

Geotechnischer Bericht 69/24



Projekt: **Neubau E-Lade-Station**
In 04509 Wiedemar, Hans-Grade-Straße 1
Gemarkung Wiedemar, Flur 3, Flurstück 24/74

Leistung: **Geotechnischer Bericht (Baugrundgutachten):**
Baugrunderkundung
Baugrundbewertung
Gründungsberatung
Versickerungsfähigkeit

Auftraggeber: **INROS LACKNER SE**
Projektleiter Sönke Metzler
Im Schwenkrain 8
70376 Stuttgart

Auftragnehmer: **IGW – Dr. Rütz & Rütz GbR**
F.-Naumann-Str. 12
99423 Weimar

Anzahl der Textseiten: 25
Anzahl Anlagenblätter: 27

Inhaltsverzeichnis

1. Gegenstand der Untersuchungen, Standortbeschreibung, Veranlassung	5
2. Geologische und hydrologische Situation	5
3. Geotechnische Untersuchungen und deren Bewertung, Baugrundsituation.....	6
3.1 Zusammenstellung der geotechnischen Feld- und Laboruntersuchungen	6
3.2 Baugrundaufbau, Baugrundbeschreibung und Eigenschaften	8
3.3 Bewertung der Baugrundsituation	10
3.4 Bewertung der Grund-/Schichtwassersituation	12
3.5 Wasseraufnahmevermögen/Versickerungsfähigkeit des Baugrunds.....	12
3.6 Maßgebende Baugrundkennwerte nach EC 7	14
3.7 Chemische Laboruntersuchungen und deren Bewertung	15
4. Gründungsberatung mit geotechnischen Empfehlungen	17
4.1 Gründungsempfehlungen mit konstruktiven und statischen Hinweisen	17
4.2 Empfehlung zum Erdbau – Baugrube und Gründungsplanum	21
4.3 Empfehlungen für Wasserhaltung, Feuchtigkeitsschutz und Versickerung	23
5. Schlussbemerkungen	25

Anlagenverzeichnis

Anlagen 1 **Karten und Pläne**

Anlage 1.1	Auszug aus der topografischen Karte 4539-NW, M = 1:10.000 /2/ mit Flurstück
Anlage 1.2	Auszug aus der geologischen Karte 4539, M = 1:10.000 /3/ mit Flurstück
Anlage 1.3	Auszug aus dem Liegenschaftskataster, M ≈ 1:1.000 /4/ mit Flurstückangabe
Anlage 1.4	Lageplan, M = 1:500 /1/ mit Anordnung Baugrundaufschlüsse, Höhenbezug

Anlagen 2 **Bilddokumentation**

Anlage 2.0	- zu den Aufschlussarbeiten und zum Höhenbezugspunkt
------------	--

Anlagen 3 Geotechnische Felduntersuchungen

- Anlage 3.1 Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A1
- Anlage 3.2 Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A2
- Anlage 3.3 Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A3
- Anlage 3.4 Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A4
- Anlage 3.5 Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A5
- Anlage 3.6 Bohrprofil – Versickerungspunkt V6
- Anlage 3.7 Kurzbeschreibung der Bodenarten und Legende nach DIN 4023
- Anlage 3.8 Messprotokoll für Sickertest – Bohrlochversickerung V6

Anlagen 4 Geotechnische Laboruntersuchungen

- Anlage 4.1 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 von *IBU* – S. 1 (tabellarisch)
- Anlage 4.2 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 von *IBU* – S. 2 (tabellarisch)
- Anlage 4.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Sieb liniendiagramm)

Anlagen 5 Geotechnische Berechnungen

- Anlage 5.1 k_f - Wert – Ermittlung aus Bohrlochversickerung bei V6
- Anlage 5.2 k_f - Wert – Bestimmung über Korngrößenverteilung bei V6

Anlagen 6 Bautechnische Eigenschaften

- Anlage 6.0 Bautechnische Eigenschaften der Baugrundsichten 1, 2a und 2b

Anlagen 7 Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen nach EC 7

- Anlage 7.0 Bodenkenngrößen der Baugrundsichten 1, 2a, 2b (Stand sicherheit EC 7)

Anlagen 8 Erdbau

- Anlage 8.0 Vorgeschriebene Sieb linienbereiche für ungebundene Tragschichten

Anlagen 9 Chemische Laboruntersuchungen

- Anlage 9.1 EBV-Prüfbericht 24- 0522 von *Dr. Fischer GmbH* – Seite 1
- Anlage 9.2 EBV-Prüfbericht 24- 0522 von *Dr. Fischer GmbH* – Seite 2
- Anlage 9.3 EBV-Prüfbericht 24- 0522 von *Dr. Fischer GmbH* – Seite 3
- Anlage 9.4 EBV-Prüfbericht 24- 0522 von *Dr. Fischer GmbH* – Seite 4
- Anlage 9.5 EBV-Prüfbericht 24- 0522 von *Dr. Fischer GmbH* – Seite 5
- Anlage 9.6 EBV-Prüfbericht 24- 0522 von *Dr. Fischer GmbH* – Seite 6

Quellen- und Unterlagenverzeichnis

Zur Beurteilung der geotechnischen Standortverhältnisse stehen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Planungsunterlagen (Variante 1.4 vom 24.09.2024: Lageplan mit Anordnung Dachmodule, Verkehrsflächen, Ladeplätze, Umspannstationen/Trafo, Toiletten-/Food&Drink-Gebäude), erstellt von *INROS LACKNER SE*, ansässig Im Schwenkrain 8 in 70376 Stuttgart und durch Frau Heric am 09.10.2024 zur Verfügung gestellt.
- /2/ Topografische Karte M = 1:10.000 (TK10) Blatt 4539-NW Wiedemar, Ausgabedatum 22.02.23, herausgegeben vom *Landesamt für Geobasisinformation Sachsen (GeoSN)*
- /3/ Geologische Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten M = 1:25.000 (GK25) Blatt 4539 Zwochau mit zugehörigen Erläuterungen, 1920/25, herausgegeben von der *Preußischen Geologischen Landesanstalt*, heruntergeladen von GEO-LEO (<https://e-docs.geo-leo.de/handle/11858/8584>) der *Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen*
- /4/ Auszug aus dem Liegenschaftskataster mit Stand vom 10.10.2024, heruntergeladen vom *Landesamt für Geobasisinformation Sachsen (GeoSN) – Geoportal Sachsenatlas* (www.geoviewer.sachsen.de)
- /5/ Lage- und Höhenvermessungsplan des Baufelds vom 05.09.24, erstellt vom *Ingenieur- und Planungsbüro DOMS*, ansässig in der Hermstedter Straße 8 in 99510 Apolda und durch Frau Heric (*INROS LACKNER*) am 16.10.2024 zur Verfügung gestellt.
- /6/ Geotechnische Felduntersuchungen am Standort am 17.10.2024 (s. Abschnitt 3)
- /7/ Geotechnische Laboruntersuchungen – Bestimmung der Korngrößenverteilung durch kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18123 – im geotechnischen Labor von der *IBU – Ingenieurgesellschaft Baustoffe und Umwelt Weimar mbH*, ansässig Im Boden 5 in 99428 Weimar-Legefild vom 05.11.2024
- /8/ Chemische Laboruntersuchungen nach EBV-Boden hinsichtlich der Verwertung/Entsorgung von Aushubmaterial durch das Labor *Analytik und Umweltberatung Dr. Fischer GmbH* aus 99438 Bad Berka, Hexenbergstraße 4, vom 28.10.2024
- /9/ Gültige Vorschriften (EC 7, DIN) für geotechnische Untersuchungen sowie einschlägige Fachliteratur (z.B. GBT, EAB, EAU) zur Auswertung von Feld- und Laborversuchen
- /10/ Odenwald, B.; Hekel, U.; Thormann, H.: Grundwasserströmung – Grundwasserhaltung in: Witt, K. J. [Hrsg.]: Grundbautaschenbuch: Teil 2 – Geotechnische Verfahren; Ernst & Sohn 8. Auflage 2018; S. 744 – 746.
- /11/ Gültige Vorschriften (EC 7, DIN, ZTV E-StB 17, ZTV-ING 22, ZTV SoB-StB 20, TL SoB-StB 20, TL Gestein-StB 04/23, RStO 12/24, EBV 21, RuVA-StB 01, AVV 01) des Hoch-, Tief-, Erdbaus sowie zur Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfall, Bauschutt und Ausbauasphalt
- /12/ Rütz, D.: Wissensspeicher Geotechnik, Bauhaus-Universität Weimar, 19. Auflage 2019
- /13/ Diverse Baugrundgutachten in Thüringen und angrenzenden Bundesländern, erstellt durch *IGW – Dr. Rütz* bzw. *IGW – Dr. Rütz & Rütz GbR*

1. Gegenstand der Untersuchungen, Standortbeschreibung, Veranlassung

Die *EnBW Energie Baden-Württemberg AG* plant die Errichtung eines E-Ladehubs in der Hans-Grade-Str. 1 in 04509 Wiedemar (Gemarkung Wiedemar, Flur 3, Flurstück 24/74 – s. Anlagen 1.3 und 1.4). Die Projektplanung erfolgt durch die *INROS LACKNER SE* mit Sitz in Stuttgart (s. /1/ – *Quellen- und Unterlagenverzeichnis*). Im südlichen Bereich des Flurstücks ist die Errichtung von 36 E-Ladeplätzen mit 18 E-Ladesäulen, 3 Doppeldachkonstruktionen (mit Solarmodulen belegt), einem Toiletten-/Food&Drink-Häuschen und 2 Trafostationen vorgesehen.

Die Topografie im Untersuchungsgebiet als auch das Gelände des Baufelds selbst verläuft nahezu horizontal (Geländeneigung $\leq 1\%$), ohne größere Erhebungen oder Einschnitte (s. Anlage 1.1 – Auszug aus der topografischen Karte). Aus südlicher Richtung, von *Glesien* kommend, im westlichen Bereich von *Wiedemar* in nördliche Richtung nach *Sietzsch* fließt der *Strengbach* mit weiteren Zuflüssen (z.B. *Strickgraben*). Das Baufeld entspricht dem natürlichen Geländeverlauf und war vormals bewaldet bzw. mit Sträuchern bewachsen (s. Anlage 1.3).

Bauvorhaben sind in Abhängigkeit der zu erwartenden Baugrundverhältnisse, vorhandenen Topografie und Schwierigkeitsgrad des Bauwerks (sowie weiteren Aspekten) nach DIN 1054 und DIN 4020 in Geotechnische Kategorien (GK) einzustufen. Das hier geplante Bauvorhaben ist der **Geotechnischen Kategorie GK 2 (mittleres geotechnisches Risiko)** zuzuordnen.

Wiedemar befindet sich gemäß EC 8 in **keiner Erdbebenzone**.

Umliegende Bauwerke besitzen ausreichenden Abstand zur geplanten Baumaßnahme, sodass zunächst erst einmal keine gegenseitigen statischen und konstruktiven Wechselwirkungen im Zuge der Bauausführung zu erwarten sind.

Herr Sönke Metzler und Frau Anida Heric von der *INROS LACKNER SE* haben mit E-Mail vom 15.10.2024 das *Ingenieurbüro für Geotechnik Weimar – IGW - Dr. Rütz & Rütz* mit der Erstellung eines Geotechnischen Berichts (Baugrundgutachten) gemäß EC 7 beauftragt.

2. Geologische und hydrologische Situation

Nach geologischer Karte (s. Anlage 1.2) sind am Standort folgende geologische Formationen/Schichten (von oben nach unten) zu erwarten:

- **Alluvium der kleineren Fließgewässer (α) (0 bis 2 m mächtig):**
braune, ockerbraune Lehme, Schluffe, Tone, z.T. kiesig, z.T. humos (schwarzbraun);
- **Diluvialer Löß/Lößlehm in dünner Decke (δI) (0,5 bis 1 m mächtig):**
ockerbraune, gelbbraune, weißgelbe Verwitterungsbildungen als schwach toniger Feinsand;
- **Diluvialer Sand (ds) (0 bis 5 m mächtig):**
Sand und kiesiger Sand, meist trocken, z.T. auf Geschiebemergel;
- **Diluvialer Geschiebemergel (dm) (10 bis 30 m mächtig):**
toniger, kalkiger (oberflächennah entkalkt), fein- bis grobsandiger Geschiebemergel mit unregelmäßiger Schichtung, gelbliche, hellbraune bis graue Färbung, Einlagerung unregelmäßiger, kantengrundeter Geschiebe verschiedener Größen (Sand-/Kieskorn);

Grund-/Schichtwasser ist am Standort in Korrespondenz zu nahegelegenen Fließgewässern **ab ca. 2 m bis 5 m unter Gelände** je nach Jahreszeit und Niederschlag zu erwarten.

3. Geotechnische Untersuchungen und deren Bewertung, Baugrundsituation

3.1 Zusammenstellung der geotechnischen Feld- und Laboruntersuchungen

- **Geotechnische Felduntersuchungen**

Im Bereich des oben beschriebenen Baufelds wurden am 17.10.2024 folgende Aufschlussverfahren zur **Baugrunderkundung** durchgeführt:

- 5 Sondierungen mit der **schweren Rammsonde (DPH)** - s. Bild 1, Anlage 2.0 - bis in maximal 5,0 m Tiefe unter derzeitiger GOF niedergebracht und
- 6 **Rammkernbohrungen (RKB, Kaliber: 60/50 mm)** - s. Bild 2, Anlage 2.0 - bis in maximal 4,9 m Tiefe unter GOF abgeteuft
- 1 direkter Sickertest – **Bohrlochversickerung** bei Versickerungspunkt V6

Die lage- und höhenmäßige Einordnung der Aufschlussstellen kann den Anlagen 1.4 sowie 3.1 bis 3.6 entnommen werden. Ebenso sind in diesen Anlagen die Ergebnisse der Felduntersuchungen als Rammwiderstandslinien und Bohrprofile zeichnerisch dargestellt. Die Schichtenverläufe zwischen den Aufschlusspunkten können näherungsweise aus einer linearen Interpolation abgeleitet werden.

Als **lokaler Höhenbezugspunkt HBP mit 0,00 m** wurde für den vorliegenden Geotechnischen Bericht 69/24 die Oberkante des Kanaldeckels südlich des Baufelds (**OK KD = 114,42 m NHN**) gewählt (s. Anlage 1.4 und Bild 3 der Anlage 2.0). Die Höheneinordnung des HBP (OK KD) wurde der Höhenvermessung des *Ingenieur- und Planungsbüros DOMS* (s. /5/ – *Quellen- und Unterlagenverzeichnis*) entnommen. Die Ansatzpunkte der 6 Aufschlüsse (A1 bis A5 jeweils DPH und RKB; V6 nur RKB) entsprechen der derzeitigen Geländeoberfläche. Sie besitzen folgende, auf 0,05 m gerundete Höhenkoten gegenüber HBP und NHN:

- Aufschlusspunkt **A1 = 0,25 m über HBP** = 114,65 m NHN
- Aufschlusspunkt **A2 = 0,45 m über HBP** = 114,85 m NHN
- Aufschlusspunkt **A3 = 0,45 m über HBP** = 114,85 m NHN
- Aufschlusspunkt **A4 = 0,70 m über HBP** = 115,10 m NHN
- Aufschlusspunkt **A5 = 0,55 m über HBP** = 114,95 m NHN
- Aufschlusspunkt **V6 = 0,15 m über HBP** = 114,55 m NHN

Bei der Darstellung der Ergebnisse der Felduntersuchungen wurden für die Böden die in der Anlage 3.7 erläuterten Zeichen und Abkürzungen der DIN 4023 verwendet.

Für die Darstellung der Ergebnisse der Rammsondierung mit der schweren Rammsonde (DPH) ist die Form der Rammwiderstandslinien gewählt worden. Die für ein konstantes Eindringmaß $e = 10$ cm gezählten Rammschläge sind ein Maßstab für die Bodenfestigkeit. Auftretende Verfälschungen der Sondierwiderstände durch verschiedene Einflüsse (z.B. Gesteinseinlagerungen) bedürfen im gegebenen Fall bestimmter Korrekturen, um Rückschlüsse auf den tatsächlich vorhandenen Lagerungszustand (Lagerungsdichte bzw. Konsistenz) der durchrammten Böden ziehen zu können.

Als ungefähre Orientierung bei der Wertung der Ergebnisse **der schweren Rammsondierungen (DPH)** kann auf der Grundlage von Korrelationsbeziehungen gelten (s. Tabelle 1), dass bei **bindigen** Böden ab Schlagzahlen von mindestens **5 Schlägen** eine **steife Konsistenz** und bei **nichtbindigen** Böden von mindestens **4 Schlägen** für 10 cm Eindringtiefe eine mitteldichte Lagerung vorliegt und damit von **einem prinzipiell tragfähigen** Baugrund ausgegangen werden kann.

Lagerung	Spitzendruck q_s [MN/m ²]	DPH N _{10H}	DPM N _{10M}	DPL N _{10L}
locker	< 5	1 - 4	4 - 11	6 - 10
mitteldicht	5,0 - 7,5 / 10	4 - 18	11 - 26	10 - 50
dicht	7,5 - 18 / 20	18 - 24	26 - 44	50 - 64
sehr dicht	> 18 / 20	> 24	> 44	> 64
Konsistenz	Spitzendruck q_s [MN/m ²]	DPH N _{10H}	DPM N _{10M}	DPL N _{10L}
weich	1,0 - 1,5	2 - 5 (4)	3 - 8	3 - 10
steif	1,5 - 2,0	(4) 5 - 9 (8)	8 - 14	10 - 17
halbfest	2,0 - 5,0	(8) 9 - 17	14 - 28	17 - 37
fest	> 5,0	> 17	> 28	> 37

Tab. 1: Zusammenhang zwischen Rammsondierung und Lagerung/Konsistenz in /12/

• Geotechnische Laboruntersuchungen

Zur indirekten Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwerts k_f , wurde am Standort beim Versickerungspunkt V6 am 17.10.2024 folgende Bodenprobe aus den Rammkernsonden mit zugehöriger Tiefenangabe entnommen:

- P 6.1: 0,5 m bis 2,9 m unter GOF

Diese Probe wurde im geotechnischen Labor von *IBU – Ingenieurgesellschaft Baustoffe und Umwelt Weimar mbH* (/17/ – s. *Quellen- und Unterlagenverzeichnis*) einer kombinierten **Sieb- und Schlämmanalyse gemäß DIN 18123** unterzogen.

Die Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 4.1 und 4.2 tabellarisch und in Anlage 4.3 als Siebliendiagramm dargestellt.

Gemäß DIN 18196 ist die untersuchte **Probe P 6.1** als **leicht plastischer Schluff (UL)** im **Übergang zu einem Sand-Schluff-Gemisch mit hohem Schluffanteil (SU*)** einzuordnen.

3.2 Baugrundaufbau, Baugrundbeschreibung und Eigenschaften

Aus den insgesamt 6 direkten Baugrundaufschlüssen (A1 bis A5 und V6 – Anordnung s. Anlage 1.4) ergibt sich nachfolgender Schichtenaufbau (s. Anlagen 3 – Bohrprofile und Rammwiderstandslinien).

Bei allen Aufschlusspunkten wurde ab Geländeoberfläche bis ca. 0,2 m (bei A1 bis A5) bzw. 0,3 m unter GOF (bei V6) **Ober-/Mutterboden** der **Schicht 1 (OU)** erkundet.

Unter dem Ober-/Mutterboden der Schicht 1 schließt sich bei allen Aufschlusspunkten bis zur jeweiligen Endteufe **Geschiebemergel** der **Schicht 2 (Mg)** an. Dabei sind unregelmäßig abwechselnde Abschnitte von **sandigem Lehm** der **Schicht 2a (UL-UM)** in vorherrschend ockergelber bis ockerbrauner Färbung und **lehmigem Sand** in vorherrschend hellgelber bis hellgrauer Färbung der **Schicht 2b (SU-SU*)** anzutreffen. In geologischen Unterlagen werden diese diluvialen Hochflächenbildungen der letzten und vorletzten Eiszeit mit Mächtigkeiten von 10 m bis 30 m angegeben.

Zusammenfassung der Schichtenfolge:

Schicht 1: OU – organogener Schluff: Ober-/Mutterboden

Schluff, stark tonig, sandig, leicht humos, einzelne Gesteinsbröckchen – U,t*,s,h',e.g

breiige bis weiche Konsistenz

braune bis dunkelbraune Färbung

Schicht 2: Geschiebemergel – Wechsellagerungen aus sandigem Lehm (Schicht 2a) und lehmigem Sand (Schicht 2b); aufgrund unterschiedlicher geotechnischer Eigenschaften wird die Schicht 2 in 2a (UL-UM) und 2b (SU-SU*) unterteilt

Schicht 2a: UL-UM – leicht bis mittel plastischer Schluff: Geschiebemergel, vorherrschend sandiger Lehm

Schluff, stark sandig, tonig, einzelne Gesteinsbröckchen – U,s*,t,e.g

weiche, steife (bis halbfeste) Konsistenz

ockergelbe bis ockerbraune Färbung

dm – Diluvialer Geschiebemergel

Schicht 2b: SU-SU* – Sand-Schluff-Gemisch bis Sand-Schluff-Gemisch mit hohem Schluffanteil: Geschiebemergel, vorherrschend lehmiger Sand

Sand, stark schluffig, tonig, einzelne Gesteinsbröckchen – S,u*,t,e.g

mitteldichte (dichte bis sehr dichte) Lagerung

hellgelbe bis hellgraue Färbung

dm – Diluvialer Geschiebemergel

Die Schichtenfolgen mit dazugehörigen Tiefenangaben (auf 0,05 m gerundet) sind für die 6 Aufschlüsse sowohl in Bezug zur derzeitigen Geländeoberfläche (**GOF**), die jeweils dem Höhenansatz der vorgenommenen Aufschlüsse entspricht, als auch mit Höhenbezug zum lokalen Höhensystem (**HBP = OK KD = 0,00 m**) sowie zum absoluten Höhensystem (**HBP = OK KD = 114,40 m NHN**) in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Schicht:		1	2 (2a und 2b im Wechsel)
Aufschluss	Höhenbezug	OU	Mg (UL-UM + SU-SU*)
A1: 0,25 m über HBP; 114,65 m NHN	GOF	0,00 bis -0,20	-0,20 bis -3,90
	HBP	+0,25 bis +0,05	+0,05 bis -3,65
	NHN	114,65 bis 114,45	114,46 bis 110,75
A2: 0,45 m über HBP; 114,85 m NHN	GOF	0,00 bis -0,20	-0,20 bis -4,90
	HBP	+0,45 bis +0,25	+0,25 bis -4,45
	NHN	114,85 bis 114,65	114,65 bis 109,95
A3: 0,45 m über HBP; 114,85 m NHN	GOF	0,00 bis -0,20	-0,20 bis -4,90
	HBP	+0,45 bis +0,25	+0,25 bis -4,45
	NHN	114,85 bis 114,65	114,65 bis 109,95
A4: 0,70 m über HBP; 115,10 m NHN	GOF	0,00 bis -0,20	-0,20 bis -3,90
	HBP	+0,70 bis +0,50	+0,50 bis -3,20
	NHN	115,10 bis 114,90	114,90 bis 111,20
A5: 0,55 m über HBP; 114,95 m NHN	GOF	0,00 bis -0,20	-0,20 bis -3,90
	HBP	+0,55 bis +0,35	+0,35 bis -3,35
	NHN	114,95 bis 114,75	114,75 bis 111,05
V6: 0,15 m über HBP; 114,55 m NHN	GOF	0,00 bis -0,30	-0,30 bis -2,90
	HBP	+0,15 bis -0,15	-0,15 bis -2,75
	NHN	114,55 bis 114,25	114,25 bis 111,65

Tab. 2: Aufschlusspunkte mit Schichtfolge/Tiefenangaben in [m] bezogen auf GOF, HBP, NHN

In der Anlage 6.0 werden für die am Standort erkundeten Schichten 1, 2a und 2b die bautechnischen Eigenschaften gemäß DIN 18196 genannt. Es erfolgt eine geologische Zuordnung.

3.3 Bewertung der Baugrundsituation

- **Tragfähigkeit und Verformungsverhalten**

Der **Ober-/Mutterboden** der **Schicht 1 (OU)** ist aufgrund der organischen Bestandteile sowie der nur breiigen bis weichen Konsistenz **bautechnisch unbrauchbar** und somit vollständig unter Gründungselementen zu entfernen.

Die geotechnischen Eigenschaften (insbesondere Trag- und Verformungsverhalten) des **Geschiebemergels** der **Schicht 2 (Mg)** werden maßgeblich von der Lagerung bzw. Konsistenz sowie der Kornzusammensetzung beeinflusst. Daher erfolgt eine Bewertung getrennt nach den unterteilten Schichten 2a und 2b.

Der **sandige Lehm** der **Schicht 2a (UL-UM)** weist weiche, steife bis halbfeste Konsistenzbereiche auf. Bei nur weicher Konsistenz liegt eine geringe Tragfähigkeit und große Verformungsempfindlichkeit vor. Somit ist die Schicht 2a **mit weicher Konsistenz nur eingeschränkt als Gründungshorizont geeignet** und Maßnahmen zur Baugrundverbesserung werden zwingend erforderlich (s. Abschnitt 4.1 – *Gründungsempfehlungen mit konstruktiven und statischen Hinweisen*). Mit steifer bis halbfester Konsistenz verbessern sich die geotechnischen Eigenschaften, sodass die Schicht 2a dann mittelmäßig bis gut tragfähig und mittelmäßig bis gering verformungsempfindlich ist. Die Schicht 2a **mit steifer bis halbfester Konsistenz** ist somit **als Gründungshorizont prinzipiell geeignet**.

Der **lehmige Sand** der **Schicht 2b (SU-SU*)** weist eine überwiegend mitteldichte (in oberflächennahen Bereichen (oberster Meter) der Aufschlusspunkte A1 bis A4 auch dichte bis sehr dichte) Lagerung auf und ist somit gut (bis sehr gut) tragfähig und gering (bis sehr gering) verformungsempfindlich. Die Schicht 2b ist somit **als Gründungshorizont zur sicheren und verformungsarmen Abtragung von Bauwerks- und Verkehrslasten gut geeignet**.

Aufgrund variierender Konsistenzbereiche bzw. Lagerungsdichten sowie der unregelmäßigen Abwechslung der Schichten 2a und 2b, einhergehend mit differierenden geotechnischen Eigenschaften dieser beiden Teilschichten, sollten **für die Bemessung bzw. statische Berechnungen die ungünstigeren Bodenkenngrößen der Schicht 2a** zugrunde gelegt werden.

- **Frostempfindlichkeit**

Die am Standort erkundeten Böden der **Schichten 1 (OU)** und **2a (UL-UM)** weisen aufgrund des hohen Feinkornanteils eine sehr hohe Frostveränderlichkeit auf und sind gemäß ZTV E-StB 17, Tabelle 1 in eine Stufe **sehr hoher Frostempfindlichkeit (F3)** einzuordnen.

Die **Schicht 2b (SU-SU*)** ist mittelmäßig bis sehr stark frostempfindlich und somit den **Frostempfindlichkeitsklassen F2-F3** zugehörig.

Wiedemar und Umgebung befindet sich gemäß *RStO 12/24* in der **Frosteinwirkungszone II**. Folglich sind **frostfreie Gründungstiefen von mindestens 1,0 m** einzuhalten. Es ist zu beachten, dass eine Frostausbreitung sowohl vertikal als auch horizontal erfolgt und durch ungedämmte Fundamente hindurchgeht.

- **Bodenklassen, Bohr- und Rammfähigkeit, Durchörterung**

In der Anlage 7.0 sind für die jeweiligen Schichten die Bodenklassen für Erdarbeiten gemäß DIN 18300 (2012) sowie für Bohrarbeiten gemäß DIN 18301 (2012) und für Rohrvortriebsarbeiten gemäß DIN 18319 (2012) zusammengestellt.

Die bautechnischen Eigenschaften einschließlich Lösbarkeit, Bohr- und Rammfähigkeit sowie Durchörterbarkeit sind in der Anlage 6.0 beschrieben.

Bei höherer Gesteinsfestigkeit (Schicht 2a mit halbfester Konsistenz; Schicht 2b mit dichter / sehr dichter Lagerung) ist mit einem **erhöhten Gewinnaufwand** (z.B. beim Lösen zur Herstellung der Baugrube) zu rechnen. Aufgrund von Quarzanteilen bei der Schicht 2, ist von einer **leicht erhöhten Abrasivität** auszugehen.

- **Wiederverwendbarkeit von Aushubmassen**

Das Baufeld war vormals bewaldet bzw. mit Sträuchern bewachsen, sodass es sich zunächst erst einmal nicht um Altlastenverdachtsflächen handelt. Am Bohrgut der insgesamt 6 durchgeführten Baugrundbohrungen wurden keine organoleptische Auffälligkeiten festgestellt. Eine Auswertung und Bewertung chemischer Untersuchungen hinsichtlich Entsorgung/Verwertung von Aushubmaterial erfolgt in Abschnitt 3.7.

Aus geotechnischer Sicht ist ein Wiedereinbau von Aushubmaterial der am Standort erkundeten **Schichten 1** (Ober-/Mutterboden) und **2a** (sandiger Lehm), bedingt durch den hohen Feinkornanteil und damit einhergehender schlechten bis sehr schlechten Verdichtbarkeit, nicht empfehlenswert. Ein Einbau von Aushubmassen der Schichten 1 und 2a kann nur **ohne Qualitätsanforderungen**, z.B. zur Geländeregulierung, auf statisch unbelasteten Freiflächen außerhalb von Bauwerken, Park- und Verkehrsflächenbefestigungen erfolgen. Nachträgliche Setzungen bzw. Sackungen in größerem Maß sind zu erwarten. Ein **qualifizierter Einbau** bzw. eine Verfüllung mit Verdichtungsanforderungen, wie sie beispielsweise im Straßenbau für Erdplanen gestellt werden, ist mit den Böden der **Schichten 1 und 2a nicht möglich**.

Der **lehmige Sand** der **Schicht 2b** weist **gute bis mittlere Verdichtungseigenschaften** auf und könnte ggf. zum Wiedereinbau vorgesehen werden. Eine Separierung/Trennung der sich unregelmäßig mehrfach abwechselnden Schichten 2a und 2b ist jedoch technologisch schwierig. Sollte dieser Aushubboden für einen qualifizierten Einbau mit Verdichtungsanforderungen (z.B. im Straßenbau oder als Gründungspolster) verwendet werden, ist die Korngrößenverteilung nach DIN EN 933-1 zu ermitteln und zu prüfen, ob diese den Anforderungen an ungebundene Trag-schichten nach **TL SoB-StB 20** (s. Anlage 8.0) entsprechen. Um die Verdichtbarkeit zu verbessern, sind ggf. fehlende Bestandteile/Kornfraktionen zu ergänzen/beizumischen und zu feine Bestandteile zu entfernen.

3.4 Bewertung der Grund-/Schichtwassersituation

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundungen am 17.10.2024 wurden nur bei den Aufschlusspunkten A2 und A3 folgende **Grundwasserstände** (ausgespiegelte Ruhewasserstände) in Bezug zu GOF und NHN (auf 0,05 m gerundete Höhenkoten) gemessen:

- Aufschlusspunkt **A2**: **3,0 m unter GOF** = 111,85 m NHN
- Aufschlusspunkt **A3**: **2,7 m unter GOF** = 112,15 m NHN

Anmerkung: Dem Aufschlussstag ging eine Periode geringer bis sehr geringer Niederschlagstätigkeit voraus.

Nach stärkeren Niederschlagsperioden und nach Tauvorgängen kann es zu **höheren Wasserständen** kommen. Es ist dann mit **Sicker-, Schichten- und Hangwasser** bereits in geringeren Tiefen unter GOF zu rechnen. **Stauässe** kann sich über feinkörnigen Bereichen. **Hochwasser** ist am Standort nicht zu erwarten, da die umliegenden Fließgewässer weit genug entfernt und tiefer liegen.

Das betrachtete Baufeld liegt gemäß *Geoportal-Sachsenatlas* außerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebiets des *Strengbachs* sowie außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten.

Die Baugrundsicht 1 weist eine geringe, die Baugrundsicht 2a eine geringe bis sehr geringe und die Baugrundsicht 2b eine mittlere bis große Wasserdurchlässigkeit auf.

Bemessungswasserstand für die konstruktive Durchbildung (Abdichtung) der zu errichtenden baulichen Anlagen ist die **Geländeoberfläche**.

3.5 Wasseraufnahmevermögen/Versickerungsfähigkeit des Baugrunds

Zur Ermittlung der Wasseraufnahmefähigkeit/Versickerungsfähigkeit (**k_f – Wert**) des anstehenden Bodens wurden beim Untersuchungspunkt V6 zwei Methoden herangezogen:

- Bohrlochversickerung (direktes Verfahren)
- Kornverteilungslinie (Näherungsverfahren - indirekt)

- **Bohrlochversickerung (direktes Verfahren)**

Zur direkten Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens wurde mittels **Bohrlochversickerung** (hier: Bohrlochdurchmesser $d = 50$ mm und Bohrlochtiefe $H = 2,9$ m sowie durchschnittliche Standhöhe des Wassers im Bohrloch $h \approx 2,82$ m) Wasser aktiv versickert. Das Bohrloch bzw. der umgebende Boden wurde vor Beginn der eigentlichen Messungen/Messreihen **nicht** aufgesättigt. Es erfolgten insgesamt drei Messreihen mit jeweils vier Ableesungen zum Versickerungserfolg in 10 Minuten Zeitabstand (s. Anlage 3.8 – Messprotokoll für Sickertest). Bei allen 3 Messreihen wurde nach jedem Ablesevorgang Wasser nachgefüllt.

Die durchschnittlichen Sickerraten der 2. und 3. Messreihe ähneln sich (s. Protokoll zur Bohrlochversickerung in Anlage 3.8). Aufgrund der ersten Aufsättigung des Bodens weicht die erste Messreihe von den beiden folgenden etwas stärker ab. Eine **repräsentative Versickerungsrate von 16 cm je 10 Minuten** wird durch die dritte Messreihe erzielt und ist Grundlage für die Berechnungen.

Hinweis: Für nachfolgende Berechnungen wird der Ober-/Mutterboden der Schicht 1 (OU) nicht betrachtet, da die Versickerung in der Schicht 2 erfolgen wird, im Hinblick auf die Ausbildung von Versickerungsanlagen.

Bei der Bohrlochversickerung erfolgt die Versickerung sowohl über den Bohrlochfuß als auch über den Bohrlochmantel. Daraus ergibt sich die gesamte Versickerungsfläche A_{ges} .

Als Ergebnis der k_f - Wert - Berechnungen über die **Bohrlochversickerung** (s. Anlage 5.1) ergibt sich ein Wert von $k_f = 1,18 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$.

- **Kornverteilungslinie (indirektes Näherungsverfahren)**

Für die Wasserdurchlässigkeitsbestimmung über die **Kornverteilungslinie** (indirektes Näherungsverfahren) wurde beim Untersuchungspunkt V6 Bohrgut aus den Rammkernsonden aus der Baugrundsicht 2 (Geschiebemergel) von 0,5 m bis 2,9 m unter GOF (Probe P 6.1) entnommen (Güteklasse 4: Kornzusammensetzung unverändert). Im geotechnischen Labor der *Ingenieurgesellschaft Baustoffe und Umwelt Weimar mbH (I/I – Quellen- und Unterlagenverzeichnis)* wurde die Kornverteilungslinie durch Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN 18123 (s. Anlagen 4.1 bis 4.3 bzw. Abschnitt 3.1) ermittelt.

Mit Hilfe der Berechnung des k_f - Werts über die Näherungsformel nach *SEILER* (s. Grundbau-taschenbuch Teil 2, S. 744 - 746 s. /10/ – *Quellen- und Unterlagenverzeichnis*) ergibt sich aus der Kornverteilungslinie ein Wert von $k_f = 1,26 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ (s. Anlage 5.2).

Es ist zu beachten, dass die Anwendungsgrenzen ($5 \leq C_U \leq 100$) für das Näherungsverfahren nach *SEILER* mit dem hier ermittelten $C_U = 300$ nicht eingehalten sind. Die Berechnung erfolgte unter Annahme von $C_U = 100$ und damit des größtmöglichen Korrekturbeiwerts.

- **Wertung und Festlegung**

Die beiden, basierend auf unterschiedlichen Methoden (direkt mittels Bohrlochversickerung und indirekt über Kornverteilungslinie), ermittelten k_f -Werte weichen voneinander ab. Das Ergebnis des indirekten Näherungsverfahrens nach *SEILER* über die Korngrößenverteilung, ist nur als eingeschränkt verwendbar zu bewerten, aufgrund der nicht eingehaltenen Anwendungsgrenzen. Es wird daher empfohlen, den direkt über die Bohrlochversickerung ermittelten **Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1,18 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$** zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen zu verwenden. Die Kornzusammensetzung des Bodenmaterials der Schicht 2 bei V6 liegt eher im bindigen Bereich der Schicht 2a (mit geringerer Wasserdurchlässigkeit) ohne bedeutende Sandabschnitte der Schicht 2b (mit höherer Wasserdurchlässigkeit). Somit liegt das Ergebnis des direkten Sickertests zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit am Standort bezogen auf das gesamte Baufeld (Aufschlusspunkte A1 bis A5) bereits auf der ungünstigeren und somit sicheren Seite.

Der ermittelte Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1,18 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ deutet auf eine **mäßige bis schwache Versickerungsfähigkeit des Geschiebemergels der Schicht 2 (Mg)** hin und entspricht mittleren Werten aus der Fachliteratur (EAU, GBT) für einen lehmig, schluffigen Sand (UL-SU).

Bei der Berechnung/Dimensionierung von Versickerungsanlagen ist der angegebene charakteristische Wasserdurchlässigkeitsbeiwert noch durch entsprechende Sicherheitsbeiwerte abzumindern.

3.6 Maßgebende Baugrundkennwerte nach EC 7

Die für erdstatische Berechnungen nach EC 7 verwendbaren Bodenkennwerte (Normwerte – Mittelwerte der Einwirkungen bzw. Widerstände) sind auf der Grundlage der Ausführungen im Abschnitt 3 in der Tabelle der Anlage 7.0 für die jeweiligen Baugrundsichten zusammengestellt. Sie beschreiben die mechanischen Eigenschaften der anstehenden Böden bzw. Gesteine im vorhandenen (ungestörten) Lagerungszustand.

Bei der Angabe der Bodenkennwerte werden Sicherheiten im Sinne von Teilsicherheitsbeiwerten bzw. summarischen Sicherheiten nicht berücksichtigt. Es handelt sich bei den Bodenkennwerten folglich um charakteristische Mittelwerte der Einwirkungen und Widerstände. Bei Bauteilbemessungen und Standsicherheitsnachweisen sind folglich die charakteristischen Baugrundkennwerte mit Hilfe von Teilsicherheitsbeiwerten gemäß EC 7 und DIN 1054 in Bemessungswerte umzuwandeln.

In den Fällen, in denen keine auswertbaren Labor- bzw. Feldversuche zur Verfügung standen, wurden die Bodenkennwerte auf der Grundlage des Fachschrifttums (z.B. DIN 1055-2; EAB; Grundbautaschenbuch) und/oder des Erfahrungswissens korreliert.

In der Anlage 7.0 sind die entsprechenden Baugrundkennwerte in Abhängigkeit der jeweiligen Bodenart und ihrer Konsistenz bzw. Lagerungsdichte angegeben. Beispielsweise sind die Werte für den wirksamen inneren Reibungswinkel φ' für den sandigen Lehm der Schicht 2a (UL-UM) wie folgt zu verstehen:

- weiche Konsistenz: 22,5°
- steife (bis halbfeste) Konsistenz: 27,5°

Für entsprechende erdstatische Berechnungen/Nachweise nach EC 7 sind die jeweils hierfür notwendigen ungünstigeren Werte in Ansatz zu bringen. Bei Standsicherheitsuntersuchungen sind dies für Einwirkungen die größeren Werte und für Widerstände die kleineren Werte. Beim Baugrubenaushub soll beispielsweise das Baugrundgefüge zerstört werden, sodass dann genau im Gegensatz zu Standsicherheitsbetrachtungen die größeren Werte maßgebend werden.

Bei ordnungsgemäßem Einbau ($E_{v2} > 80 \text{ MN/m}^2$) von Polstern (s. a. Bemerkungen zum Gründungsplanum Abschnitt 4.2 und Anlage 8.0) kann für diese Bereiche mit folgenden Kennwerten gearbeitet werden:

Normeigenlast γ (γ')	22 (12) kN/m ³
Reibungswinkel φ'	35 °
Steifemodul E_s	50,0 MN/m ²

3.7 Chemische Laboruntersuchungen und deren Bewertung

Zur chemischen Beurteilung der anstehenden Böden gemäß **EBV 21** (*Ersatzbaustoffverordnung/Mantelverordnung* – gültig seit 01.08.2023) für die stoffliche Verwertung mineralischer Reststoffe/Abfälle (Entsorgung Aushubmaterial) wurden am Standort am 17.10.2024 entsprechende Proben aus den Rammkernsonden entnommen (s. Anlagen 3.2 bis 3.5) und durch das Labor *Analytik und Umweltberatung Dr. Fischer GmbH* aus Bad Berka (I/8) – s. *Quellen- und Unterlagenverzeichnis*) chemisch analysiert.

In nachfolgender Tabelle 3 sind die entnommenen Bodenproben für chemische Untersuchungen mit Angabe des Entnahmeorts (Aufschlusspunkt), der jeweiligen Entnahmetiefe, der Mischprobenbildung sowie der Analytik und zugehörigem **Analyseergebnis** zusammengestellt. Es erfolgt ein Verweis auf die jeweilige Prüfberichtsnummer vom Labor *Dr. Fischer GmbH* bzw. zur Anlagennummer des vorliegenden Geotechnischen Berichts.

Probe	Entnahmeort	Entnahmetiefe (m unter GOF)	Mischprobe	Untersuchung	Analytikergebnis	Prüfbericht (Dr. Fischer)	Anlage
P 2.1	A2	0,0 – 0,9					
P 3.1	A3	0,0 – 0,9	ja	EBV	BM-F0*	24- 0522	9.1 – 9.6
P 4.1	A4	0,0 – 0,9	(MP 1)	(Boden)	(BM-0)		
P 5.1	A5	0,0 – 0,9					

Tab. 3: Entnommene Bodenproben mit Entnahmeort, Tiefenangaben, Mischprobenbildung, Analytik, Analytikergebnis, Verweis auf Prüfbericht-/Anlagennummer

- **Entsorgung/Verwertung von Bodenmaterial nach EBV**

Nach den Ergebnissen des vorliegenden Prüfberichts 24- 0522 von *Dr. Fischer GmbH* (s. Anlagen 9.1 bis 9.6) ist das Bodenmaterial (BM) der analysierten Mischprobe MP 1 **gemäß EBV** der Klasse **BM-F0*** zugehörig.

Bei **bodenähnlichen Anwendungen** ist die Klassifizierung in Klasse **BM-0** zulässig.

Die Zuordnung zu Kategorie **BM-F0* nach EBV** (gleichbedeutend mit BG-F0* für Baggergut) ermöglicht einen **uneingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken**. Dies bedeutet, dass das Bodenmaterial **außerhalb von Wasserschutzgebieten**, als auch **innerhalb von Wasserschutzgebieten** (WSG III A und HSG III; WSG III B und HSG IV; Wasservorranggebiete) wieder eingebaut werden kann (WSG = Wasserschutzgebiet; HSG = Heilquellenschutzgebiet). Generell sind nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit als auch schädliche Bodenveränderungen auszuschließen.

Außerhalb von Wasserschutzgebieten ist ein Einbau **bei ungünstigen**, dies bedeutet bei einer grundwasserfreien Sickerstrecke inkl. Sicherheitsabstand zwischen 1,0 m und 1,5 m (Abstand zwischen UK Einbau MEB – mineralischer Ersatzbaustoff und HGW – höchstem zu erwartendem Grundwasserstand), **als auch bei günstigen Untergrundverhältnissen**, dies bedeutet bei einer grundwasserfreien Sickerstrecke inkl. Sicherheitsabstand $\geq 1,5$ m, zulässig.

Innerhalb von Wasserschutzgebieten ist der Einbau nur bei **günstigen Untergrundverhältnissen** (grundwasserfreie Sickerstrecke inkl. Sicherheitsabstand zwischen MEB und HGW $\geq 1,5$ m) gestattet.

Die grundwasserfreie Sickerstrecke (zwischen UK MEB und OK HGW) muss aus mittelmäßig (Sand) bis gering wasserdurchlässigen Böden (Lehm, Schluff, Ton) bestehen. Kiesige Untergründe sind nicht zulässig.

Eine Verwertung in Wasserschutzgebieten der Zone I und II (WSG I + II) sowie Heilschutzquellengebieten der Zone I und II (HSG I + II) ist **unzulässig**.

Bei **bodenähnlicher Anwendung** mit Klassifizierung in **BM-0** ist eine Verwertung bzw. ein Einbau von Bodenmaterial **innerhalb von WSG II** sowie **HSG II bei günstigen Untergrundverhältnissen zulässig**.

In der EBV sind 17 Einbauweisen (EBW) festgelegt für Einsatzmöglichkeiten mineralischer Ersatzbaustoffe in technischen Bauwerken, die alle relevanten Einsatzgebiete für den Straßen-, Erd- und Wegebau abdecken.

Aus umweltrelevanter/chemischer Sicht ist der Einbau des analysierten Bodenmaterials mit Kategorie BM-F0* (bzw. BG-F0*) (hier: Ober-/Mutterboden der Schicht 1 und Geschiebemergel der Schicht 2) in allen 17 von der EBV festgelegten Einbauweisen ohne Einschränkungen möglich. Hierzu zählen beispielsweise (**ohne Beachtung der bautechnischen Eignung**):

- Unterbau unter Fundament- oder Bodenplatten, Bodenverfestigung unter gebundener Deckschicht (EBW 2),
- Verfüllung von Baugruben und Leitungsgräben unter gebundener Deckschicht (EBW 4),
- Tragschicht ohne Bindemittel, Baugrundverbesserung, Verfüllung von Baugruben und Leitungsgräben unter Deckschicht ohne Bindemittel (EBW 13),
- Dämme und Schutzwälle ohne Maßnahmen nach M T S E unter durchwurzelbarer Schicht (EBW 17).

• Hinweise zur Entsorgung/Verwertung von Bodenmaterial

Neben den obigen Aussagen aus umweltrelevanter/chemischer Sicht gemäß EBV, zur Verwertung von Bodenmaterial, sind die **bautechnischen Eigenschaften** (wie Verdichtbarkeit, Frostgefährdung, Trag- und Verformungsverhalten) aus der geotechnischen Bewertung der einzelnen Baugrundsichten (s. Abschnitte 3.2 und 3.3) zu beachten und zu berücksichtigen.

Unter Beachtung bautechnischer Eigenschaften des Aushubmaterials (s. Abschnitt 3.2 und 3.3) ist die Verwertung/Wiedereinbau des Geschiebemergels der Baugrundsicht 2 nach M BomF (*Merkblatt über die Verwendung von Boden ohne und mit Fremdbestandteilen im Straßenbau*) beispielsweise in folgenden Einbauweisen möglich:

- Damm,
- Bankett,
- Herstellung von Vegetationsschichten,
- Verfüllung von Leitungsgräben,
- Schutzwall
- Bodenbehandlung mit Bindemittel.

Zwischen den Aufschlusspunkten können **lokale Schadstoffansammlungen nicht gänzlich ausgeschlossen** werden. Bereiche mit Fremdstoffanteilen (z.B. Bauschutt-/Ziegelreste) könnten auftreten. Dies ist im Rahmen der Ausschreibung zu beachten und ggf. Eventualpositionen hierfür vorzuhalten.

4. Gründungsberatung mit geotechnischen Empfehlungen

4.1 Gründungsempfehlungen mit konstruktiven und statischen Hinweisen

- **Gründungsvorschlag für die Überdachungskonstruktionen (mit Solarmodulen belegt)**

Am Standort sind 6 Überdachungskonstruktionen (3 Doppeldächer) vorgesehen, die mit Solarmodulen belegt werden. Jeweils 2 Überdachungselemente (= 1 Doppeldach) sollen ein gemeinsames Fundament mit Grundrissabmessungen von ca. 4,4 m x 3,0 m erhalten. Die Fundamentunterkante (= Fundamentsohle) liegt ca. 1,9 m unter endgültiger Geländeoberfläche und somit im Geschiebemergel der Schicht 2 (Mg: UL-UM + SU-SU*).

Für die geplanten, mit Solarmodulen belegten Überdachungskonstruktionen wird auf Grundlage der erkundeten Baugrundsituation (Geschiebemergel der Schicht 2 mit teilweise weicher Konsistenz bzw. lockerer Lagerung) eine sogenannte **schwimmende Gründung** vorgeschlagen.

Diese **schwimmende Gründung** besteht aus einem **Stahlbetonfundament** (Grundfläche ca. 4,4 m x 3,0 m) **mit darunter liegendem, geogitterbewehrtem Polster**. Dabei werden die Punktlasten aus der Überdachungskonstruktion flächig über das Fundament auf das Polster übertragen und von dort aus flächig verteilt in den Baugrund abgeleitet. Um eine noch günstigere Lastverteilung/Lastweiterleitung in den Untergrund zu erzeugen, könnte eine Verbindung der 3 Fundamente sinnvoll sein (Aufgabe: Tragwerksplaner). **Je größer die Fundamentfläche, desto günstiger die Lastverteilung und somit auch geringer die Setzungen, insbesondere Setzungsunterschiede und Fundamentverdrehungen.**

Unter dem Fundament ist ein **mindestens 0,50 m mächtiges Gründungspolster** herzustellen. Dieses Gründungspolster (Materialanforderungen s. Abschnitt 4.2 und Anlage 8.0) ist in mindestens 2 Lagen aufzubauen und ordnungsgemäß zu verdichten und mit mindestens **einer Lage Geogitter** (z.B. Secugrid® der Fa. Naue, TriAx TX® oder SS-Geogitter® der Fa. Tensar, Fortrac® der Fa. Huesker; o.a.) zu bewehren. Das Geogitter sollte zur vollen Entfaltung der Tragwirkung in Polstermitte angeordnet werden. Zur Trennung des Untergrunds/Planums und der aufzubringenden Polsterschicht wird ein **Geotextil/Geovlies** (min. GRK 4, z.B. Secutex® der Fa. Naue, HaTe®-Vliesstoffe der Fa. Huesker, o.a.) empfohlen, ist aber aufgrund der bereits frostsicheren Gründungstiefe aus geotechnischer Sicht nicht zwingend erforderlich. Dabei dient das Geotextil als Trennschicht bzw. zur Gewährleistung der Filterstabilität und das Geogitter als flächige Zugbewehrung und Überbrückung lokaler Untergrundschwächen (wechselnde Konsistenz/Tragfähigkeit der Schicht 2). Die Einbaubedingungen (z.B. Überlappungen, etc.) der Geokunststoff-Hersteller sind zu beachten. Randüberstände des Polsters gegenüber der äußeren Fundamentbegrenzungen sind, unter Zugrundelegung eines Lastausbreitungswinkels von 45°, zu beachten.

Nach derzeitigem Planstand wird die Unterkante des Fundaments der Überdachung ca. 1,9 m unter GOF liegen. Zzgl. eines mindestens 0,5 m mächtigen Gründungspolsters, liegt die Gründungsohle bei 2,4 m unter GOF. Folglich ist hier die Mindestgründungstiefe (von 1,0 m unter GOF) zur Frostsicherheit bereits eingehalten.

Auf dem Gründungspolster ist ein **Qualitätsnachweis** (mit $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v1} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ sowie $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,1$) durch **mindestens einen statischen Plattendruckversuch nach DIN 18134 je Fundament** zu erbringen.

- **Gründungsvorschlag für die Trafo-/Umspannstationen**

Die geplanten Trafo-/Umspannstationen sind kompakte Bauwerke mit Grundrissabmessungen von jeweils ca. 3 m x 7 m, die ca. 0,8 m in das umgebende Gelände eingebunden sind (ähnlich Hochkeller).

Für die beiden Trafo-/Umspannstationen wird ebenfalls eine **schwimmende Gründung** in Form eines **geogitterbewehrten, geotextilummantelten Gründungspolsters** empfohlen.

In Analogie zu den Dachfundamenten, wird unter den Kompaktstationen der Aufbau eines **mindestens 0,5 m mächtigen Gründungspolsters** (Materialanforderungen s. Abschnitt 4.2 und Anlage 8.0) erforderlich. Das Gründungspolster ist in 2 Lagen einzubauen und lagenweise ordnungsgemäß zu verdichten. In Polstermitte ist **eine Lage Geogitter** (z.B. Secugrid® der Fa. Naue, TriAx TX® oder SS-Geogitter® der Fa. Tensar, Fortrac® der Fa. Huesker; o.a.) anzuordnen, als Zugbewehrung und Überbrückung lokaler Untergrundschwächen/-differenzen. Zwischen anstehendem Baugrund und dem Gründungspolster (horizontal und vertikal) ist ein **Geotextil** (mindestens GRK 3) einzubauen und auf der Oberkante umzuschlagen (mind. 1 m). Das Geotextil dient als Trennschicht und Erhaltung einer dauerhaften Filterstabilität, da sich das Gründungspolster im Frosteindringbereich befindet. Randüberstände des Polsters gegenüber der äußeren Gebäudebegrenzungen sind, unter Zugrundelegung eines Lastausbreitungswinkels von 45°, zu beachten. Es wird empfohlen, das Gründungspolster beider Bauwerke miteinander zu verbinden, um die Tragwirkung des Geogitters zu verbessern bzw. optimal auszunutzen.

Auf dem Gründungspolster ist ein **Qualitätsnachweis** (mit $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v1} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ sowie $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,1$) durch **mindestens einen statischen Plattendruckversuch nach DIN 18134** zu erbringen.

- **Gründungsvorschlag für Food&Drink-/Toilettengebäude**

Für das massive, nicht unterkellerte Gebäude, das eine Food&Drink-Station sowie Toilette beherbergen soll, wird eine **Gründungsplatte aus Stahlbeton auf geotextilummanteltem Gründungspolster** (in Analogie zu den Trafo-/Umspannstationen) empfohlen. Eine Geogitterbewehrung kann hier entfallen, da das Gründungspolster mächtiger herzustellen ist (bei einer Dicke der Gründungsplatte von ca. 0,2 m ist ein ca. 0,8 m mächtiges Gründungspolster erforderlich). Die Gründungssohle (UK Gründungspolster) ist frostsicher, mindestens 1,0 m unter endgültigem Gelände, in/auf dem Geschiebemergel der Baugrundsicht 2 herzustellen.

- **Gründungsvorschlag für die Ladesäulen**

Die Ladesäulen sollten auf einem gemeinsamen **Streifenfundament** errichtet werden. Dieses Streifenfundament aus Stahlbeton ist **frostsicher, mindestens 1,0 m unter endgültigem Gelände**, einzubinden. Alternativ könnte das bewehrte Streifenfundament mit geringerer Mächtigkeit ausgeführt werden, mit einem darunter liegenden, geotextilummantelten Gründungspolster in ebenfalls frostsicherer Tiefe (analog zum Gründungspolster für die Trafo-/Umspannstationen, ohne zwingende Notwendigkeit eines Geogitters).

- **Gründungsvorschlag für die Verkehrsflächenbefestigungen**

Für die Dimensionierung des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß *RStO 12/24 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen)* wurde planungsseitig die **Belastungsklasse Bk1,0** zugrunde gelegt. Bei Bk1,0 ist eine geringe bis durchschnittliche Befahrung mit Schwerverkehr abgedeckt. Sollte eine häufigere Belastung durch Schwerverkehr zu erwarten sein, ist die Belastungsklasse entsprechend der erwarteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge zu erhöhen (genaue Bemessung durch entsprechenden Fachplaner).

Bei der Belastungsklasse Bk1,0 wird eine **Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,70 m** (0,60 m Ausgangswert + 0,05 m infolge Frosteinwirkungszone II + 0,05 m infolge Schichtwasserverhältnisse – genaue Bemessung durch entsprechenden Fachplaner) notwendig, wenn der Untergrund ausreichend tragfähig ($E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$) ist (dies könnte im Bereich der Aufschlusspunkte A1 bis A4 bis 0,8 m unter derzeitiger GOF erreichbar sein, im Bereich des Aufschlusspunkts A5 und ggf. im Bereich der westlichen Verkehrsflächen eher nicht). Kann der geforderte **E_{v2} -Wert von mindestens 45 MN/m²** nicht erreicht werden, wird zur Untergrundverbesserung unter dem eigentlichen Straßenaufbau der Einbau eines **mindestens 0,3 m mächtigen Polsters** (Materialanforderungen s. Abschnitt 4.2 und Anlage 8.0) empfohlen. Qualitätsnachweise (E_{v2} -Wert $\geq 45 \text{ MN/m}^2$) sind auf dem Planum bzw. Polster zu erbringen. Das Anlegen eines Probefelds vor Beginn der Bauausführung ist empfehlenswert.

Zwischen dem anstehenden Untergrund mit Feinkornbestandteilen (Geschiebemergel der Baugrundsicht 2) und dem frostsicheren Straßenaufbau (ggf. mit Polster) ist ein **Trennvlies/Geotextil** (mindestens GRK 4, z.B. Secutex® der Fa. Naue, HaTe®-Vliesstoffe der Fa. Huesker, o.a.) anzuordnen (horizontal und vertikal), um eine dauerhafte Filterstabilität und Frostunempfindlichkeit des darüber aufzubauenden Polstermaterials/Straßenaufbaus zu gewährleisten.

- **Weitere konstruktive Hinweise für die Gründungen**

Die **Gründungssohle** der einzelnen Bauteile bzw. baulichen Anlagen, ist in der Baugrundsicht 2 herzustellen, unter Beachtung der jeweiligen Randbedingungen und Zusatzmaßnahmen (s. oben). Der Ober-/Mutterboden der Schicht 1 ist in jedem Fall zu entfernen.

Da der Geschiebemergel der Baugrundsicht 2 stark frostveränderlich (F3) ist und das Baufeld laut *RStO 12/24* in der Frosteinwirkungszone II liegt, sind generell **frostfreie Gründungstiefen** bei baulichen Anlagen von **mindestens 1,0 m** unter endgültigem Gelände einzuhalten. Es ist zu beachten, dass eine Frostausbreitung in vertikaler als auch horizontaler Richtung erfolgt und beispielsweise ungedämmte Fundamente durchdringt.

Bäume und Bepflanzungen sind in ausreichendem Abstand von den Bauwerken zu halten, sodass Wurzelwerk keinen schädigenden Einfluss auf die Gründung bzw. die Bauwerksabdichtung ausüben kann. Überschlägig gilt, dass bei Tiefwurzlern der Durchmesser der Wurzelkrone in etwa der zu erwartenden Baumkrone entspricht. Bei Flachwurzlern kann der Wurzelballendurchmesser 1,5- bis 2-mal so groß werden wie die Baumkrone im ausgewachsenen Zustand selbst. Es ist ein ausreichender Abstand zwischen Bauwerken und Bäumen sicherzustellen, sodass die maximale Ausbreitung der Wurzelkrone nicht an das Bauwerk und insbesondere dessen Gründungselemente heran reicht. Insbesondere leichte Aufbauten sind durch Wurzelwachstum gefährdet.

- **Hinweise zu erdstatischen Berechnungen, zulässige Bodenpressungen, Baugrundverformungen**

Wird das Gründungspolster fachgerecht eingebaut und ordnungsgemäß verdichtet, können die unter Abschnitt 3.6 angegebenen Werte für das Planum verwendet werden. **Qualitätsnachweise** ($E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$, $E_{v1} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ und Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,1$) sind durch entsprechende **statische Plattendruckversuche nach DIN 18134** zu erbringen.

Die Berechnung von Einzel- und Streifen Gründungen über zulässige Bodenpressungen zu σ_0 bzw. **Anwendung des Vereinfachten Nachweises in Regelfällen** nach DIN 1054 (2010) **auf Grundlage des Bemessungswertes des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$** kann nur auf bindigen Böden mit **mindestens steifer Konsistenz** und nichtbindigen Böden mit **mindestens mitteldichter Lagerung** erfolgen. Diese Voraussetzung ist für den Geschiebemergel der Baugrundsicht 2 nicht flächendeckend erfüllt. In nachfolgender Tabelle 4 sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstands für einen UL/UM mit steifer Konsistenz. Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Da die Anwendungsvoraussetzungen nicht flächendeckend erfüllt sind, dürfen die in Tab. 4 angegebenen Werte **lediglich zur überschläglichen Vordimensionierung** verwendet werden.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert d. Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] für UL/UM mit steifer Konsistenz
0,50	170
1,00	200
1,50	220
2,00	250

Tab. 4: Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ in kN/m² für Streifenfundamente mit b bzw. b' von 0,50 bis 2,00 m für die Schicht 2

Hinweis: Die in der Tabelle 4 angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054 (2010) entsprechen nicht den zulässigen Bodenpressungen zu σ_0 nach DIN 1054 (2005) ($\sigma_{R,d} = 1,4 \cdot \text{zul } \sigma_0$).

Die Tabellenwerte dürfen bei Rechteckfundamenten um 20 % erhöht werden, wenn das Verhältnis von Fundamentlänge a zu Fundamentbreite b kleiner als 2 ist.

Bei Fundamentbreiten $2,0 \text{ m} < b_B \leq 5,0 \text{ m}$ sind die Tabellenwerte um 10 % je m zusätzlicher Fundamentbreite zu vermindern.

Kann der Vereinfachte Nachweis in Regelfällen nicht angewendet werden (und dies trifft im vorliegenden Fall zu), sind die Standsicherheitsuntersuchungen von Einzel- und Streifen Gründungen, wie der **Grundbruchsicherheitsnachweis nach DIN 4017** sowie der **Gleit- und der Kippsicherheitsnachweis (begrenzte Ausmitte) nach DIN 1054** zu erbringen.

Setzungsberechnungen (mittlere Setzungen und Fundamentverdrehungen) unter Zugrundelegung der tatsächlichen Lasten und Fundamentabmessungen, **sind in jedem Fall durchzuführen.**

Gemäß DIN 4149 sowie EC8 liegt das Untersuchungsgebiet **außerhalb** der angegebenen **Erdbebenzonen**. Folglich sind keine zusätzlichen Nachweise hinsichtlich Erdbebenlasten zu erbringen.

4.2 Empfehlung zum Erdbau – Baugrube und Gründungsplanum

• Anlegen von Baugruben

Sofern die örtlichen Gegebenheiten es zulassen, können Teile der Baugrube bzw. Fundamentgräben mit geböschten Wänden angelegt werden. Die am Standort erkundeten Böden der Schichten 1 und 2a sind aufgrund ihrer Kornzusammensetzung wasserempfindlich. Baugruben sind gegen schädigenden Wassereinfluss (Überflutung, Erosion, Aufweichung) zu schützen (z.B. Folien, Netze).

Ohne rechnerischen Nachweis beträgt der **zulässige Böschungswinkel für temporäre Bauwerke** in Anlehnung an Punkt 4.2.4 der DIN 4124:

- $\beta = 45^\circ$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden (hier: Schichten 1 und 2)
- $\beta = 60^\circ$ bei mindestens steifen bindigen Böden
- $\beta = 80^\circ$ bei Fels,

wenn an den Böschungskronen keine nennenswerten Verkehrs-, Kran- und Stapellasten wirksam werden. **Lastfreie Streifen** neben der Böschungskrone von 0,60 m bei Böschungswinkeln bis 45° und 1,25 m bis 60° sind erforderlich. **Baugeräte** (dazu zählen u.a. Bagger, Hebezeuge, Radlader, Walzen sowie Fahrzeuge, die rückwärts an die Baugrube fahren, um die Ladung abzukippen) mit einem Gesamtgewicht bis 12 t müssen **Abstände zur Böschungskrone** von mindestens 1 m und Baugeräte von 12 t bis 40 t Gesamtgewicht von 2 m einhalten. Bei Böschungshöhen über 3 m sind **Bermen** von 1,5 m Breite vorzusehen.

Sollten davon abweichend steilere, ungesicherte Böschungen ausgebildet werden, so ist die **Böschungsstabilität gesondert statisch nachzuweisen** (nach EC 7-1, DIN 1054 und DIN 4084). Eine ungesicherte, freie Standhöhe vertikaler, unbelasteter Baugrubenwände darf 1,25 m nicht überschreiten. Ggf. sind Baugrubenverbau (z.B. Spundwände, Trägerbohlwände, Kanaldielen, Stahlplatten mit Aussteifungen (mittig- oder randgestützt) – sogenannter Kringsverbau, o.Ä.) unter Beachtung der DIN 4124 auszuführen. Bei Verbautiefen von über 2 m ist der Verbau bis mindestens 10 cm über Geländeoberfläche zu führen.

Stand sicherheitsnachweise nach EC 7-1, DIN 1054 und DIN 4084 sind auch dann erforderlich, wenn (hier höchstwahrscheinlich nicht erforderlich):

- die Baugrube tiefer als 5 m ist (unabhängig davon ob mit oder ohne Verbau)
- Gebäude, Leitungen, bauliche Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden
- das Gelände neben der Böschung mehr als 1:10 ansteigt oder unmittelbar neben dem Schutzstreifen von 0,60 m bzw. 1,25 m Erdaufschüttungen mit einer Steigung von mehr als 1:2 bzw. Stapellasten von mehr als 10 kN/m² zu erwarten sind

Bei Einwirkung von Frost, Austrocknung/Trockenheit und Oberflächenwasser/Erosion auf die Böschungsoberfläche ist die Böschungsneigung zu verringern oder entsprechend zu sichern (z.B. Planen/Folien zur Abdeckung der Böschung). Weitere grundsätzliche Forderungen und Hinweise der DIN 4124 sind zu beachten.

- **Herstellen der Gründungssohlen**

Die am Standort erkundeten Böden der Schichten 1 und 2a sind, bedingt durch den hohen Feinkornanteil (2b geringer), witterungs- und bewegungsempfindlich. Sie erfahren eine Verschlechterung ihrer Zustandsform, sobald sie im wassergesättigten Zustand oder bei Einwirkung von Oberflächenwasser mechanisch beansprucht werden.

Eine in den Bodenklassen 1/2/4/5 (hier: Schichten 1 und 2) errichtete Aushubsohle darf auf keinen Fall direkt befahren werden. Der Baugrubenaushub hat entweder rückschreitend mit einem Bagger oder von außen mit einem Tieflöffelbagger zu erfolgen. Um den vorhandenen natürlichen Lagerungszustand so wenig wie möglich zu stören, muss der für den Bodenaushub eingesetzte Bagger eine glatte Schneide aufweisen (Weitere Forderungen: s. ZTV-ING, Teil 2 – Grundbau, Abschnitt 1 – Baugruben, Absatz 5).

Wegen der Wasserveränderlichkeit des oberflächennahen Bodens darf nur auf trockener Planumssohle gebaut bzw. betoniert werden. Anfallendes Oberflächen- und Schichtenwasser ist abzupumpen, aufgeweichte Bodenschichten sind grundsätzlich zu entfernen und durch geeignetes, gut verdichtungsfähiges Material (s. Anlage 8.0) zu ersetzen.

Die freigelegten Erdbereiche sollten umgehend mit einer Lage Grobkornmaterial (mindestens 0,30 m mächtig) als Sauberkeits-/Konstruktionsschicht bewegungssicher abgedeckt und damit zwischenzeitlich wirkungsvoll geschützt werden, um ein witterungs- und begehungsfestes Planum zu erhalten.

Für solch eine **Stabilisierungsschicht/Gründungspolster** bzw. **frostsicheren Straßenaufbau** eignen sich folgende grobkörnige Materialien:

- Mineralgemische 0/32, 0/45 bzw. 0/56 aus gebrochenem Hartnaturstein und Betonrecycling
- natürliche Mineralgemische 0/32, 0/45 bzw. 0/56, z.B. Gruben- und Frostschutzkies

Die vorgeschriebenen Sieblinienbereiche für die Mineralgemische sind aus Anlage 8.0 zu entnehmen. Bei Einhaltung dieser Sieblinienbereiche ist die **Frostsicherheit** gegeben.

Diese Grobkornlage ist bereits Bestandteil eines in Abschnitt 4.1 empfohlenen Gründungspolsters und kann ebenfalls als kapillarbrechende Schicht fungieren und dient gleichzeitig als Flächendrän.

Da mit der Baugrundsicht 2 stark frostveränderlicher Boden (F3) am Standort erkundet wurde, sollte der **Erdbau nicht im Winter** erfolgen.

4.3 Empfehlungen für Wasserhaltung, Feuchtigkeitsschutz und Versickerung

- **Wasserhaltung während der Erdbauarbeiten**

Während der Erdbauarbeiten, die in **trockeneren Jahreszeiten** (nicht im Herbst, im Winter oder im zeitigen Frühjahr) durchgeführt werden sollen, sind bezüglich des klimatisch bedingt anfallenden Oberflächenwassers (Regen-, Schmelz- und Hangwasser) Maßnahmen zur offenen Wasserhaltung in der Baugrube vorzuhalten (gilt insbesondere für die Baugruben der Dachfundamente in/auf Schicht 2). Die Anordnung von **Pumpensümpfen mit Söffelpumpe** ist empfehlenswert.

Gründungsplanen auf bindigem Untergrund (hier: insbesondere Schicht 2a) sind mit einer Neigung von mindestens 2 % in Richtung der Wassergräben bzw. Pumpensumpf (hier: vorzugsweise in südliche Richtung) auszubilden. Somit wird das Planum bauzeitlich entwässert und der Polster-/Straßenaufbau dräniert.

- **Feuchtigkeitsschutz für die abgeschlossene Baumaßnahme**

Die geplanten baulichen Anlagen werden nicht unterkellert. Lediglich die Trafo-/Umspannstationen werden ca. 0,8 m in das umgebende Erdreich einbinden. Grund- bzw. Schichtenwasser wurde am Aufschlussstag nur bei den Aufschlusspunkten A2 (3,0 m unter GOF) und A3 (2,7m unter GOF) angetroffen (s. Abschnitt 3.4 – *Bewertung der Grund-/Schichtwassersituation*).

Mit **Sicker-, Schichten- und Hangwasser** ist nach stärkeren Niederschlägen sowie Tauperioden bereits oberflächennah zu rechnen. **Stauanässe** kann sich über den feinkörnigen Bereichen bilden. **Bemessungswasserstand** für die konstruktive Durchbildung (Abdichtung) der zu errichtenden baulichen Anlagen ist folglich die **Geländeoberfläche**.

Die in das Erdreich einbindenden **Trafo-/Umspannstationen** können somit drückendem Wasser ausgesetzt sein. Folglich sind die erdeinbindenden Gebäudeteile als „**Schwarze**“ oder „**Weißer Wanne**“ auszubilden. Hierfür ist die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (bei mäßiger Einwirkung von drückendem Wasser mit ≤ 3 m Eintauchtiefe) nach DIN 18533 zugrunde zulegen

Alle weiteren erdberührenden Bauteile sind gegen **nicht drückendes Wasser** (DIN 18533) abzudichten. Dabei ist die **Wassereinwirkungsklasse W1.1-E** (bei Bodenfeuchte und nicht drückendem Wasser bei Bodenplatten und erdberührenden Wänden) zugrunde zulegen.

Für die Abdichtung von Bodenplatten mit W1.1-E können Bitumenstoffe (nackte Bitumenbahnen, Bitumen- und Polymerbitumenbahnen entsprechend DIN 18533, Teil 2), Kunststoff- oder Elastomerbahnen (nach DIN 18533, Teil 2) oder flüssig zu verarbeitende Abdichtungsstoffe (nach DIN 18533, Teil 3) Verwendung finden.

Im Nutzungszustand, nach Beendigung der Baumaßnahmen ist anfallendes Oberflächenwasser ordnungsgemäß zu sammeln und abzuführen (von Bauwerken weg geneigte Oberflächenbefestigungen und gefasste Abläufe).

- **Versickerung von Niederschlagswasser**

Der für die Bemessung/Dimensionierung von Versickerungsanlagen ermittelte Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,18 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ (**charakteristischer Wert** ohne Abminderung durch Sicherheitsbeiwert) **deutet auf eine mäßige bis schwache Wasserdurchlässigkeit** des Geschiebemergels der Schicht 2 (Mg: UI-UM + SU-SU*) hin (s. Abschnitt 3.5 – *Wasseraufnahmevermögen/Versickerungsfähigkeit des Baugrunds*).

Nach Empfehlungen des Regelwerks DWA-A 138 liegt der **versickerungsrelevante Bereich** bei $k_f = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ bis } 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$. Der am Standort ermittelte Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,18 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ liegt folglich im unteren Bereich zur Realisierung geeigneter/wirkungsvoller Versickerungsanlagen.

Auf nicht versiegelten Verkehrsflächen (z.B. Ökopflaster, Schotterrasen) oder Freiflächen ist eine **passive Versickerung** von Niederschlagswasser **gegeben**. Eine wirkungsvolle, aktive Versickerung von konzentriert gesammelten Niederschlagswässern ist in der Schicht 2 möglich.

Wie im Abschnitt 4.1 (*Gründungsempfehlungen mit konstruktiven und statischen Hinweisen*) empfohlen, ist der frostsichere Oberbau der Verkehrsflächen auf dem Geschiebemergel der Schicht 2 herzustellen. Der frostsichere Oberbau besitzt gute Wasserdurchlässigkeitseigenschaften und kann als Flächendrän bzw. Flächenversickerung herangezogen werden. Es wird daher empfohlen, das gesammelte Niederschlagswasser über **unterirdische Rigolen im Verkehrsflächenbereich** zu versickern. Alternativ können Muldenversickerungen (ggf. als Ökoteich) außerhalb der befestigten Flächen (z.B. östlich der Ladestation) Anwendung finden.

Versickerungsanlagen sind nach Arbeitsblatt DWA-A 117 (*Bemessung von Regenrückhalte-räumen*) zu dimensionieren und entsprechend DWA-A 138 (*Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*) zu konzipieren.

Die Versickerungsanlagen sollten einen **horizontalen Abstand von mindestens 5 m zum Überdachungsfundament** einhalten.

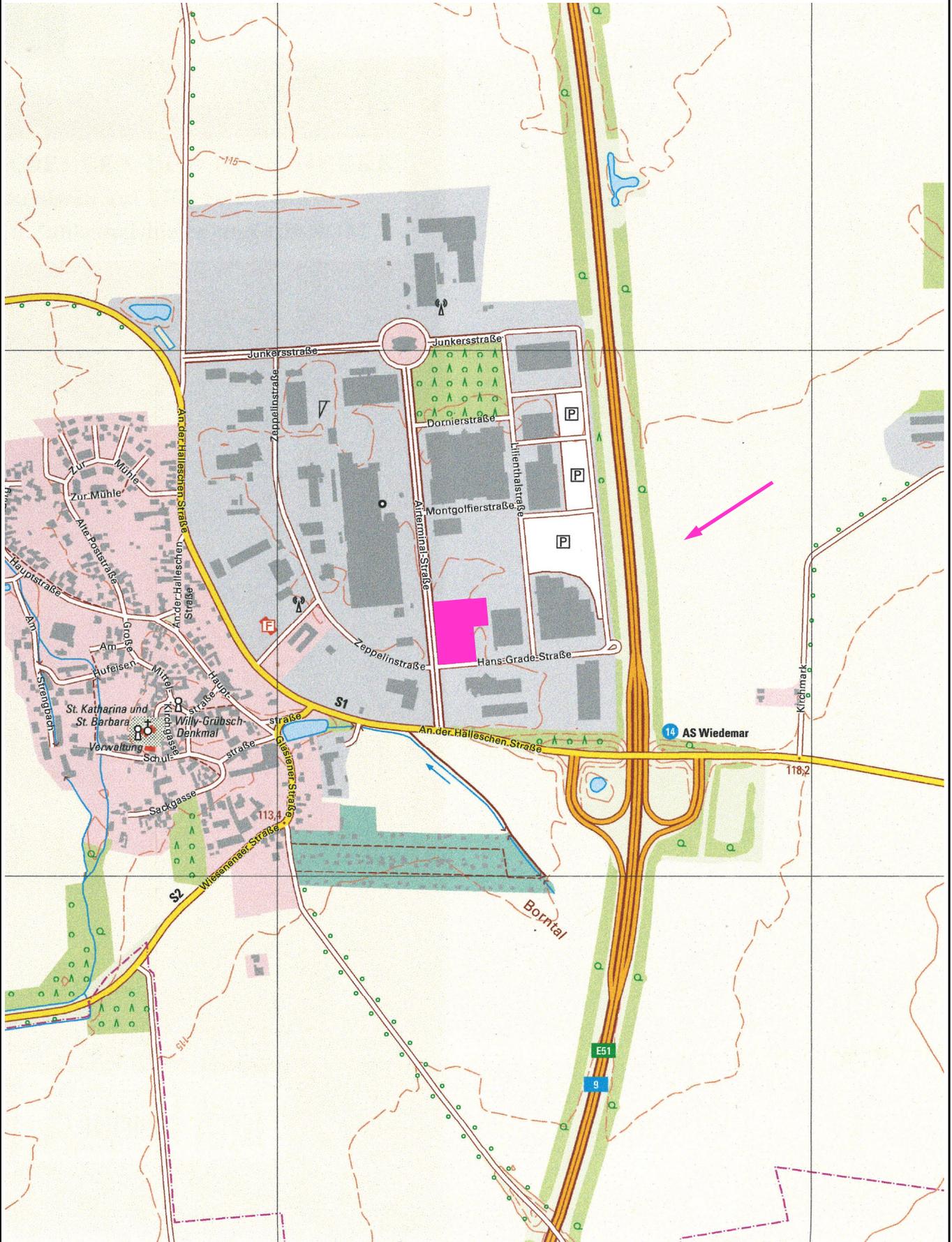
Aufgrund der zunehmenden Starkniederschlagsereignisse/Extremwettersituationen der letzten Jahre/Jahrzehnte ist eine Berücksichtigung entsprechender Überlauf- bzw. Ablaufmöglichkeiten empfehlenswert.

5. Schlussbemerkungen

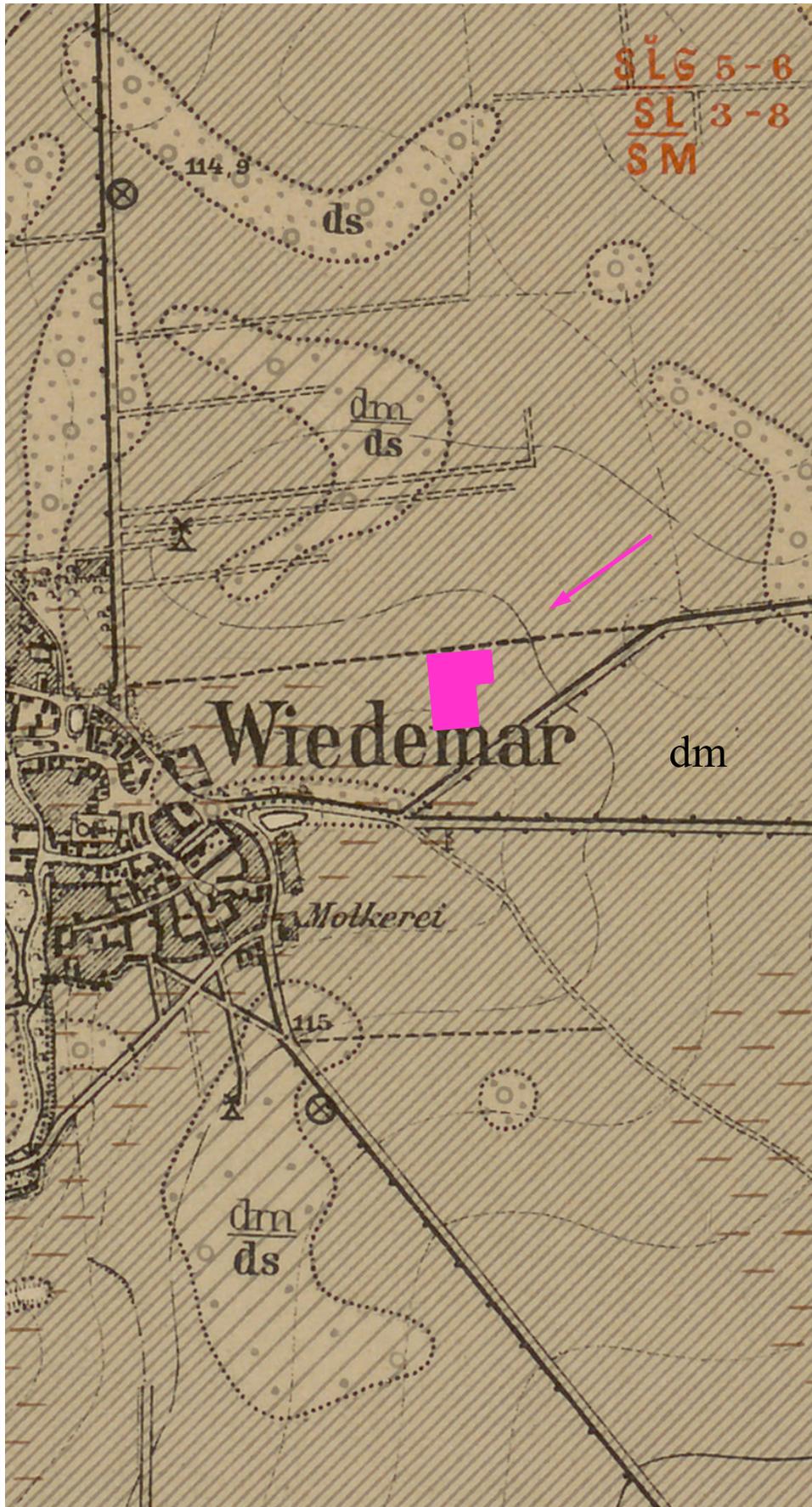
Hinsichtlich der weiterführenden geo- und bautechnischen Planungsarbeiten und Baubetreuung werden folgende abschließende Empfehlungen ausgesprochen:

1. Die zur Ausarbeitung des vorliegenden Geotechnischen Berichts (Baugrundgutachten) 69/24 durchgeführten Erkundungsarbeiten wurden entsprechend des vereinbarten Leistungsumfangs erbracht. Weitere Unterlagen, aufgeführt im Abschnitt *Quellen- und Unterlagenverzeichnis* wurden für die Einschätzung der Baugrundsituation herangezogen.
2. Der vorliegende Geotechnische Bericht 69/24 basiert auf punktuellen Aufschlüssen. Sollten sich im Zuge der Baumaßnahme Abweichungen zu der erkundeten Baugrundsituation und demzufolge auch zu den Aussagen des vorliegenden Gutachtens ergeben, wird um eine umgehende Information und Hinzuziehung gebeten.
3. Die Roh- und Gründungsplanen sollten durch einen Baugrundgutachter abgenommen werden. Eine **geotechnische Baubetreuung** während der Tiefbauarbeiten durch den Baugrundgutachter ist **empfehlenswert**.
4. Auf den Gründungspolstern (s. Abschnitt 4.1) für die Hochbauwerke sind **statische Plattendruckversuche nach DIN 18134** (mit: $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v1} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ sowie $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,1$) zu erbringen. Qualitätsnachweise für das Planum im Bereich der Verkehrsflächenbefestigungen ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) sind erforderlich.
Für das Polstermaterial bzw. den frostsicheren Oberbau ist die **Korngrößenverteilung nach DIN EN 933-1** zu ermitteln und die Einhaltung der Sieblinienbereiche (s. Anlage 7.0) nachzuweisen bzw. ein entsprechendes Zertifikat des Lieferanten sowie ein Lieferschein vorzulegen.
5. Der erarbeitete Geotechnische Bericht (Baugrundgutachten) 69/24 bezieht sich vertragsgemäß auf den **Neubau eines E-Ladehubs (mit solarbedeckten Überdachungen, Ladesäulen und Trafo-/Umspannstationen) in der Hans-Grade-Straße 1 in 04509 Wiedemar (Gemarkung Wiedemar, Flur 3, Flurstück 24/74)**. Eine Anwendung bzw. auch nur auszugsweise Verwendung für andere Bauvorhaben am Standort ist aus formal rechtlichen sowie fachlichen Gründen ohne Absprache bzw. Genehmigung durch den Verfasser **nicht zulässig**.
6. Auf Grundlage des bestehenden Urheberrechtsgesetzes (UrhG) ist eine Veröffentlichung (z.B. Internet) des vorliegenden Geotechnischen Berichts 69/24 vollständig sowie auch in Auszügen **nicht gestattet**. Eine Weitergabe an unbeteiligte Dritte ist ausdrücklich **untersagt**.

Auszug aus der topografischen Karte 4539-NW, M = 1:10.000 mit Flurstück



Auszug aus der geologischen Karte 4539, M = 1:10.000 mit Flurstück



Farben- und Zeichen-Erklärung

Alluvium	Das Formationszeichen a ist hier und in den übrigen Teilen der Karte weglassen	Wasser	
Schwarzerde		Humoser Sand oder humoser lehmiger Sand mit verschiedenem Untergrunde	
Abrutsch- und Abschlämm-Massen		Verschieden je nach dem Ursprung	
Böhm. d. jüngst. Eiszeit	Löß (Lößlehm) in dünner Decke auf älteren Bildungen	Feinsand auf verschiedenem Untergrund	
	Sand, z. T. auf Geschiebemergel	Sand und kiesiger Sand, meist trocken	
Diluvium	Bildungen der letzten und vorletzten Eiszeit	Geschiebemergel, oberflächlich entkalkt	Lehm, Sand bis Lehm auf schwer durchl. Lehm und Mergel
		Geschiebemergel in dünner Decke oder meist zu Lehm verwittert auf Sand oder Tonmergel	Lehm, Sand auf schwer durchl. Lehm u. durchl. Sand
		Geschiebemergel der dritten Vereisung in dünner Decke auf Rabutzer Beckenton	Lehmiger Sand auf undurchl. Ton
			Lehmiger Sand auf Rabutzer Beckenton
			Lehmiger Sand auf Rabutzer Beckenton
Miocän		Kohle	
Unteres Rotliegendes		Sandsteine und Letten	
		Aufgefüllter Boden	
		Grenze von Schichten an der Oberfläche	
		Entnahmepunkt für Bodenproben	
		Sand, Kies, kleine Geschiebe	
		Tiefbohrloch	
		Das geolog. Zeichen gibt die tiefste Schicht, die beige-schriebene Zahl die Tiefe des Bohrloches in Metern an.	
		Profilinie	

Abkürzungen in der Beschriftung der Schilder
undurchl. = undurchlässig | lehm. = lehmig
durchl. = durchlässig | z.T. = zum Teil

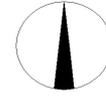
Erklärung der bei Bodenprofilen und agronomischen Einschreibungen benutzten Abkürzungen

- L Lehm oder lehmig
- L^o Löß (entkalkt)
- S Sand oder sandig
- s Feinsand „ feinsandig
- G Kies „ kiesig
- S^l Sandiger Löß
- HL Humoser Lehm
- LS Lehmiger Sand
- SL Sandiger Lehm
- SM Sandiger Mergel
- SLS Sandiger schwach lehmiger Feinsand
- HLs Humoser lehmiger Sand
- o schwach - stark
- s sandstreifig

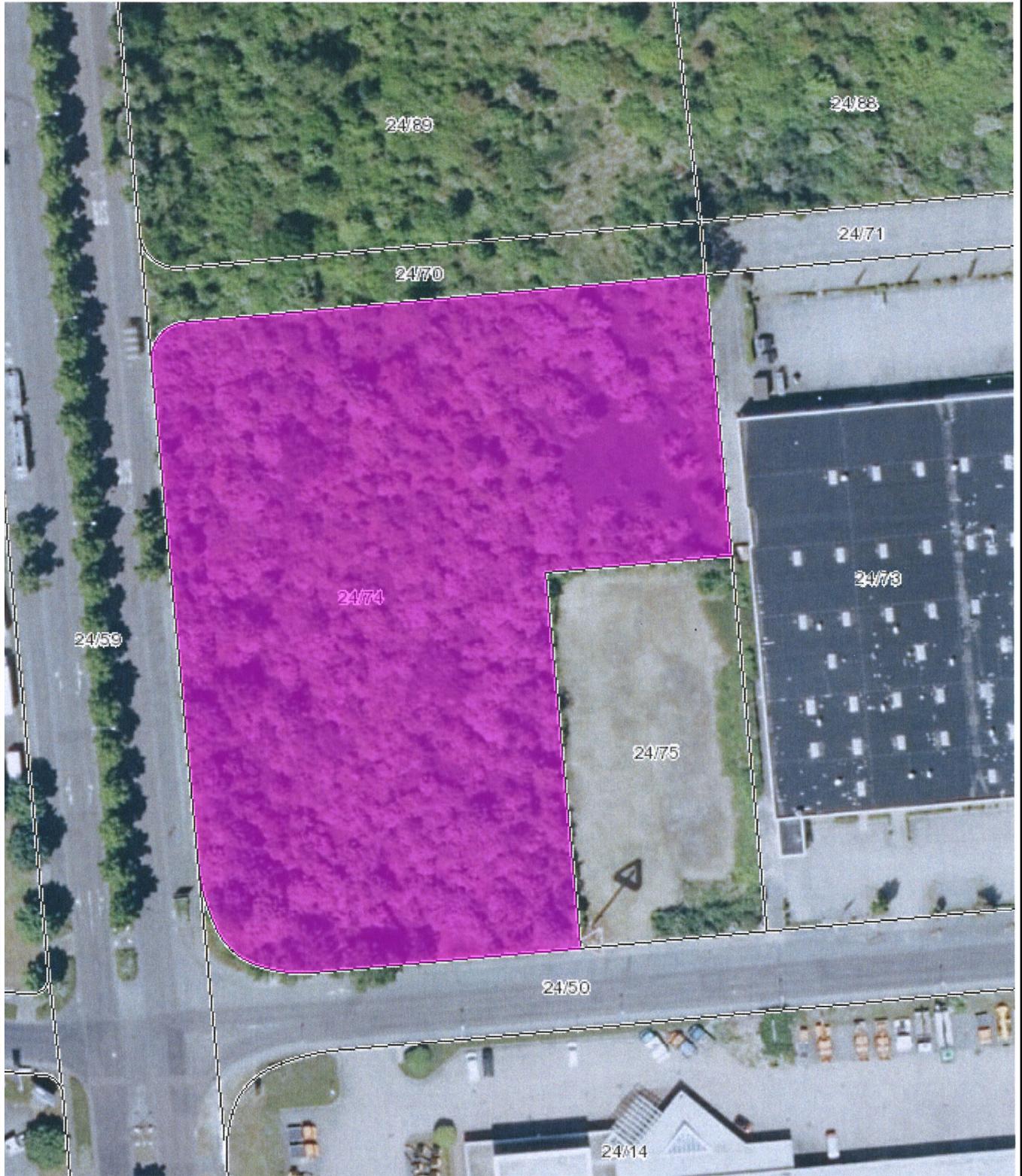
Die rote Zahl bedeutet die Mächtigkeit in Dezimetern.
Der Strich trennt die verschiedenen Bildungen.

Auszug aus dem Liegenschaftskataster, M ≈ 1:1.000 mit Flurstückangabe

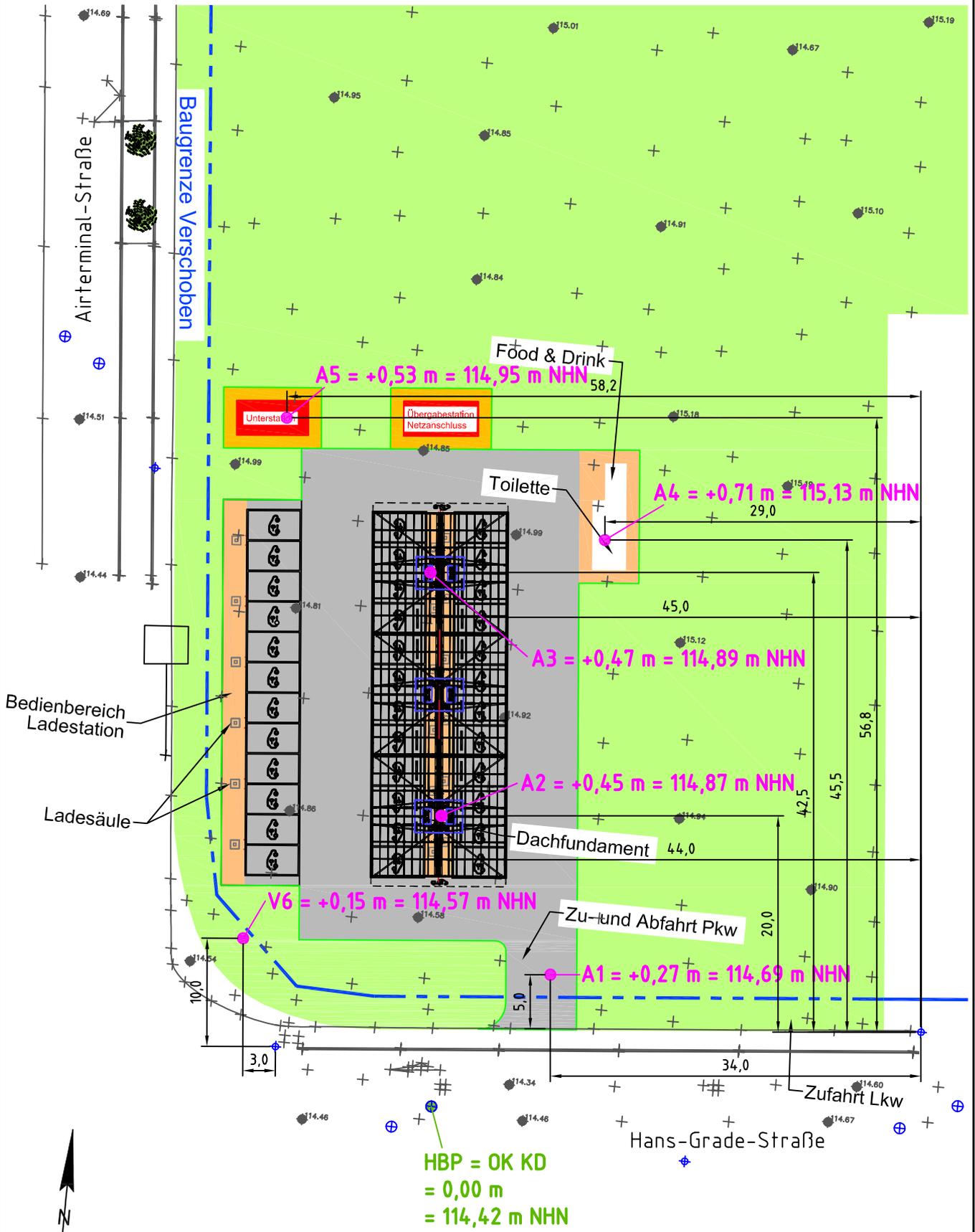
Geoportal Sachsenatlas



10.10.2024



Lageplan, M = 1:500 mit Anordnung Baugrundaufschlüsse, Höhenbezug



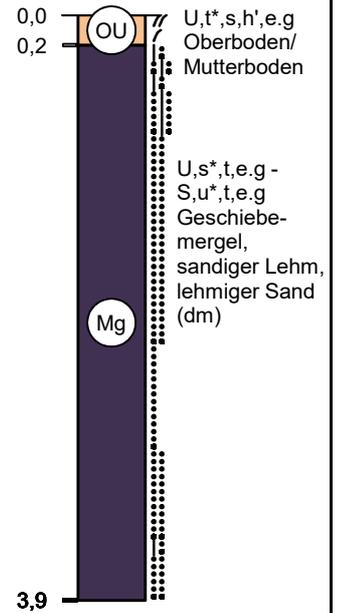
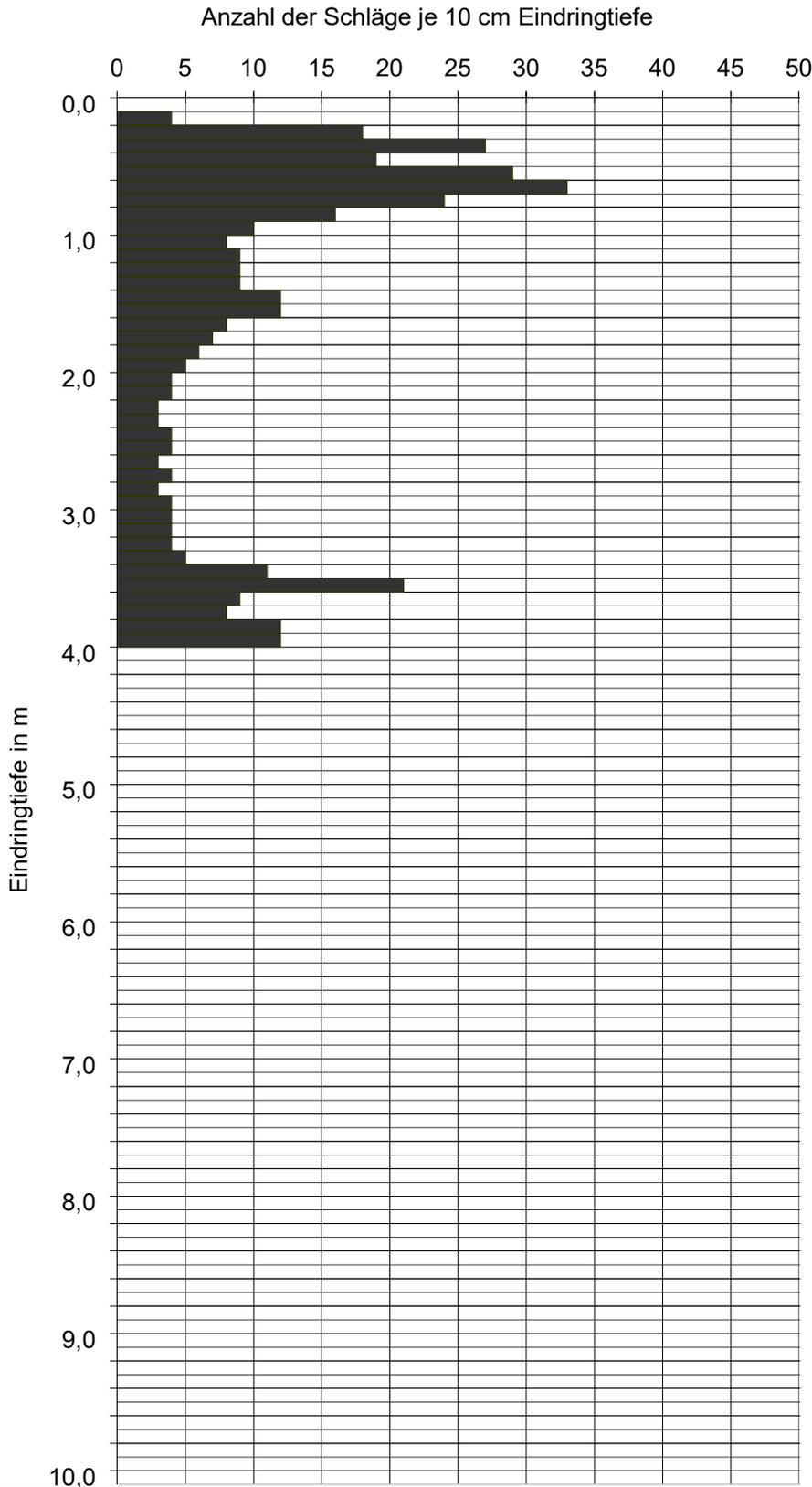
Bilddokumentation zu den Aufschlussarbeiten und zum Höhenbezugspunkt**Bild 1: A2 - Schwere Rammsonde (DPH)****Bild 2: A3 - Rammkernbohrung (RKB)****Bild 3: Höhenbezugspunkt (HBP) = Oberkante Kanaldeckel (OK KD) = $\pm 0,00$ m = 114,42 m NHN**

Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A 1

Höhe Ansatzpunkt: GOF = 0,27 m über HBP = 114,69 m NHN
 Aufschlussdatum: 17.10.2024

Schwere Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2

RKB

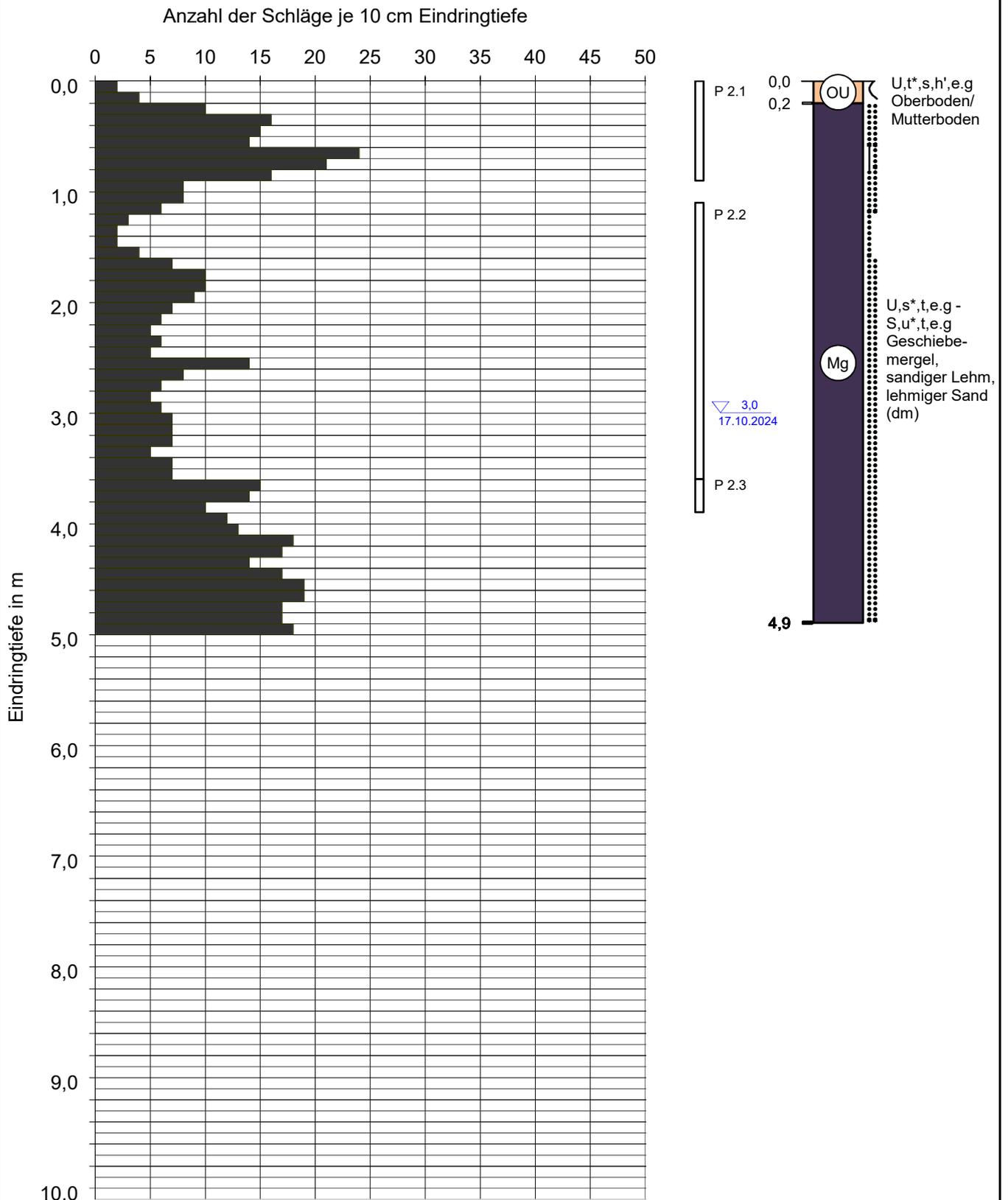


Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A 2

Höhe Ansatzpunkt: GOF = 0,45 m über HBP = 114,87 m NHN
 Aufschlussdatum: 17.10.2024

Schwere Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2

RKB

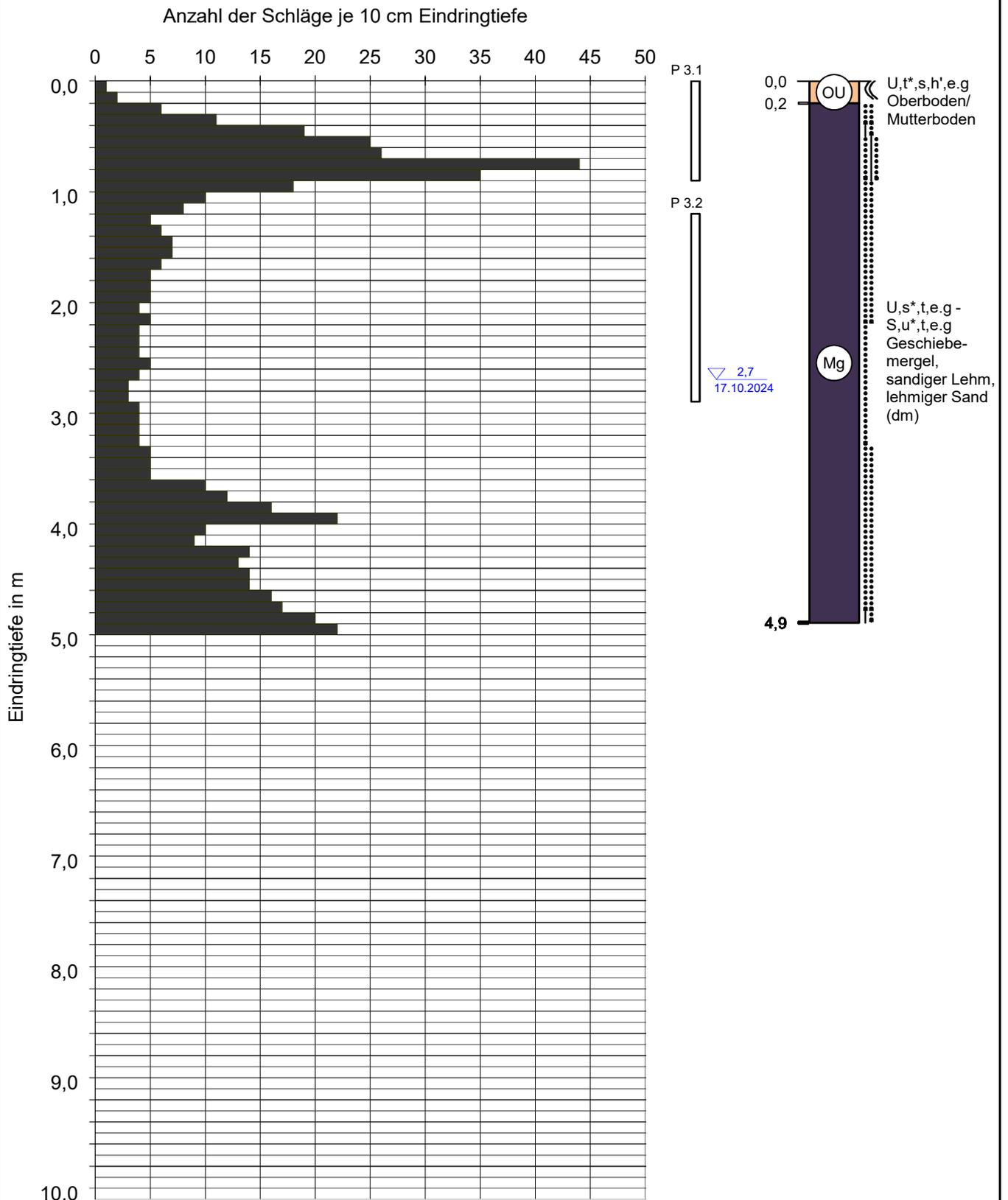


Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A 3

Höhe Ansatzpunkt: GOF = 0,47 m über HBP = 114,89 m NHN
 Aufschlussdatum: 17.10.2024

Schwere Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2

RKB

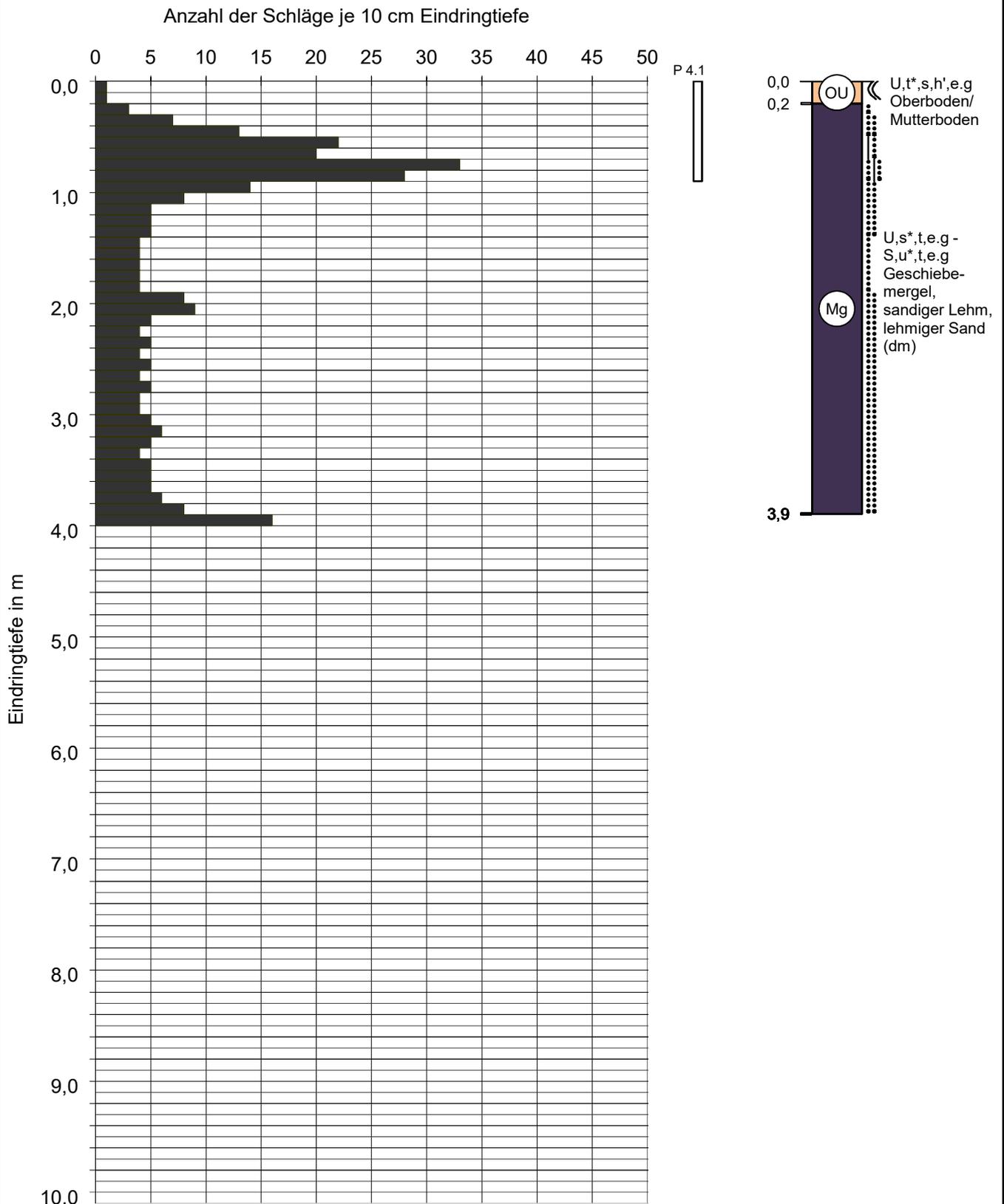


Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A 4

Höhe Ansatzpunkt: GOF = 0,71 m über HBP = 115,13 m NHN
 Aufschlussdatum: 17.10.2024

Schwere Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2

RKB

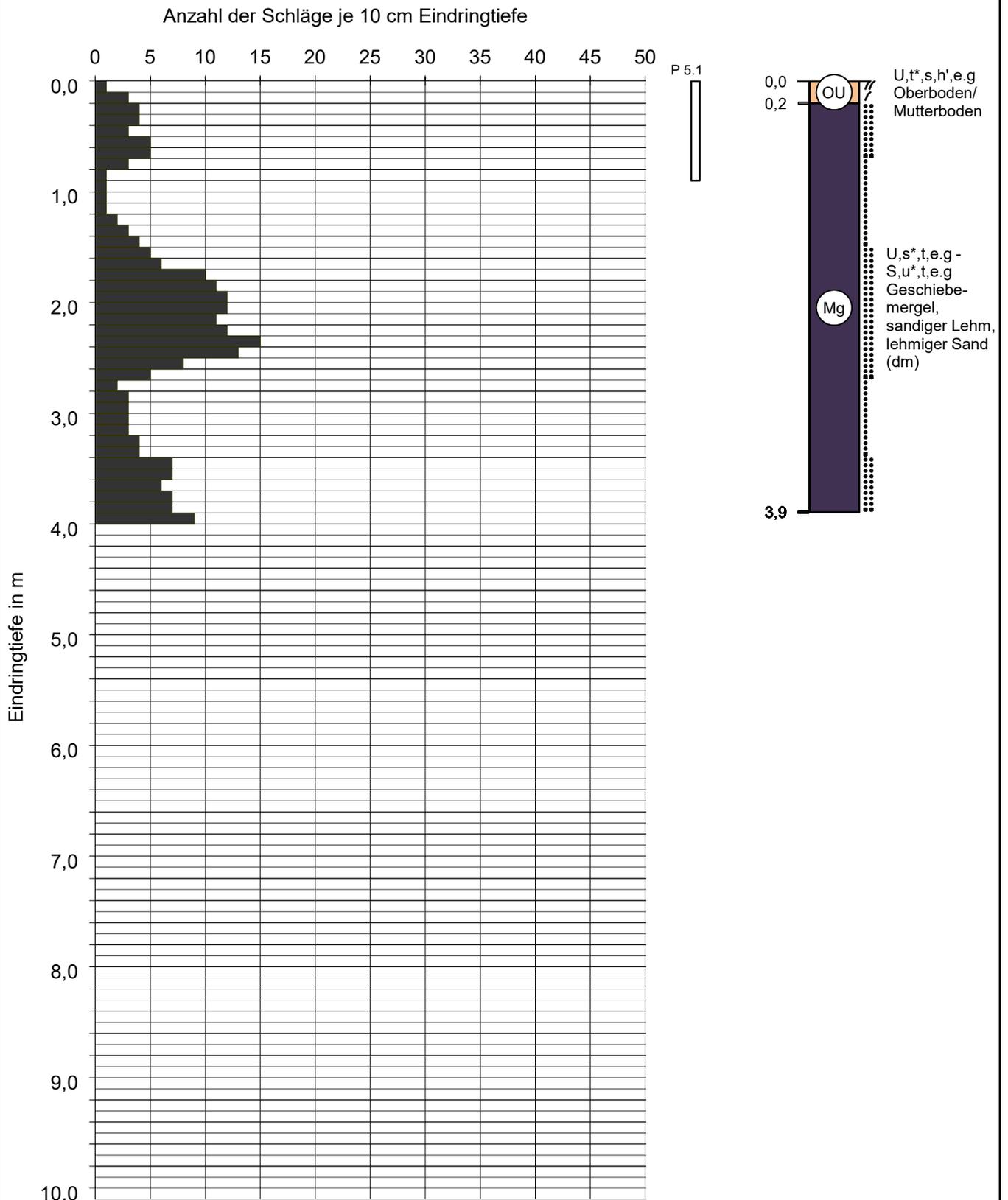


Rammwiderstandslinie und Bohrprofil - Aufschlusspunkt A 5

Höhe Ansatzpunkt: GOF = 0,53 m über HBP = 114,95 m NHN
 Aufschlussdatum: 17.10.2024

Schwere Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2

RKB



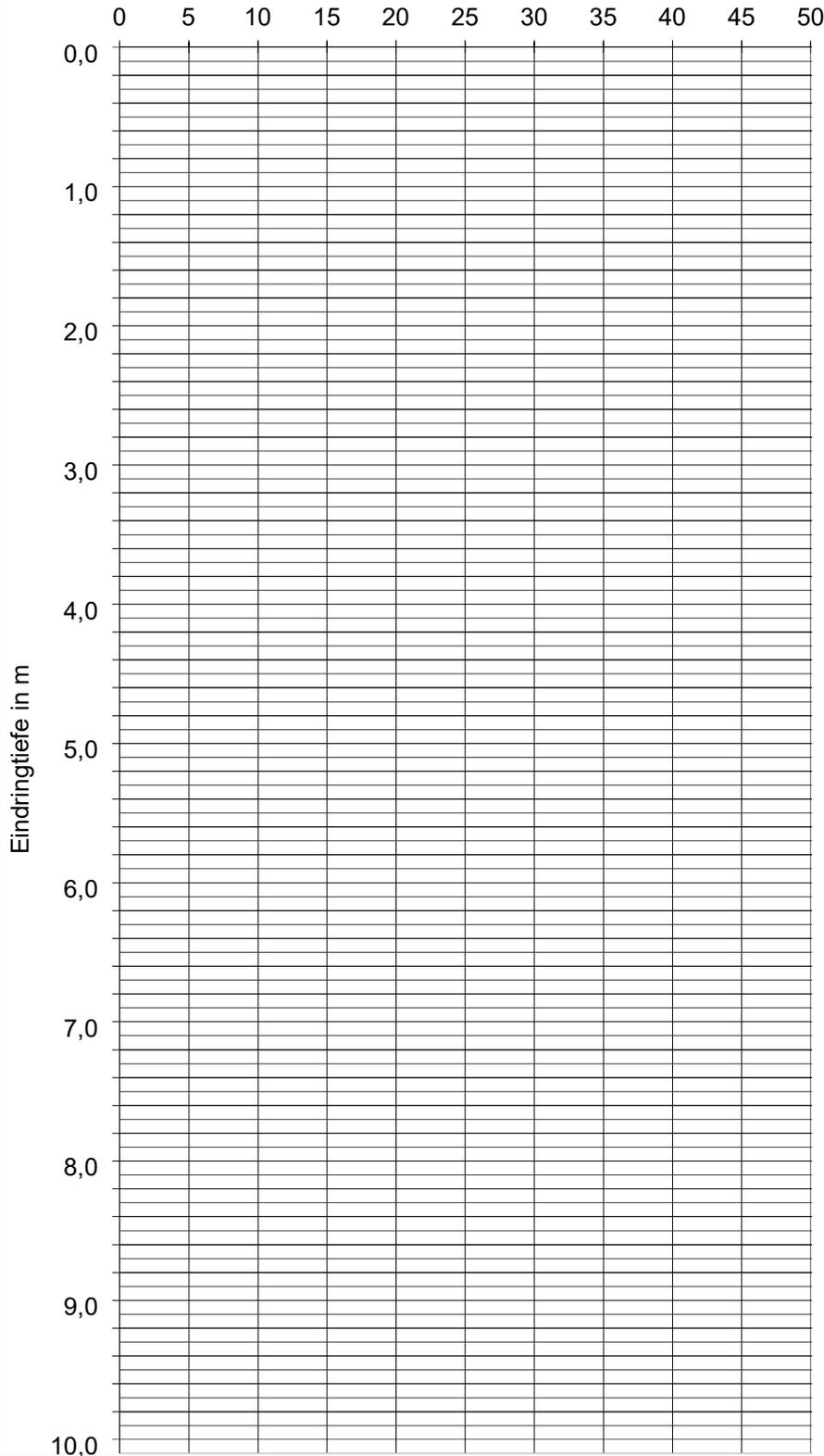
Bohrprofil - Versickerungspunkt V 6

Höhe Ansatzpunkt: GOF = 0,15 m über HBP = 114,57 m NHN
Aufschlussdatum: 17.10.2024

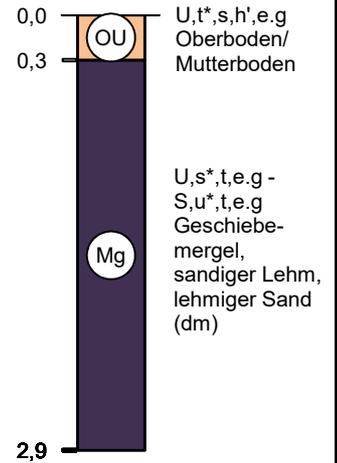
Keine Rammsondierung

RKB

Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringtiefe



P 6.1



Kurzbeschreibung der Bodenarten und Legende nach DIN 4023

Benennung	Kurzform	Farbe	Benennung	Kurzform	Farbe	Benennung	Kurzform	Farbe
Kies	G	gelb	Konglomerat, Brekzie	Ko, Br	gelb	Mutterboden	Mu	gelblich-braun
Grobkies	gG		Sandstein	Sst	orange	Verwitterungslehm, Hanglehm	L	grau
Mittelkies	mG		Schluffstein	Ust	oliv	Hangschutt	Lx	grau
Feinkies	fG		Tonstein	Tst	violett	Geschiebelehm	Lg	grau
Sand	S	orange	Mergelstein	Mst	violett-blau	Geschiebemergel	Mg	violett-blau
Grobsand	gS		Kalkstein, Dolomitstein	Kst, Dst	dunkel-blau	Löß	Lö	oliv
Mittelsand	mS		Anhydrit, Gips	Ahst, Gyst	gelb-grün	Lößlehm	Löl	oliv
Feinsand	fS		Salzgestein	Sast	gelb-grün	Klei, Schlick	KI	lila
Schluff	U	oliv	Verfestigte vulkanische	Vst	grau	Wiesenkalk, Seekalk, Seekreide, Kalkmudde	Wk	hellblau
Ton	T	violett	Steinkohle	Stk	schwarz	Bänderton	Bt	violett
Torf, Humus	H	dunkel-braun	Quarzit	Q	rosa	Mudde (Faulschlamm)	F	lila
Steine	X	gelb	Vulkanite (z. B. Basalt)	Vu	rot	Auffüllung	A	
Blöcke	Y		Plutonite (z. B. Granit)	Pl	rot	Kreidestein	Krst	hellblau
Vulkanische Aschen	V	grau	Massige Metamorphite	Mem	rot	Kalktuff	Ktst	hellblau
Braunkohle	Bk	dunkel-braun	Blättrige, feinschichtige	Meb	violett			

Über der Säule: Schurf = TP (technical point); Bohrung = B

Links der Säule	
Zeichen	Benennung
Proben	
A2 ■ NN+352,1	Probe Nr. 2, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A z. B. aus 19,0 m Tiefe = NN +352,1 m
B1 ☒ NN+114,8	Probe Nr. 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B z. B. aus 5,2 m Tiefe = NN + 114,8 m für Untersuchungen ausgewählt
C1 □ NN+475,7	Probe Nr. 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C z. B. aus 15,5 m Tiefe = NN + 475,7 m
W8 ▲ NN+56,9	Wasserprobe Nr. 8 z. B. aus 11,9 m Tiefe = NN + 56,9 m
	gekernte Strecke
Angaben zum Grundwasser	
▽ 8,9 (2003-09-20)	Grundwasseroberfläche (beim Aufschluss angetroffen) z. B. am 20.09.2003 in 8,9 m unter Gelände angebohrt
▽ 8,9 (2003-09-20) 3 ^h	Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung oder bei Änderung des Wasserspiegels nach seinem Antreffen jeweils mit Angaben der Zeitdifferenz in Stunden (z.B. 3 h) nach Einstellen oder Ruhen z. B. am 20.09.2003 in 8,9 m unter Gelände angebohrt
▼ NN+118,0 2003-05-10	Ruhewasserstand z. B. am 10.05.2003 bei NN +118,0 m in einer Grundwassermessstelle
▽ NN+365,7 (2003-05-10) 10 ^h	Grundwasseranstieg während oder nach Aufschlussstätigkeit z. B. am 10.05.2003 in 10,8 m unter Gelände = NN +365,7 m angebohrt, Anstieg des Wassers bis 5,8 m unter Gelände = NN +365,7 m nach 10 Stunden
▽ NN+11,7 (2003-05-10)	Wasser versickert z. B. am 10.05.2003 in NN +11,7 m
Angaben zum Trennflächengefüge	
135 / 25	Fallrichtung und Fallen von Trennflächen z. B. 25° nach SE: 135/25

Rechts der Säule	
Benennung	Zeichen
nass (Vernässungszone oberhalb des Grundwassers)	∩
klüftig	⚡
Konsistenz feinkörniger Böden	
breiig	∥∥
weich	∩
steif	∥
halbfest	∥
fest	∥∥
Lagerungsdichte grobkörniger Böden	
locker bis sehr locker	•••••
mitteldicht	•••••
dicht	•••••
sehr dicht	•••••
Verwitterungsstufen (DIN EN ISO 14689-1)	
frisch (Stufe 0)	□
schwach verwittert (Stufe 1)	⊠
mäßig bis stark verwittert (Stufe 2 bis 3)	⊠
vollständig verwittert (Stufe 4)	⊠

Messprotokoll für Sickertest - Bohrlochversickerung bei V6Ort/Gemeinde/Landkreis: 04509 Wiedemar, Hans-Grade-Straße 1Gemarkung/ Flur/Flurstück: Gemarkung Wiedemar, Flur 3, Flurstück 24/74Lage der Bohrlochversickerung im Grundstück: Versickerungspunkt V6Abmessungen (Durchmesser, Tiefe unter GOF): ø 50 mm / 2,9 m unter GOFWurde Grundwasser erbohrt? ja / nein; in welcher Tiefe:

Beschreibung des aufgeschlossenen Bodens (gemäß DIN 18196):

s. Bohrprofil von Versickerungspunkt V6 in Anlage 3.6

Wasserstand zu Beginn der 1. Messung:0..... cm

Absenkung nach	10 Minuten	<u>31</u>	cm
	20 Minuten	<u>24</u>	cm
	30 Minuten	<u>21</u>	cm
	40 Minuten	<u>20</u>	cm

Wasser nachgefüllt

ja / neinja / neinja / nein

Durchschnittliche Absenkung:24..... cm je 10 Minuten

Wasserstand zu Beginn der 2. Messung:0..... cm

Absenkung nach	10 Minuten	<u>18</u>	cm
	20 Minuten	<u>17</u>	cm
	30 Minuten	<u>17</u>	cm
	40 Minuten	<u>16</u>	cm

Wasser nachgefüllt

ja / neinja / neinja / nein

Durchschnittliche Absenkung:17..... cm je 10 Minuten

Wasserstand zu Beginn der 3. Messung:0..... cm

Absenkung nach	10 Minuten	<u>16</u>	cm
	20 Minuten	<u>16</u>	cm
	30 Minuten	<u>16</u>	cm
	40 Minuten	<u>16</u>	cm

Wasser nachgefüllt

ja / neinja / neinja / nein

Durchschnittliche Absenkung:16..... cm je 10 Minuten

Wertung des Ergebnisses: repräsentative Versickerungsrate ergibt sich aus
der 3. Messreihe → 16 cm / 10 Minuten

Name des Beobachters: Jenny Rütz

Datum: 17.10.2024

Unterschrift:



Korngrößenverteilung nach DIN 18123 von IBU - S.1 (tabellarisch)

	Ingenieurgesellschaft Baustoffe und Umwelt Weimar mbH Im Boden 5 99428 Weimar-Legefefeld	Prüfungsnr.: 1261/24 Anlage: - zu: -		
Bestimmung der Korngrößenverteilung Nass-/Trockensiebung nach DIN 18123				
Prüfungs-Nr.: 1261/24 Bauvorhaben: 69/24 Wiedemar Ausgeführt durch: Herr Mrozik / Frau Lenzer am: 24.10./30.10.24 Bemerkung:	Entnahmestelle: P 6.1 Station: nicht benannt Entnahmetiefe: 0,5 - 2,9 m Bodenart: m rechts der Achse m unter GOK Art der Entnahme: gestört Entnahme am: 17.10.2024 durch: AG			
Siebanalyse:				
Einwaage Siebanalyse me: 1834,00 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me': 53,01 Abgeschlammter Anteil ma: 1626,00 g %-Anteil der Abschlammung ma' = 100 - me' ma': 46,99 Gesamtgewicht der Probe mt: 3460,00 g				
	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	63,000	0,00	0,00	100,0
2	32,000	0,00	0,00	100,0
3	20,000	0,00	0,00	100,0
4	6,300	71,00	2,05	97,9
5	2,000	83,00	2,40	95,5
6	0,630	202,00	5,84	89,7
7	0,200	771,00	22,28	67,4
8	0,063	700,00	20,23	47,2
	Schale	7,00	0,20	47,0
Summe aller Siebrückstände: S =		1834,00 g	Größtkorn [mm]: 20,00	
Siebverlust: SV = me - S =		0,00 g		
SV' = (me - S) / me * 100 =		0,00 %		
Bemerkungen:				
Ingenieurgesellschaft Baustoffe und Umwelt Weimar mbH Im Boden 5 99428 Weimar-Legefefeld Tel: 0 36 43/ 86 800 Fax: 0 36 43/ 86 80 21 E-Mail: info@ibu-weimar.de <div style="float: right; text-align: left;">   05.11.24 </div>				

Korngrößenverteilung nach DIN 18123 von IBU - S.2 (tabellarisch)

	Ingenieurgesellschaft Baustoffe und Umwelt Weimar mbH Im Boden 5 99428 Weimar-Legefild	Prüfungsnr.: 1261/24 Anlage: - zu: -
---	---	--

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Nass-/Trockensiebung
nach DIN 18123

Prüfungs-Nr.: 1261/24 Bauvorhaben: 69/24 Wiedemar Ausgeführt durch: Herr Mrozik / Frau Lenzer am: 24.10./30.10.24 Bemerkung:	Entnahmestelle: P 6.1 Station: nicht benannt Entnahmetiefe: 0,5 - 2,9 m Bodenart: Art der Entnahme: gestört Entnahme am: 17.10.2024	m rechts der Achse m unter GOK durch: AG
--	--	--

Aräometer Nr.: 2
Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: $C_m = 1,5000$ Natriumpyrophosphat

Ermittlung der Trockenmasse
Durch Trocknen (nach der Schlämmanalyse)

Behälter Nr.:		Trockene Probe + Behälter md + mB	638,57 g
Korndichte ρ_s :	2,650 g/cm ³	Behälter mB	597,37 g
Referenzwert R'_0 :	0,000	Trockene Probe md	41,20 g
Referenzwert $R_0 = R'_0 + C_m$:	1,500	$\mu = md * (\rho_s - 1) / \rho_s = 100\%$ der Lesung	25,65 g
Abstand zwischen 100 ml und 1000 ml Marke L	0 [mm]		
$a = 100 / \mu * (R + C_\theta) =$	3,90 * (R + C _θ) % von md		

Uhrzeit Vorgabe:	Abgelaufene Zeit s/m/h/d	Aräometer- lesung $R' = (\rho - 1) * 10^3$	Lesung + Meniskuskorr. $R = R' + C_m$	Korndurch- messer d [mm]	Temperatur θ [°C]	Tauch- tiefe H_t [mm]	Korr.Lesung $R + C_\theta$	Schlamm- probe a [%]	Gesamt- probe a_{tot} [%]
00:00:00									
00:00:30	30 s	23,50	25,00	0,0640	20,9	112,54	23,50	91,61	47,20
00:01:00	1 m	22,50	24,00	0,0454	20,9	112,95	22,50	87,71	45,19
00:02:00	2 m	21,40	22,90	0,0321	20,9	113,41	21,40	83,42	42,98
00:05:00	5 m	19,00	20,50	0,0204	20,9	114,42	19,00	74,07	38,16
00:15:00	15 m	16,30	17,80	0,0118	20,9	115,55	16,30	63,54	32,74
00:45:00	45 m	14,10	15,60	0,0069	20,8	116,47	14,10	54,96	28,32
02:00:00	2 h	12,30	13,80	0,0042	20,7	117,22	12,30	47,95	24,70
06:00:00	6 h	10,50	12,00	0,0024	21,2	117,98	10,50	40,93	21,09
00:00:00	1 d	8,50	10,00	0,0012	21,8	118,81	8,50	33,13	17,07

Bemerkungen:

ingenieurgesellschaft Baustoffe
und Umwelt Weimar mbH
Im Boden 5
99428 Weimar-Legefild
Tel.: 0 36 43/ 86 800 Fax: 0 36 43/ 86 80 21
E-Mail: info@ibu-weimar.de

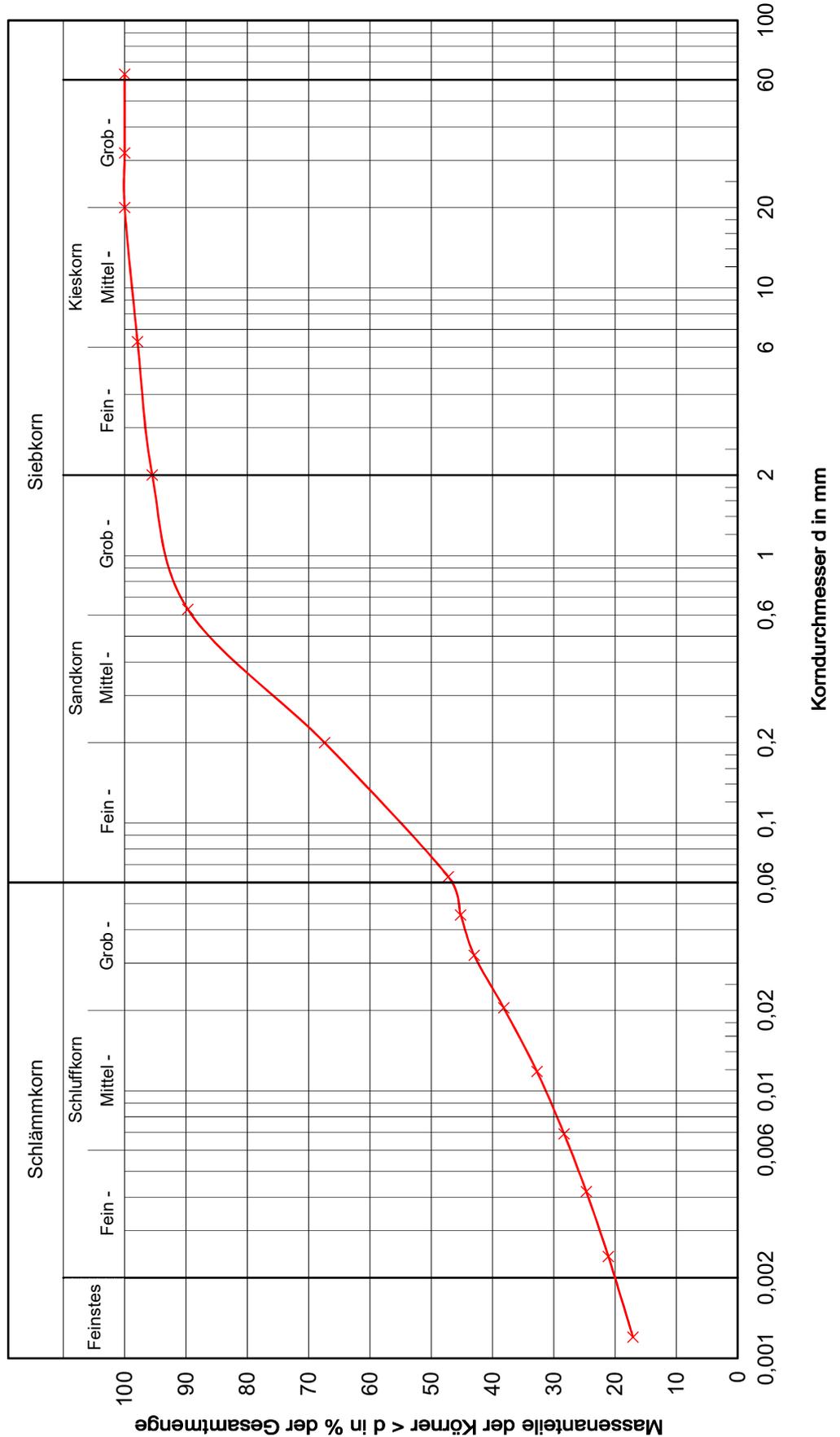


FF.M.24

Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Sieb liniendiagramm)

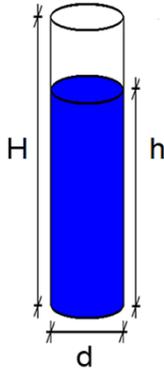
Körnungslinie Probe: P 6.1

Entnahmestelle: Versickerungspunkt V6 Bodenart: Geschiebemergel
 Entnahmetiefe: 0,5 m bis 2,9 m unter GOF Gruppensymbol nach DIN 18196: UL (-SU*)



k_f - Wert Ermittlung aus Bohrlochversickerung bei V6

- Versickerungsfläche (Mantel und Fuß) A_{ges}



$$A_{Mantel} = \pi \cdot d \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

$$A_{Fu\beta} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \pi \cdot r^2$$

$$A_{ges} = A_{Mantel} + A_{Fu\beta} = \pi \cdot r \cdot (r + 2 \cdot h)$$

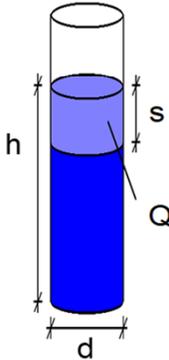
d - Durchmesser Bohrloch

r - Radius Bohrloch

h - durchschnittliche Standhöhe des Wassers

H - Bohrlochtiefe

- Versickerungsmenge je Zeiteinheit Q in $\frac{m^3}{s}$



s - Absenkrate / Zeiteinheit

$$Q = s \cdot \pi \cdot r^2$$

- Durchlässigkeitsbeiwert k_f

Filtergesetz nach DARCY:

$$k_f = \frac{v}{i}$$

v - Filtergeschwindigkeit

i - hydraulisches Gefälle; hier: $i = 1$

$$k_f = v = \frac{Q}{A_{ges}}$$

$$k_f = \frac{s \cdot \pi \cdot r^2}{\pi \cdot r \cdot (r + 2 \cdot h)} = s \cdot \frac{r}{r + 2 \cdot h}$$

- Messwerte:

$$s = \frac{16 \text{ cm}}{10 \text{ min}} = \frac{0,16 \text{ m}}{10 \cdot 60 \text{ s}} = 2,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$r = 0,025 \text{ m} \quad h = 2,82 \text{ m}$$

- k_f - Wert – Berechnung:

$$k_f = s \cdot \frac{r}{r + 2 \cdot h} = 2,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{0,025}{0,025 + 2 \cdot 2,82}$$

$$k_f = 1,18 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

k_f - Wert Bestimmung über Korngrößenverteilung bei V6

- Abgelesene Werte aus Korngrößenverteilung (s. Anlage 4.3):

$$d_{10} = 0,0005 \text{ mm}$$

$$d_{25} = 0,004 \text{ mm}$$

$$d_{60} = 0,15 \text{ mm}$$

$$C_U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,15}{0,0005} = 300$$

- Näherungsformel nach SEILER:

$$k_f = \frac{X_{25}(C_U)}{1000} \cdot d_{25}^2$$

	C _U [Zehner]	[Einer]									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
χ ₁₀ (C _U)	0						21,5	19,0	17,0	15,0	13,5
	1	12,0	10,5	9,4	8,4	7,5	6,7	6,1	5,7		
χ ₂₅ (C _U)	1								0,88	0,88	0,89
	2	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06	1,08
	3	1,10	1,13	1,16	1,19	1,22	1,25	1,28	1,31	1,34	1,37
	4	1,40	1,44	1,48	1,52	1,56	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
	5	1,85	1,90	1,95	2,00	2,05	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42
	6	2,50	2,58	2,66	2,74	2,82	2,90	2,98	3,06	3,14	3,22
	7	3,30	3,40	3,50	3,60	3,70	3,80	3,92	4,04	4,16	4,28
	8	4,40	4,54	4,68	4,82	4,96	5,10	5,26	5,42	5,58	5,74
	9	5,90	6,08	6,26	6,44	6,62	6,80	7,02	7,24	7,46	7,68
	10	7,90									

Tab.: Korrekturfaktoren χ₁₀ (C_U) bzw. χ₂₅ (C_U) nach SEILER für 5 ≤ C_U ≤ 100
(Quelle: Grundbautaschenbuch Teil 2, Seite 746)

- k_f - Wert - Berechnung:

$$k_f = \frac{7,9}{1000} \cdot 0,004^2$$

$$k_f = 1,26 \cdot 10^{-7} \frac{m}{s}$$

Bautechnische Eigenschaften der Baugrundsichten 1, 2a und 2b

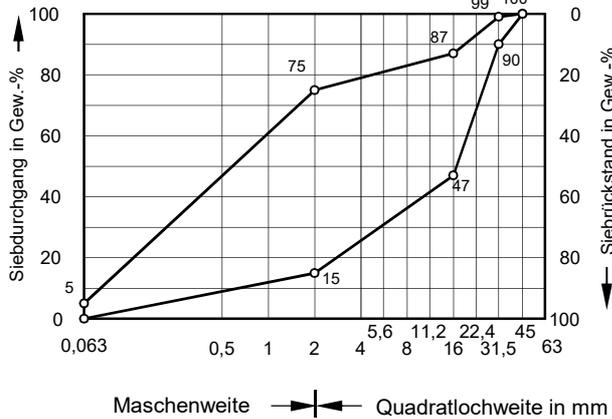
Schicht	1	2a	2b	
Klassifikation: Gruppensymbol nach DIN 18196	OU	Mg (UL - UM)	Mg (SU - SU*)	
Bodenart nach DIN 4023 Farbe	U,t*,s,h',e.g Ober-/Mutterboden braun, dunkelbraun	U,s*,t,e.g sandiger Lehm ockergelb, -braun	S,u*,t,e.g lehmgiger Sand hellgelb, hellgrau	
geologische Zuordnung	-	dm	dm	
Schlagzahlen DPH (Schwere Rammsonde)	0 - 5	(1) 2 - 16 - (24)	4 - 18 - (44)	
Zustandsform: Konsistenz / Lagerungsdichte	breiig - weich	weich - steif - (halbfest)	mitteldicht - (dicht / sehr dicht)	
Scherfestigkeit / Tragfähigkeit	sehr gering - gering	gering - mittelmäßig - (groß)	groß - (sehr groß)	
Zusammendrückbarkeit / Verformungs- empfindlichkeit	sehr groß - groß	groß - mittel - (gering)	gering - (sehr gering)	
Verdichtbarkeit	sehr schlecht	sehr schlecht - schlecht	gut - mittel	
Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit	sehr groß	sehr groß	gering	
Durchlässigkeit	gering	gering - sehr gering	mittel - groß	
Frostempfindlichkeit	sehr groß	sehr groß	mittel - sehr groß	
Lösbarkeit (Erbau)	leicht	mittelschwer	mittelschwer	
Bohrbarkeit	leicht	mittelschwer	mittelschwer	
Rammpbarkeit	leicht	mittelschwer	mittelschwer - (schwer)	
Durchörterbarkeit	leicht	mittelschwer	mittelschwer - (schwer)	

Bodenkenngrößen der Baugrundsichten 1, 2a, 2b (Standicherheit EC 7)

Schicht	1	2a	2b	
Gruppensymbol nach DIN 18196	OU	Mg (UL - UM)	Mg (SU - SU*)	
Bodenart nach DIN 4023	U,t*,s,h',e.g Oberboden/ Mutterboden	U,s*,t,e.g Geschiebemergel: sandiger Lehm	S,u*,t,e.g Geschiebemergel: lehmiger Sand	
Zustandsform: Konsistenz / Lagerungsdichte	breiig - weich	weich - steif - (halbfest)	mitteldicht - (dicht / sehr dicht)	
Tiefenbereich bezogen auf GOF [m]	s. Bohrprofile der Anlagen 3.1 bis 3.6	s. Bohrprofile der Anlagen 3.1 bis 3.6	s. Bohrprofile der Anlagen 3.1 bis 3.6	
Wichte, feucht γ [kN/m ³]	14 - 15	17 - 18 - (19)	17 - 19	
Wichte, unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	4 - 5	9 - 10 - (11)	10 - 12	
wirksamer innerer Reibungswinkel ϕ' [°]	17,5	22,5 - 27,5	32,5 - (35)	
wirksame Kohäsion c' [kN/m ²]	0 - 2	0 - 2 - (5)	0	
undränirierte Kohäsion c_u [kN/m ²]	2 - 5	5 - (20)	0	
Steifemodul E_s [MN/m ²]	0,5 - 1	5 - (10)	20 - (50/100)	
Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s] nach Seiler	k. A.	k. A.	k. A.	
Frostempfindlich- keitsklasse nach ZTV E-StB 17	F3	F3	F2 - F3	
Bodenklasse für Erdarbeiten nach DIN 18300 (09/2012)	1	4	4/5	
Bodenklasse für Bohrarbeiten nach DIN 18301 (09/2012)	BB 1 - BB 2	BB 2 - (BB 3)	BN 1 - BN 2 / BS 1	
Bodenklasse für Rohrvortriebsarb. nach DIN 18319 (09/2012)	LBO 1	LBM 1 - LBM 2	LNW 2 - LNW 3 / LN 2 - LN 3 / S1	

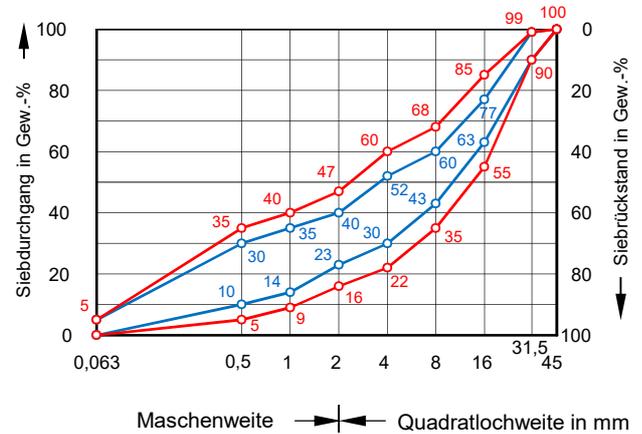
Vorgeschriebene Sieblinienbereiche für ungebundene Tragschichten

Frostschutzschichten 0 / 32



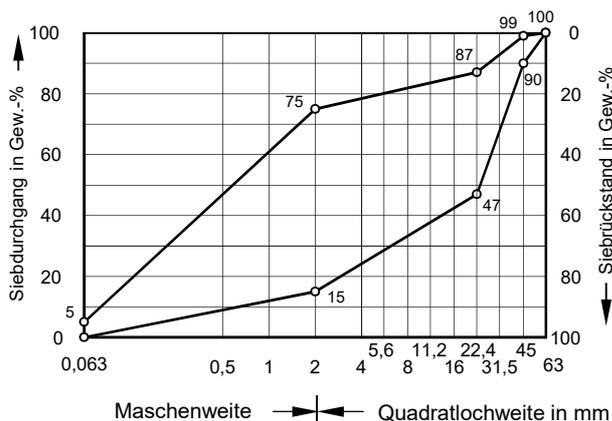
Maschenweite → ← Quadratlochweite in mm

Kies- und Schottertragschichten 0 / 32



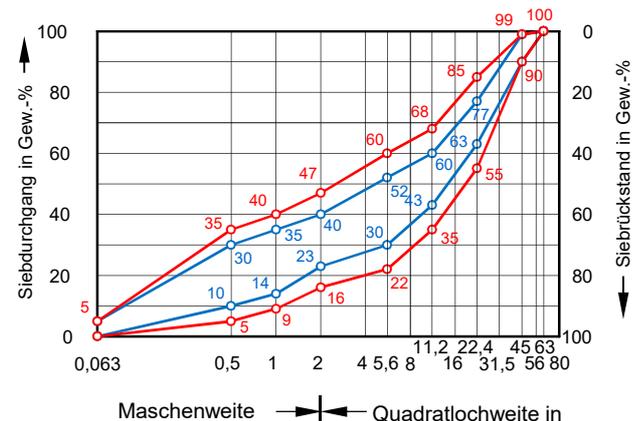
Maschenweite → ← Quadratlochweite in mm

Frostschutzschichten 0 / 45



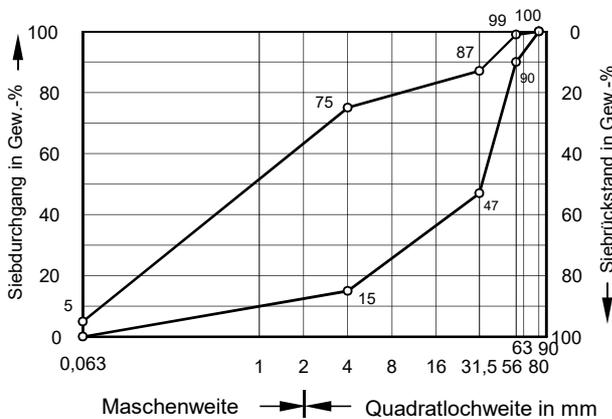
Maschenweite → ← Quadratlochweite in mm

Kies- und Schottertragschichten 0 / 45



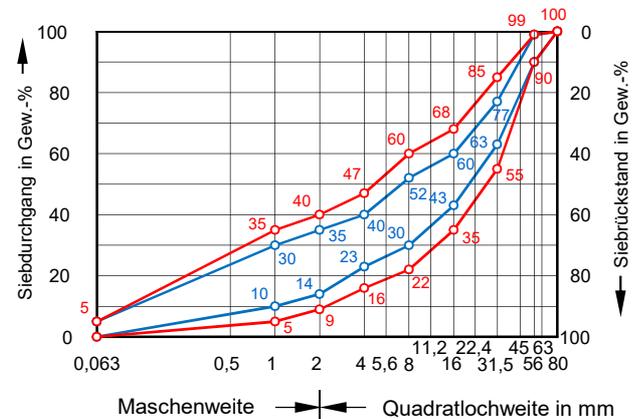
Maschenweite → ← Quadratlochweite in mm

Frostschutzschichten 0 / 56



Maschenweite → ← Quadratlochweite in mm

Kies- und Schottertragschichten 0 / 56



Maschenweite → ← Quadratlochweite in mm

Allgemeiner Bereich: Maximal zulässige Bandbreite des Siebliniendurchgangs aller Einzelprüfungen

Bereich MDV: Zulässige Bandbreite der vom Lieferanten/Hersteller angegebenen Sieblinien

EBV-Prüfbericht 24- 0522 von Dr. Fischer GmbH – Seite 1

Dr. Ronald Fischer
Analytik und Umweltberatung Dr. Fischer GmbH



Analytik und Umweltberatung Dr. Fischer GmbH –
Hexenbergstr. 4 – 99438 Bad Berka

IGW - Dr. Rütz & Rütz GbR
Friedrich-Naumann-Str. 12

99423 Weimar

28.10.2024

PRÜFBERICHT

Untersuchung von Boden nach
Ersatzbaustoffverordnung

Auftrag-Nr.: **24- 0522**

Probenart : **Boden**

Projekt / Veranlassung : **Projekt: 69/24; Wiedemar**

Entnahmeort / Bezeichnung : **Mischprobe MP 1 aus
P 2.1 - Tiefe: 0,0 - 0,9 m
P 3.1 - Tiefe: 0,0 - 0,9 m
P 4.1 - Tiefe: 0,0 - 0,9 m
P 5.1 - Tiefe: 0,0 - 0,9 m**

Probenehmer : **Auftraggeber**

Datum Probenahme : **17.10.2024**
Datum Probeneingang : **21.10.2024**
Probenummer : **0522 / 01**

Aussehen / Farbe: **Schluff, sandig, kiesig, braun,
dunkelbraun**

Bodenart (nach BBodSchV): **Schluff**

Bearbeitungszeitraum: **21.10.2024 bis 28.10.2024**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probenmaterial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände. Das verwendete Probenahmeverfahren ist dem Probenahmeprotokoll im Anhang zu entnehmen, sofern die Probenahme durch das Prüflabor erfolgte. Auch das Probenvorbereitungsprotokoll und die Zuordnungstabelle befinden sich im Anhang. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors.



Analytik und Umwelt-
beratung Dr. Fischer GmbH
Hexenbergstraße 4
99438 Bad Berka

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06
mobil: 0172 / 3 64 66 87

Mail: info@labor-fischer.de
www.labor-fischer.de

Akkreditiertes Labor
für chemische Analytik

Analytik und Umwelt-
beratung Dr. Fischer GmbH
(AUB)

Analyse organischer und
anorganischer Stoffe in
Wasser und Feststoffen

Umweltberatung

Altlastengutachten

Sanierungsbetreuung

Stoffstrommanagement

Raumluftuntersuchung

Emissionsmessung

Bankverbindung:

Commerzbank Weimar

BIC: COBA DE FF 820

IBAN: DE82 8204 0000
0451 8288 00

Umsatzsteuer-Ident-Nr.:
DE358460956

Steuernummer:
162/105/12334

Handelsregister:
Amtsgericht Jena
HRB 520065

EBV-Prüfbericht 24- 0522 von Dr. Fischer GmbH – Seite 2

Dr. Ronald Fischer
Analytik und Umweltberatung Dr. Fischer GmbH



Auftrag-Nummer: 24- 0522

Probennummer: 0522 / 01
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 1 aus P 2.1, P 3.1, P 4.1, P 5.1
Projekt: 69/24; Wiedemar

PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenvorbehandlung:

DIN 19747:2009-07 - DAkKS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Fremdstoffe	< 1 Vol.-%	Hausmethode
Trockenrückstand	90,4 %	DIN ISO 11465:1996-12 - DAkKS
TOC	0,90 Masse-%	DIN EN 15936:2022-09 - DAkKS
EOX	< 0,5 mg/kg TS	DIN 38414-S17:2017-01 - DAkKS
MKW (C₁₀-C₂₂)	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039:2005-01 - DAkKS
MKW (C₁₀-C₄₀)	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039:2005-01 - DAkKS
PAK (16) , Summe der nachweisbaren Verbindungen Einzelsubstanzen:	< 0,75 mg/kg TS	DIN ISO 18287:2006-05 - DAkKS
Naphthalin	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthen	< 0,05 mg/kg	
Fluoren	< 0,05 mg/kg	
Phenanthren	< 0,05 mg/kg	
Anthracen	< 0,05 mg/kg	
Fluoranthren	< 0,05 mg/kg	
Pyren	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	< 0,05 mg/kg	
Chrysen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthren	< 0,05 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthren	< 0,05 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	< 0,05 mg/kg	
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,05 mg/kg	
Benzo(ghi)perylen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) pyren	< 0,05 mg/kg TS	DIN ISO 18287:2006-05 - DAkKS
PCB (7) , Summe der nachweisbaren Verbindungen Einzelsubstanzen:	< 0,014 mg/kg TS	DIN EN 16167:2019-06 - DAkKS
# 28 2,4,4'-Trichlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 52 2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 101 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 118 2,3',4,4',5'-Pentachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 138 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 153 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 180 2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	

EBV-Prüfbericht 24- 0522 von Dr. Fischer GmbH – Seite 3

Dr. Ronald Fischer
Analytik und Umweltberatung Dr. Fischer GmbH



Auftrag-Nummer: 24- 0522

Probennummer:

0522 / 01

Probenbezeichnung:

Mischprobe MP 1 aus P 2.1, P 3.1, P 4.1, P 5.1
Projekt: 69/24; Wiedemar

PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Königswasseraufschluss:

DIN EN 13657:2003-01 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Arsen (As)	5,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS
Blei (Pb)	15,6 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	15,0 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS
Kupfer (Cu)	10,2 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS
Nickel (Ni)	10,6 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,06 mg/kg TS	DIN EN ISO 12846 (E12):2012-08 - DAkkS
Thallium (Tl)	< 0,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS
Zink (Zn)	27,1 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885:2009-09 - DAkkS

PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Eluat)

Schüttelverfahren: Wasser / Feststoff 2 l/kg

DIN 19529:2015-12 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
pH-Wert	8,00	DIN EN ISO 10523:2012-04 - DAkkS
Elektrische Leitfähigkeit	237 µS/cm	DIN EN 27888:1993-11 - DAkkS
Sulfat	5,3 mg/l	DIN EN ISO 10304-1:2009-07 - DAkkS
Arsen (As)	2 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Blei (Pb)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Cadmium (Cd)	< 0,5 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Chrom-gesamt (Cr)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Kupfer (Cu)	21 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Nickel (Ni)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Quecksilber (Hg)	< 0,1 µg/l	DIN EN ISO 12846 (E12):2012-08 - DAkkS
Thallium (Tl)	< 0,5 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Zink (Zn)	11 µg/l	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
PCB (7), Summe der nachweisbaren Verbindungen	n.b. µg/l	DIN 38407-37:2013-11
Einzelsubstanzen:		
# 28 2,4,4'-Trichlorbiphenyl	µg/l	
# 52 2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl	µg/l	
# 101 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl	µg/l	
# 118 2,3',4,4',5'-Pentachlorbiphenyl	µg/l	
# 138 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl	µg/l	
# 153 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	µg/l	
# 180 2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl	µg/l	

EBV-Prüfbericht 24- 0522 von Dr. Fischer GmbH – Seite 5

Dr. Ronald Fischer
Analytik und Umweltberatung Dr. Fischer GmbH



Auswertung der Prüfergebnisse zum Prüfbericht, Auftrag-Nr.:

24- 0522

Zuordnung nach Ersatzbaustoffverordnung - Materialwerte für Bodenmaterial
Zuordnung für BM-F0*, BM-F1 bis 3 - Fremdstoffanteil bis 50 Vol-%
ohne Zusatzparameter

Probennummer: 0522 / 01
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 1 aus P 2.1, P 3.1, P 4.1, P 5.1
Projekt: 69/24; Wiedemar

Datum Probenahme: 17.10.2024

Parameter	Einheit	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Messwert Probe	Zuordnungswert Probe nach Ersatzbaustoffverordnung - BM
im Feststoff:							
Fremdstoffe	Vol.-%	bis 50	bis 50	bis 50	bis 50	< 1	BM-F0*
TOC	Masse-%	5	5	5	5	0,90	BM-F0*
MKW (C ₁₀ -C ₂₂)	mg/kg	300	300	300	1000	< 50	BM-F0*
MKW (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg	600	600	600	2000	< 50	BM-F0*
PAK (16)	mg/kg	6	6	9	30	< 0,75	BM-F0*
Arsen	mg/kg	40	40	40	150	5,5	BM-F0*
Blei	mg/kg	140	140	140	700	15,6	BM-F0*
Cadmium	mg/kg	2	2	2	10	< 0,5	BM-F0*
Chrom	mg/kg	120	120	120	600	15,0	BM-F0*
Kupfer	mg/kg	80	80	80	320	10,2	BM-F0*
Nickel	mg/kg	100	100	100	350	10,6	BM-F0*
Quecksilber	mg/kg	0,6	0,6	0,6	5	< 0,06	BM-F0*
Thallium	mg/kg	2	2	2	7	< 0,5	BM-F0*
Zink	mg/kg	300	300	300	1200	27,1	BM-F0*
im Eluat:							
pH-Wert ¹		6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12	8,00	BM-F0*
Leitfähigkeit ¹	µS/cm	350	500	500	2000	237	BM-F0*
Sulfat	mg/l	250	450	450	1000	5,3	BM-F0*
Arsen	µg/l	12	20	85	100	2	BM-F0*
Blei	µg/l	35	90	250	470	< 5	BM-F0*
Cadmium	µg/l	3,0	3,0	10	15	< 0,5	BM-F0*
Chrom	µg/l	15	150	290	530	< 5	BM-F0*
Kupfer	µg/l	30	110	170	170	21	BM-F0*
Nickel	µg/l	30	30	150	280	< 5	BM-F0*
Zink	µg/l	150	160	840	1600	11	BM-F0*
PAK (15)	µg/l	0,3	1,5	3,8	20	n.b.	

¹ - Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

EBV-Prüfbericht 24- 0522 von Dr. Fischer GmbH – Seite 6

Dr. Ronald Fischer
Analytik und Umweltberatung Dr.Fischer GmbH



Auswertung der Prüfergebnisse zum Prüfbericht, Auftrag-Nr.:

24- 0522

Zuordnung nach Ersatzbaustoffverordnung - Materialwerte für Bodenmaterial Zuordnung für BM-0 / BM-0*

Probenummer: 0522 / 01
Probenbezeichnung: Mischprobe MP 1 aus P 2.1, P 3.1, P 4.1, P 5.1
Projekt: 69/24; Wiedemar

Datum Probenahme: 17.10.2024
Bodenart: Schluff

Parameter	Einheit	BM-0 Sand	BM-0 Lehm/ Schluff	BM-0 Ton	BM-0* TOC < 0,5%	BM-0* TOC > 0,5%	Messwert Probe	Zuordnungswert Probe
im Feststoff:								
Fremdstoffe	Vol.-%	bis 10	bis 10	bis 10	bis 10	bis 10	< 1	BM-0
TOC	Masse-%						0,90	§6 Absatz 11 BBodSchV
EOX	mg/kg	1	1	1	1	1	< 0,5	BM-0
MKW (C ₁₀ -C ₂₂)	mg/kg				300	300	< 50	BM-0
MKW (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg				600	600	< 50	BM-0
PAK (16)	mg/kg	3	3	3	6	6	< 0,75	BM-0
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3			< 0,05	BM-0
PCB	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	< 0,014	BM-0
Arsen	mg/kg	10	20	20	20	20	5,5	BM-0
Blei	mg/kg	40	70	100	140	140	15,6	BM-0
Cadmium	mg/kg	0,4	1	1,5	1(1,5)	1(1,5)	< 0,5	BM-0
Chrom	mg/kg	30	60	100	120	120	15,0	BM-0
Kupfer	mg/kg	20	40	60	80	80	10,2	BM-0
Nickel	mg/kg	15	50	70	100	100	10,6	BM-0
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	< 0,06	BM-0
Thallium	mg/kg	0,5	1	1	1	1	< 0,5	BM-0
Zink	mg/kg	60	150	200	300	300	27,1	BM-0
im Eluat:								
Leitfähigkeit ¹	µS/cm				350	350	237	BM-0
Sulfat	mg/l				250	250	5,3	BM-0
Arsen	µg/l				8	13	2	nicht maßgeblich
Blei	µg/l				23	43	< 5	nicht maßgeblich
Cadmium	µg/l				2	4	< 0,5	nicht maßgeblich
Chrom	µg/l				10	19	< 5	nicht maßgeblich
Kupfer	µg/l				20	41	21	nicht maßgeblich
Nickel	µg/l				20	31	< 5	nicht maßgeblich
Quecksilber	µg/l				0,1	0,1	< 0,1	nicht maßgeblich
Thallium	µg/l				0,2	0,3	< 0,5	nicht maßgeblich
Zink	µg/l				100	210	11	nicht maßgeblich
PAK (15)	µg/l				0,2	0,2	n.b.	nicht maßgeblich
Naphthalin + MN	µg/l				2	2	n.b.	nicht maßgeblich
PCB(6)+PCB 118	µg/l				0,01	0,01	n.b.	nicht maßgeblich

- für alle Parameter: automatische Zuordnung, Fußnoten werden nicht berücksichtigt
Eluatwerte, außer Sulfat, sind nur maßgeblich, wenn BM-0 - Werte im Feststoff überschritten sind