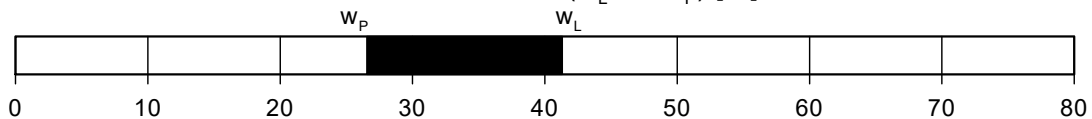
Probe entnommen am: 12.01.2024



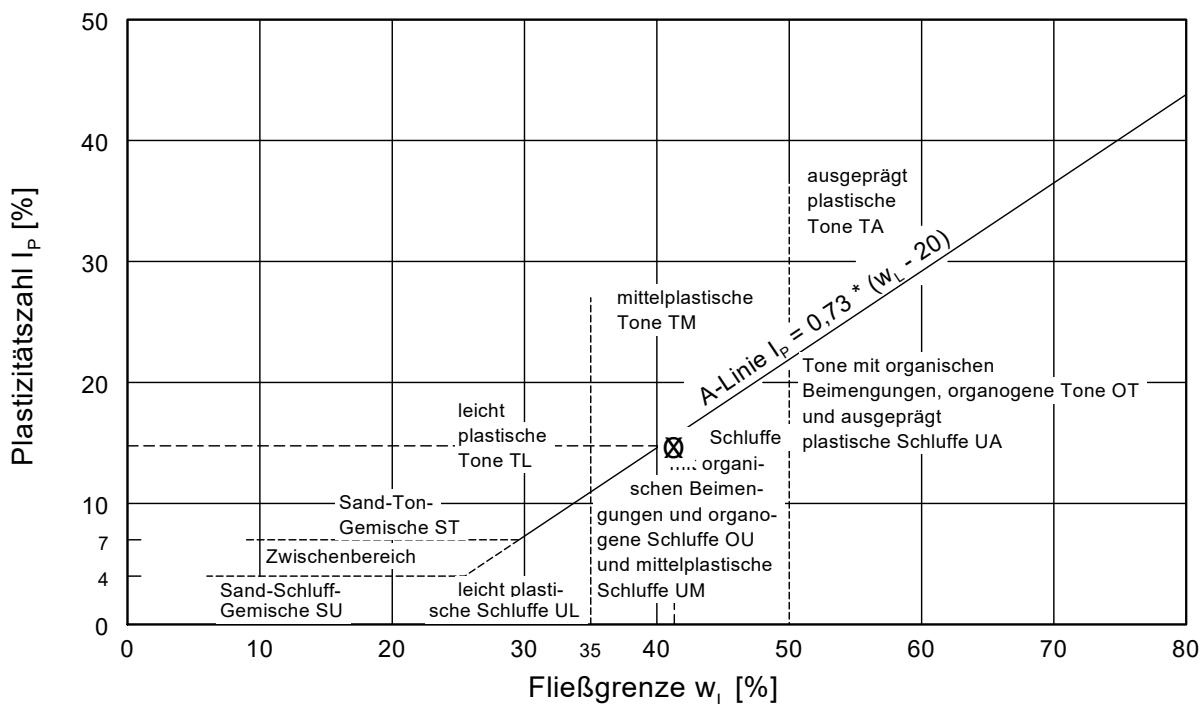
Wassergehalt  $w = 17.0 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 41.3 \%$   
Ausrollgrenze  $w_p = 26.5 \%$   
Plastizitätszahl  $I_p = 14.8 \%$   
Konsistenzzahl  $I_c = 1.48$   
Anteil Überkorn  $\ddot{u} = 26.2 \%$   
Wassergeh. Überk.  $w_{\ddot{u}} = 9.9 \%$   
Korr. Wassergehalt  $= 19.5 \%$

 $I_c = 1.48$ 

Zustandsform

Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]

## Plastizitätsdiagramm



GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH

Karl-Wagner-Straße 9  
55469 Simmern

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>706/8708</b>	<b>Datum:</b>	<b>23.01.2024</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## Allgemeine Angaben

Auftraggeber : GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH  
 Projekt : Ergänzungsneubau Theodor-Heuss-Schule in Kastellaun  
 Projekt-Nr. : 23129-1  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 16.01.2024 Probeneingang : 18.01.2024  
 Originalbezeich. : MP 1  
 Probenbezeich. : 706/8708  
 Untersuchungszeitraum : 18.01.2024 – 23.01.2024

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,3	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	100	-	-	-	-	-	-	Siebung

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0\*/BM-F)

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	3,9	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,43	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,40							DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,03							DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	17	20	20	40	40	40	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	40	70	140	140	140	140	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,57	1	1	2	2	2	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	62	60	120	120	120	120	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	36	40	80	80	80	80	320	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	92	50	100	100	100	100	350	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	143	150	300	300	300	300	1200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

Anlage 5.1.1

## 2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

## 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[ - ]	7,36			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	233		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	7		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,05		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	150	160	840	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	29	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN EN 15308 :2016-12
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,01			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	0,008								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,027								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005								
Acenaphthen	[µg/l]	0,02								
Fluoren	[µg/l]	0,024								
Phenanthren	[µg/l]	0,024								
Anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Fluoranthren	[µg/l]	0,006								
Pyren	[µg/l]	0,011								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Chrysen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,085			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 23.01.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH

Karl-Wagner-Straße 9  
55469 Simmern

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>706/8709</b>	<b>Datum:</b>	<b>23.01.2024</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
Projekt	: Ergänzungsneubau Theodor-Heuss-Schule in Kastellaun
Projekt-Nr.	: 23129-1
Entnahmestelle	: Art der Probenahme : PN98
Art der Probe	: Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 16.01.2024 Probeneingang : 18.01.2024
Originalbezeich.	: MP 2
Probenbezeich.	: 706/8709
Untersuchungszeitraum	: 18.01.2024 – 23.01.2024

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,4	-	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	100	-	-	-	-	-	-	Siebung

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0\*/BM-F)

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Glühverlust	[Masse %]	4,2	-	-	-	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,44	1	1	5	5	5	5	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,41							DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,03							DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	14	20	20	40	40	40	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	48	70	140	140	140	140	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,43	1	1	2	2	2	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	65	60	120	120	120	120	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	38	40	80	80	80	80	320	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	98	50	100	100	100	100	350	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	1	1	2	2	2	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	148	150	300	300	300	300	1200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

Anlage 5.2.1

## 2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1					DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		300	300	300	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		600	600	600	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 118	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01							
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01							
Σ PCB (7):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1					DIN EN 15308 :2016-12
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04							
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04							
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04							
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	3	6	6	6	9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

## 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat -Schütteleluat (BM-0/BM-F)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
Eluatherstellung – Schütteleluat [l:s]		2 : 1							DIN 19529 : 2015-12
pH-Wert	[ - ]	7,28			65–95	65–95	65–95	55-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	120		350	350	500	500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		8	12	20	85	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		23	35	90	250	470	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,1		2	3,0	3,0	10	15	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		10	15	150	290	530	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		20	30	110	170	320	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	10		20	30	30	150	280	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	0,07		0,1					DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 0,2		0,2					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	150	160	840	1600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Sulfat	[mg/l]	8	250	250	250	450	450	1000	EN ISO 10304 :2009-07

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0-L	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,002								
PCB 52	[µg/l]	< 0,002								
PCB 101	[µg/l]	< 0,002								
PCB 118	[µg/l]	< 0,002								
PCB 138	[µg/l]	< 0,002								
PCB 153	[µg/l]	< 0,002								
PCB 180	[µg/l]	< 0,002								
Σ PCB (7):	[µg/l]	n.n.			0,01					DIN EN 15308 :2016-12
1-Methylnaphthalin	[µg/l]	< 0,005			2					DIN 38 407 F 39 : 2011-09
2-Methylnaphthalin	[µg/l]	< 0,005								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Naphthalin	[µg/l]	0,008								DIN 38 407 F 39 : 2011-09
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005								
Acenaphthen	[µg/l]	0,009								
Fluoren	[µg/l]	0,012								
Phenanthren	[µg/l]	< 0,005								
Anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Fluoranthren	[µg/l]	0,008								
Pyren	[µg/l]	0,014								
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Chrysen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005								
Benzo(a,h,i)perylene	[µg/l]	< 0,005								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005								
Σ PAK (15):	[µg/l]	0,043			0,2	0,3	1,5	3,8	20	DIN 38 407 F 39 : 2011-09

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV Anl. 1, Tab3) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

BM-0-L = Grenzwerte BM-0 Lehm

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 23.01.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)