



Fritz-Voigt-Straße 4
67433 Neustadt/Weinstr.
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
ibes-gmbh@ibes-gmbh.de
www.ibes-gmbh.de

Baugrund- und Gründungsgutachten

- Geotechnik
- Umwelttechnik
- Hydrogeologie
- FEM-Berechnungen
- Beweissicherungen
- Erdbaulabor
- Geotechnische Bauüberwachung
- Erschütterungsmessungen
- Infrastrukturgeotechnik
- Bausubstanzuntersuchungen
- Gebäuderückbaukonzepte

Registergericht: Ludwigshafen Nr. HRB 41377
Steuernummer: 31/652/0418/2

Projekt: DB Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen
Lärmsanierung Kaiserslautern,
Verlängerung km 35.320 bis 35.720

Auftraggeber: Schönhofen Ingenieure
Hertelsbrunnenring 5
67657 Kaiserslautern

Auftrag vom: 17.07.2024 (mündlich)

IBES-Projekt-Nr.: 15.514.5

**Ort und Datum
des Gutachtens:** Neustadt/Weinstr., 31.01.2025, sh/bö

Dieser Bericht umfasst 61 Seiten einschließlich Anlagen



Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Vorgang und Veranlassung	- 3 -
2	Unterlagen	- 3 -
3	Baugelände und Baumaßnahme	- 4 -
4	Geologische und hydrogeologische Baugrundverhältnisse	- 4 -
4.1	Homogenbereiche	- 4 -
4.2	Regionale Geologie	- 4 -
4.3	Erdbebenzone	- 5 -
4.4	Baugrundaufschlüsse	- 5 -
4.5	Bodenart und Schichtenfolge	- 7 -
4.6	Festigkeit, Dichten	- 8 -
4.7	Hydrogeologische Verhältnisse	- 8 -
4.8	Bodenbeschaffenheit (Aggressivität)	- 9 -
5	Geotechnische Baugrundkenngößen, Ersatzboden	- 10 -
6	Gründungsempfehlungen	- 12 -
6.1	Allgemeine Hinweise	- 12 -
6.2	Fertigrammpfähle	- 12 -
6.3	Verpresste Mikropfähle	- 16 -
6.4	Einzelfundamente	- 18 -
7	Hinweise zur Bauausführung	- 19 -
8	Schlussbemerkungen	- 19 -

Anlagenverzeichnis

1	Auszug aus den top. Karten, Blatt 6511 Landstuhl und 6512 Kaiserslautern, Ausgaben 1992, M. 1 : 25.000 (1 Blatt)
2	Lageplan mit Erkundungspunkten, M. 1 : 500 (1 Blatt)
3	Fotodokumentation (4 Blatt)
4	Legende, Ingenieurgeologischer Schnitt, M. 1 : 500/50 (2 Blatt)
5	Darstellung der vorhandenen Kabellage, M. 1 : 25 (6 Blatt)
6	Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 (4 Blatt)
7	Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse - Laborprüfbericht und Anlage zu Prüfbericht (Deckblatt + 15 Blatt)
8	Darstellung der Homogenbereiche nach DIN 18300 - Ingenieurgeologischer Schnitt, M. 1 : 500/50 / Kennwerttabelle / Kornsummenbänder (Deckblatt + 6 Blatt)



1 Vorgang und Veranlassung

Im Rahmen des Lärmsanierungsprogrammes an bestehenden Schienenwegen des Bundes plante die Deutsche Bahn AG entlang der DB-Strecke 3280, von ca. km 35,716 bis km 36,128, den Neubau einer Lärmschutzwand (LSW) in Kaiserslautern. Für diese LSW wurde durch das IBES Baugrundinstitut bereits im Jahr 2015 ein Baugrund- und Gründungsgutachten (IBES Proj.-Nr. 15.514.1) erstellt. Aktuell ist die Verlängerung dieser LSW von km 35,320 bis km 35,720 vorgesehen.

Für eine wirtschaftliche, bautechnisch sinnvolle und sichere Planung, statische Bemessung, Ausschreibung und Bauausführung der Verlängerung sind Angaben über den Baugrundaufbau sowie über die bodenmechanischen Kenngrößen des anstehenden Baugrundes sowie Kenntnisse über die gegenwärtige Kabellage erforderlich.

Hierzu müssen Baugrundaufschlüsse durchgeführt, sowie in begleitenden Laboruntersuchungen die bodenmechanischen Baugrundkennwerte festgelegt werden.

Das IBES Baugrundinstitut wurde am 17.07.2024 (mündlich) vom zuständigen Planungsbüro, dem Ingenieurbüro Schönhofen, Kaiserslautern, mit der Durchführung der Baugrunderkundung sowie der Ausarbeitung des vorliegenden Baugrund- und Gründungsgutachtens für den geplanten Verlängerungsabschnitt beauftragt. Abgesehen von der Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität der anstehenden Böden, wurden auftragsgemäß keine weiteren chemoanalytischen Untersuchungen veranlasst.

2 Unterlagen

Neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien standen für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Auszug aus den top. Karten, Blatt 6511 Landstuhl und 6512 Kaiserslautern, Ausgaben 1992, M. 1:25.000
- [2] IVl Plan 3280 BF, Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen, km 35,0+88 ... km 35,9+85, M. 1:1.000, DB Netz AG, Stand: März 2015
- [3] Geologische und hydrogeologische Daten
 - [3.1] Geologische Übersichtskarte der Pfalz, Ausgabe 2002, M. 1:200.000
 - [3.2] Digitale geologische Übersichtskarte GÜK300 und Hydrogeologische Übersichtskarten HÜK200 und HÜK300 sowie Karten zur Grundwasseroberfläche (Grundwassergleichen, Grundwasserflurabstand und Grundwasseroberfläche) Landesamt für Geologie und Bergbau, <https://mapclient.lgb-rlp.de>, Zugriff: 09.01.2024
 - [3.3] Daten zu amtlichen Grundwassermessstellen und Karte der Grundwassermessstellen, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, <https://wasserportal.rlp-umwelt.de>, Zugriff: 16.01.2025
 - [3.4] Hydrogeologische Kartierung Kaiserslautern, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz und Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, 2004
- [4] Baugrund- und Gründungsgutachten DB Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen, Lärmsanierung Kaiserslautern, km 35.716 bis 36.128, IBES Baugrundinstitut GmbH, 25.01.2016



- [5] Baugrund- und Gründungsgutachten DB Strecke 3280 Kaiserslautern - Homburg, Ausbau Bf. Einsiedlerhof, IBES Baugrundinstitut GmbH, 20.12.2004

3 Baugelände und Baumaßnahme

Das Baugelände bzw. die geplante Verlängerung der LSW befindet sich im Bereich sowie westlich des Haltepunkts Kaiserslautern Einsiedlerhof im Ortsteil Einsiedlerhof, dem westlichsten Stadtteil von Kaiserslautern. Die zweigleisige, elektrifizierte Bahnstrecke 3280 verläuft hier annähernd gerade und weitgehend geländegleich, wobei die Gleise in westlicher Richtung (leicht) erhöht zum umliegenden Gelände (sehr leichte Dammlage) sind.

Die Planung sieht die Verlängerung bzw. den zusätzlichen Neubau einer Lärmschutzwand bahnlinks mit einer Höhe von ca. 2,5 m ü. SO auf einer Länge von ca. 400 m vor. Die Lärmschutzwand soll nach Möglichkeit auf Fertigrammpfählen gegründet werden.

Die Anlage 1 zeigt einen Ausschnitt aus den topographischen Karten von Landstuhl und Kaiserslautern, in dem das Untersuchungsgebiet gekennzeichnet ist. Einen Eindruck von den örtlichen Verhältnissen vermittelt die Fotodokumentation der Anlage 3.

4 Geologische und hydrogeologische Baugrundverhältnisse

4.1 Homogenbereiche

Die DIN 18300ff (Ausgabe 2019) gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Boden und Fels sind entsprechend ihres Zustandes vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

In diesem Bericht werden bei der Festlegung der Homogenbereiche vordergründig bodenmechanische Eigenschaften der aufgeschlossenen Böden und bautechnische Belange berücksichtigt (vgl. Anlage 8). Im Zuge der weiteren Planung und Erstellung der Ausschreibungsunterlagen sind die hier definierten Homogenbereiche, in Bezug auf die zur Anwendung kommenden technischen Gerätschaften und sonstigen Randbedingungen, eventuell anzupassen.

Die Anlage 8 enthält die (vorläufige) Festlegung der Homogenbereiche.

4.2 Regionale Geologie

Der Untergrund im Baugelände wird von den Rehberg- und Schlossberg-Schichten (SRS) des unteren Buntsandsteins gebildet. Sie bestehen aus einer Wechselfolge von grobkörnigen, Geröll führenden, kieselig gebundenen Sandsteinen und dünnsschichtigen, locker gebundenen Sandsteinen. Darüber folgen Verwitterungssande und durch die Bäche um- und abgelagerte Sande (Abschwemm-Massen (Zh)). Sie können teilweise humose Schichten beinhalten oder werden im tief liegenden Gelände von Moorbildungen überdeckt.

Der Sandstein verwittert zu lockerem Sand mit geringen bindigen Anteilen. Die Sande enthalten mit zunehmender Tiefe vermehrt Sandsteinstücke in Kies- bzw. Steingröße als Relikte des Ausgangsgesteins.



4.3 Erdbebenzone

Im Jahr 2011 wurde die DIN 4149 zurückgezogen und mit der DIN EN 1998 1/NA:2011 die deutsche Spezifikation des Eurocode 8 veröffentlicht. Bis zum Juli 2021 hatte das nur geringfügige Konsequenzen, da sich die DIN EN 1998 1/NA inhaltlich nur unwesentlich von der alten DIN 4149:2005 unterscheidet. Mit der Einführung der DIN EN 1998 1/NA:2021 wurden dann aber erstmals die neuen Erdbebenkarten für Deutschland im Weißdruck veröffentlicht, in der die Erdbebengefährdung neu ermittelt wurde und anstelle von Erdbebenzonen sog. spektrale Antwortbeschleunigungen definiert wurden. Zudem ist im November 2023 die DIN EN 1998 1/NA:2023 11 in Kraft getreten, in die zusätzlich die neuen Untergrundkarten aus dem Normenentwurf der DIN EN 1998 1/NA/A1:2023 02 integriert wurden.

Für die Genehmigungsseite gilt gemäß der VVTB der Länder derzeit noch die DIN 4149. Allerdings haben Architekten und Statiker entsprechend BGB und VOB/B bei Ihrer Planerleistung die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten, die in der neueren DIN EN 1998 1/NA:2023 11 berücksichtigt sind. Vor diesem Hintergrund enthält der vorliegende Bericht nachfolgend die Einstufungen für beide Normen für eine Referenz-Wiederkehrperiode von $T_{NCR} = 475$ Jahre.

- DIN 4149: keine Erdbebenzone
- DIN EN 1998 1/NA:2023 11: spektrale Antwortbeschleunigung $S_{ap,R}$ 0,4 - 0,6 m/s²

4.4 Baugrundaufschlüsse

Um die gegenwärtigen Kabellagen zu eruieren, wurden am 18.11. und 19.11.2024 insgesamt fünf Kabelsuchschlitze (KSS) in einem Abstand von etwa 50 m ausgeführt. Zusätzlich wird der Kabelsuchschlitz bei km 35,720 aufgeführt, der bereits im Zuge der Erstellung des Gutachtens ([4]) im Jahr 2015 erstellt und aufgenommen wurde. Die Lage der KSS ist in der folgenden Tabelle 1 zusammenfassend aufgelistet.

Tabelle 1: Positionen der Kabelsuchschlitze

km	DB-Strecke	Position zur Gleisachse	Abstand von der Außenschiene [m]	Lage zur Gleisachse
35,320	3280	links	2,90 - 4,90	quer
35,370			2,95 - 4,95	
35,420			2,85 - 4,85	
35,470			2,90 - 4,90	
35,520			2,95 - 4,95	
35,720*			3,62 - 5,82	

* aus [4]

In die Kabelsuchschlitze wurden Leerrohre eingestellt und die KSS so als Vorschachtungen für die Kleinrammbohrungen (KRB) bzw. Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) genutzt. Im Teilabschnitt von etwa km 35,533 bis km 35,703 waren aufgrund des vorhandenen Bahnsteigs bzw. der befestigten Flächen keine Kabelsuchschlitze möglich. In diesem Teilbereich wurden zur Gewährleistung der Kabelfreiheit an den Ansatzpunkten der KRBs bzw. DPHs vorab Handschachtungen bis 1,2 m unter Geländeoberkante (GOK) ausgeführt.



Zur Feststellung der Baugrundverhältnisse wurden im Zeitraum vom 26.11. bis 28.11.2024 insgesamt vier Kleinrammbohrungen (KRB) und fünf Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) ausgeführt. Die Positionierung der Erkundungspunkte erfolgte insbesondere im Teilabschnitt von ca. km 35,533 bis km 35,703 unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten (Bahnsteig, Vorplatz etc.). Die Ausführung der ursprünglich geplanten Erkundungspunkte bei km 35.570 und km 35.620 war aufgrund der sehr beengten Platzverhältnisse nicht möglich. Weiterhin wurde die bereits im Jahr 2015 ausgeführte KRB (damals noch als Bohrsondierung bzw. BS bezeichnet) bei km 35.720 aus [4] genutzt.

Die planmäßigen Erkundungstiefen von 7,0 m der KRBs bzw. 8,0 m der DPHs konnte nur mit der KRB bei km 35.638 erreicht werden. Alle übrigen Bohrungen bzw. Sondierungen mussten aufgrund unüberwindbarer Bohr- bzw. Rammhindernisse vorzeitig in Tiefen zwischen etwa 2,4 m bis 5,5 m (KRBs) bzw. 3,9 m bis 7,0 m unter GOK (DPHs) abgebrochen werden. Am Aufschlusspunkt km 35,675 wurde die DPH mehrmals angesetzt, musste aber jeweils in einer Tiefe von 1,4 m unter GOK wegen eines Hindernisses abgebrochen und deshalb auf km 35,690 verschoben werden.

Die KRBs wurden zur Erkundung des Baugrundes und zur Gewinnung von Bodenproben ausgeführt, die DPHs dienten der Überprüfung der Baugrundfestigkeit (Lagerungsdichte grob- und gemischtkörniger Bodenschichten).

Das Aushubmaterial bzw. Bohrgut der KSS bzw. Vorschachtungen und KRBs wurde fotografiert, beprobt und nach geologisch-bodenmechanischen Gesichtspunkten und visuell-manuellen Verfahrensmerkmalen angesprochen. Aus dem Bohr- bzw. Schurfgut wurden insgesamt 19 gestörte Bodenproben entnommen und an ausgesuchten Bodenproben folgendes Laborprogramm durchgeführt:

- 9 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 Anlage 6

Die Ansatzpunkte der Erkundungsstellen (KSS, DPH und KRB) wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und können den Anlagen 2, 4 und 5 entnommen werden. Als Höhenbezugspunkt diente jeweils die Schienenoberkante im Bereich des jeweiligen Aufschlusses. Die Lage wurde bezogen auf die Streckenkilometrierung sowie den Abstand zur Außenschiene eingemessen.

Die Ergebnisse der Felderkundung sind in der Anlage 3 (Fotodokumentation) bzw. in der Anlage 4 als Bohrprofile und Rammprogramme dargestellt. Die Kabelsuchschlitze sind in der Anlage 5 graphisch dargestellt.



4.5 Bodenart und Schichtenfolge

Die Baugrundverhältnisse sind relativ homogen ausgebildet und können vereinfacht in drei Schichtkomplexe eingeteilt werden:

- (1) **Auffüllungen**
- (2) **Sande**
- (3) **(verwittertes Festgestein) - nicht direkt aufgeschlossen**

(1) Auffüllungen

An allen Aufschlusspunkten wurden zunächst aufgefüllte bzw. vermutlich umgelagerte Böden angetroffen. Die **Auffüllungen** reichen an den Aufschlusspunkten km 35,320, km 35,420 und km 35,520 bis in Tiefen von etwa 0,5-1,2 m unter GOK. Es wurden schluffige bis stark schluffige Sande mit variierenden Kiesanteilen der Bodengruppe [SU*] sowie schwach schluffige, sandige Kiese der Bodengruppe [GU] erkundet. Bereichsweise wurden innerhalb der aufgefüllten Böden anthropogene Fremdbestandteile (< 10 Vol.-%) in Form von Schlacke angetroffen. Bei der KRB bei km 35,638 reichen die Auffüllungen, aufgrund der Lage des Aufschlusspunktes in der Nähe der Personenunterführung, bis zur Tiefe von 2,4 m unter GOK. Es wurden wiederum Böden der Bodengruppe [SU*] sowie [GU] erkundet, in denen z. T. Fremdbestandteile in Form von Sandsteinresten sowie Schotter eingelagert sind.

Die Auffüllungen werden dem Homogenbereich HB 1 zugewiesen.

(2) Sande

Unterhalb der Auffüllungen wurden an allen Aufschlusspunkten **Sande** erkundet. Hierbei handelt es sich um Sande mit variierenden Schluff- und Kiesanteilen sowie untergeordnet tonigen Nebenanteilen, die den Bodengruppen SE, SU, SU* und ST* zuzuordnen sind. Diese Böden weisen zunächst beige bis graubeige und mit zunehmender Tiefe rote Bodenfarben auf. Bei den kiesigen Komponenten handelt es sich um Sandsteinstücke mit zumeist geringer Festigkeit, die u. U. bereits während des Bohrvorgangs durch die mechanische Beanspruchung zerkleinert wurden.

Die Sande reichen bis zur jeweiligen (vorzeitigen) Aufschlussendtiefe zwischen etwa 2,4-7,0 m unter GOK.

Der Schichtkomplex der Sande wird als Homogenbereich HB 2 definiert.

(3) (verwittertes Festgestein)

Mit Ausnahme der KRB bei km 35.638 mussten alle KRBs vorzeitig in Tiefen zwischen etwa 2,4-5,5 m unter GOK aufgrund massiver Bohrhindernisse abgebrochen werden. Mit den DPHs konnte die geplante Endtiefe von 8,0 m unter GOK aufgrund von Rammhindernissen ebenfalls nicht erreicht werden. Auch die DPH bei km 35.638 war in einer Tiefe von etwa 7,0 m unter GOK mit Schlagzahlen von $n_{10\text{ DPH}} > 100$ ausgerammt. Es ist anzunehmen, dass in den Tiefenbereichen, in denen die KRBs bzw. DPHs abgebrochen werden mussten, der Übergang ins **verwitterte Festgestein** erfolgt. Da das Festgestein verfahrensbedingt mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen jedoch nicht direkt aufgeschlossen werden konnte, können keine Aussagen zum Verwitterungsgrad etc. gemacht werden. D. h. ob hier bereits kompaktes Festgestein ansteht oder eine kiesig / steinig geprägte Übergangszone kann nicht beurteilt werden.



Das nicht direkt aufgeschlossene Festgestein wird dem Homogenbereich HB 3 zugewiesen.

In Anlage 4 sind der Baugrundaufbau sowie die Schichtgrenzen dargestellt. Hinsichtlich der lateralen Ausdehnung des Baugrundes wird vereinfacht angenommen, dass die jeweilige Grenze in der Mitte zwischen zwei Erkundungspunkten liegt. Aus diesem Grund ist diese Abgrenzung mit entsprechenden Ungenauigkeiten behaftet und eine Verschiebung der Grenzen zu erwarten, insbesondere auch was den Schichtverlauf des Festgesteins betrifft.

4.6 Festigkeit, Dichten

Auf die Lagerungsdichte der angetroffenen Böden kann auf der Grundlage der durchgeführten Rammsondierungen (schwere Rammsonde DPH) Rückschluss gezogen werden. Anhand der Schlagzahlen lassen sich auch Schichtwechsel sowie Konsistenzübergänge nachvollziehen.

Wegen der durchgeführten Vorschachtungen konnte die Lagerungsdichte der Böden bis in rd. 1,2 m Tiefe dabei nicht überprüft werden. Für die Auffüllungen kann die Lagerungsdichte deshalb nur auf Grundlage der Lösbarkeit der Böden beim Anlegen der Kabelsuchschlitze bzw. Handschachtungen bewertet werden. Demnach ist von einer i. M. lockeren bis allenfalls mitteldichten Lagerung der Auffüllungen auszugehen. Auch die bei DPH km 35,638 bis zur Tiefe von etwa 2,4 m unter GOK aufgenommenen Schlagzahlen $n_{10\text{ DPH}} = 4-9$ deuten auf eine i. M. lockere Lagerung der Auffüllungen hin.

Die gewachsenen Sande weisen im oberen Bereich bzw. im Übergang zu den aufgefüllten Böden ebenfalls eine überwiegend i. M. lockere Lagerung auf. Zur Tiefe hin erfolgt i. A. ein Übergang in mitteldichte Lagerung hin zu einer (sehr) dichten Lagerung im Übergangsbereich zum Festgestein. Einzelne Peaks (Bereiche mit deutlich erhöhten Schlagzahlen) deuten auf das Vorhandensein von Steineinlagerungen insbesondere knapp oberhalb des Übergangs zum Festgestein hin.

Die unterschiedlichen Lagerungsdichten der Sande können, sowohl bezüglich der lateralen Ausdehnung des entsprechenden Schichtpaketes als auch hinsichtlich der Ausdehnung zur Tiefe hin, dem ingenieurgeologischen Schnitt der Anlage 4 entnommen werden, wobei auch hier auf die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Annahmen bei der Erstellung des Baugrundmodells hingewiesen wird.

4.7 Hydrogeologische Verhältnisse

Bei den Erkundungen wurden in den KRBs km 35,320, km 35,420 und km 35,520 Wasserstände in Tiefen von 1,4-1,6 m unter GOK eingemessen. Bei der KRB bei km 35,638 konnte kein Wasserstand gemessen werden, da das Bohrloch bei etwa 4,0 m unter GOK zugefallen war. Allerdings wurde dort das Bohrgut ab ca. 4,2 m als nass angesprochen. Bei dem „älteren“ Aufschlusspunkt bei km 35,720 wurde (am 12.10.2015) ebenfalls ein Wasserstand in einer Tiefe von etwa 4,0 m unter GOK eingemessen.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den ausgeführten Kleinrammbohrungen um ein unverrohrtes Verfahren handelt, bei dem die Bohrwandungen nach dem Ziehen der Bohrschappen nicht gestützt werden. Es kann deshalb, insbesondere unter Grundwassereinfluss, zum Nachbrechen der Bohrwandung in das Bohrloch kommen. Dies beeinflusst die im Bohrloch gemessenen Grundwasserstände, die hierdurch mit einigen Unsicherheiten behaftet sind



Nach [3.2] befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich eines Porengrundwasserleiters (Südwestdeutscher Buntsandstein). Die Isohypse des Grundwassers wird in [3.2] bei etwa 240 mNN und der Flurabstand zwischen etwa 4-5 m (und somit abweichend zu den teilweise deutlich höher eingemessenen Grundwasserständen) angegeben.

Gemäß der Recherche beim Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz [3.3] befinden sich die nächstgelegenen Grundwassermessstellen etwa 3,4 km südöstlich (3061 Kaiserslautern, Hohenecken), ca. 5,5 km westsüdwestlich (3023, 3023 A und 3023 B Landstuhl) bzw. 5,5 km nordöstlich (3039 Kaiserslautern, Erfenbach). Aufgrund der Entfernung sowie den abweichenden topographischen Verhältnissen sind die Messwerte dieser Messstellen jedoch nicht auf das Untersuchungsgebiet übertragbar.

Eine Angabe zu verlässlichen Bemessungswasserständen ist auf der vorliegenden Datengrundlage (insbesondere in Ermangelung langjähriger Grundwasserganglinien) nicht möglich. Zudem kann auch nicht abschließend bewertet werden, ob es sich bei den z. T. relativ hoch eingemessenen Wasserständen bereits um den geschlossenen Grundwasserspiegel oder Schichtenwasser oberhalb von wasserstauenden, sehr gering durchlässigen Schichten (ST* Böden) handelt.

Für Erdarbeiten mit relativ geringen Eingriffstiefen in den Baugrund ist nicht mit einer Beeinflussung durch das Grundwasser zu rechnen bzw. spielt Grundwasser für die geplanten Rammrohrgründungen eine untergeordnete Rolle. Mit Sicker- und Schichtwasser hingegen ist generell (insbesondere oberhalb sehr gering durchlässiger Schichten) zu rechnen.

4.8 Bodenbeschaffenheit (Aggressivität)

Zur Feststellung der Stahl- und Betonaggressivität des Bodens wurden aus den relevanten Tiefenabschnitten Bodenproben entsprechend Tabelle 2 entnommen.

Tabelle 2: Probenzusammenstellung für Stahl-/Betonaggressivität

Boden- probe	Aufschluss [km]	Tiefenbereich m u. GOK	Beurteilung nach DIN 50929		
			Korrosions- belastung	Mulden und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
BMP 1	35,320	0,00 - 0,60 - 1,20 - 1,70 - 2,40	sehr niedrig	sehr gering	sehr gering
	35,420	0,00 - 0,50 - 1,20 - 3,40 - 5,10			
	35,520	0,00 - 0,40 - 0,80 - 1,30 - 2,70 - 5,50			
	35,638	0,00 - 0,40 - 1,30 - 2,40 - 3,00 - 4,70			

Die in der Tabelle 2 getroffene Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit unlegierter und niedrig legierter Eisenwerkstoffe setzt eine homogene Bettung bzw. homogene Böden (wie die erkundeten Sande) voraus. Bezüglich der getroffenen Annahmen dieser Beurteilung wird auf die Anlage zum Prüfbericht in der Anlage 7 verwiesen.

Hinsichtlich der Betonaggressivität ergab die Auswertung der Probe BMP 1, dass die Böden nach DIN 4030 als **nicht betonangreifend** einzustufen sind.

Die vollständigen Untersuchungsergebnisse der Analysen sind Anlage 7 zu entnehmen.



5 Geotechnische Baugrundkenngößen, Ersatzboden

Die anstehenden Baugrundverhältnisse und Bodenarten sind in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben und in der Anlage 4 zeichnerisch dargestellt.

Für die mögliche Tiefenlage bzw. Einflusstiefe der Baumaßnahme können für die angetroffenen Bodenarten die in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengestellten Bodenkenngrößen angesetzt werden. Diese Werte bilden die Grundlage für die erdstatischen Berechnungen und Nachweise und wurden anhand der Bodenansprache, der Laborergebnisse und aufgrund unserer Erfahrungen bei anderen Baumaßnahmen mit ähnlichen Bodenverhältnissen und Bodenarten derselben geologischen Formation festgelegt. Die hierfür herangezogenen Laborergebnisse sind der Anlage 6 zu entnehmen.

Die erdstatischen Nachweise sind grundsätzlich mit den Werten der Tabelle 3 zu führen. Im Zweifelsfall - je nach Berechnung bzw. Nachweis - ist mit dem Minimal- und/oder Maximalwert zu rechnen. Zu beachten ist eventuell die Zuordnung der Tabellenwerte zu bestimmten Lagerungsdichten.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Bodenkennwerte

Schicht-komplex	Bodenart	Bodengruppe n. DIN 18196	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Wichte, erdfeucht $\gamma (\gamma') \text{ [kN/m}^3\text{]}$	Reibungswinkel $\phi' \text{ [}^\circ\text{]}$	Kohäsion $c' \text{ [kN/m}^2\text{]}$	Steifemodul $E_{s,k} \text{ [MN/m}^2\text{]}$	dyn Steifemodul $E_{sd} \text{ [MN/m}^2\text{]}$	Querdehnzahl ν
Auffüllungen	Sand, (stark) schluffig, (stark) kiesig	[SU*]	locker	19 (10)	27,5	0	20	100	0,25-0,35
	Kies, (schwach-stark) sandig, schwach schluffig	[GU]		19 (10)	30,0	0	30	120	
Sande	Sand, (schwach schluffig)	SE, SU	locker	19 (10)	30,0	0	30	120	0,25-0,35
			mitteldicht	20 (11)	32,5	0	40-50	140	
			(sehr) dicht	21 (12)	35,0	0	60-80	200	
	Sand, (schwach) schluffig, (schwach) tonig	SU*, ST*	locker	20 (10)	27,5	0	20	100	0,25-0,35
			mitteldicht	21 (11)	30,0	0-2	30	120	
			(sehr) dicht	22 (12)	32,5	0-2	50	150	
(verwittertes Festgestein) ¹⁾	Sandstein	(VZ/VE)	zersetzt/ entfestigt	22 (12)	- ²⁾	- ²⁾	>100	>350	(0,25-0,35)

¹⁾ nicht direkt aufgeschlossen, Angaben unterliegen Annahmen; ²⁾ Trennflächengefüge maßgebend

Den im Abschnitt 4.5 beschriebenen Schichtkomplexen können folgende Bodengruppen, Bodenklassen, Frostepfindlichkeitsklassen und Verdichtbarkeitsklassen zugeordnet werden.



Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierungen des Baugrundes

Schichtkomplex	Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17	Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE-StB
Auffüllungen	[SU*] ¹⁾	F3	V2
	[GU]	F2	V1
Sande	SE	F1	V1
	SU	F2	V1
	SU* ¹⁾ , ST* ¹⁾	F3	V2
verw. Festgestein ²⁾	(VZ/VE)	-	-

¹⁾ gemischtkörnige Böden mit über 15 M.-% Feinanteil reagieren insbesondere in Verbindung mit mechanischer Beanspruchung empfindlich auf Wassergehaltsveränderungen. Bei mechanischer Beanspruchung treten mitunter empfindliche Tragfähigkeitsverluste durch Aufweichungserscheinungen bis hin zur Verflüssigung auf.

²⁾ nur indirekt aufgeschlossen

Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o.ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu verwenden. Ein evtl. einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 5 zu erfüllen.

Tabelle 5: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe nach DIN 18196	Nicht bindige bis schw. bindige, grob- und gemischtkörnige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, SU
Schlämmkornanteil ($d \leq 0,063 \text{ mm}$)	$\leq 10 \text{ (15) M. \%}$
Steinanteil ($d \geq 63 \text{ mm}$)	$\leq 10 \text{ M. \%}$
Größtkorndurchmesser $d_{\max}$	$\leq 100 \text{ mm}$, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Ungleichförmigkeitszahl U	$U \geq 3$ für $D_{Pr} \geq 98 \text{ \%}$ bzw. $U \geq 7$ für $D_{Pr} \geq 100\%$
Glühverlust V_{GI}	$\leq 3 \text{ M. \%}$
Schütthöhe	je nach Verdichtungsgerät $20 \div 40 \text{ cm}$
Wichte erdfeucht γ	$18 \div 21 \text{ kN/m}^3$
Scherwinkel ϕ'_k	$\geq 35^\circ$
Kohäsion c'_k	0 kN/m^2

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 98 % der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 1 m darunter sind $D_{Pr} \geq 100 \text{ \%}$ zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{Pr} \geq 100 \text{ \%}$ gefordert. Auf den erhöhten Verdichtungsanforderungen bei intermittierenden und enggestuften Böden wird hingewiesen. Dies gilt insbesondere für enggestufte Sandböden (SE).

Hingewiesen wird auf die Abtragungsbereiche von Eisenbahnverkehrslasten, innerhalb derer nach Ril 836 ausschließlich Böden der Bodengruppen GW, GI, SW und SI zu verwenden sind.

Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Von den aller Voraussicht nach zum Aushub kommenden Bodenmaterialien entsprechen die feinkornarmen Kiese der Auffüllungen der Bodengruppe [GU] sowie die feinkornarmen Sande der Bodengruppen SE und SU weitestgehend den Anforderungen der Tabelle 5.



6 Gründungsempfehlungen

6.1 Allgemeine Hinweise

Die Planung sieht die Gründung der Lärmschutzwand auf Rammpfählen (offene Stahlrohre) vor.

Hinweis: Seit dem 01.10.2024 ist die Ril 804.5504 in Kraft. Die Ril 804.5504 regelt eine standardisierte Bauweise für Lärmschutzwände mittels Rammrohren. Im Zuge der weiteren Planung ist, ggfls. in Abstimmung mit dem Unterzeichner, zu prüfen, ob bzw. inwieweit dies im vorliegenden Fall anwendbar ist.

Bei der Planung und der Ausführung der Gründung sind die Ergebnisse der Baugrunderkundung zu beachten. Demnach ist ab dem zwischen 2,4 m und 7,0 m u. GOK vermuteten Übergang in das Festgestein (Sandstein VZ/VE) ein rammendes Einbringen von Pfählen nicht mehr möglich. Des Weiteren wird auf die in einigen Bereichen (zumeist im Übergangsbereich zum Festgestein) vorherrschende (sehr) dichte Lagerung der Sande (vgl. Anl. 4) sowie auf die lokal (km 35,638 und km 35,720) in den Auffüllungen vorhandenen und in den im Übergangsbereich zum Festgestein (sehr) dicht gelagerten Sanden vermuteten Steineinlagerungen hingewiesen, die Rammhindernisse darstellen können.

Auf Grund der vorherrschenden Baugrundverhältnisse werden nachfolgend neben den Kennwerten für Rammpfähle auch solche für die Gründung der Lärmschutzwand mittels verpressten Mikropfählen und Einzelfundamenten angegeben.

Die Wahl des Einbringverfahrens für die Gründung (und damit der Geräte) ist nach VOB Teil C, DIN18304 Sache des Auftragnehmers. Dieser muss somit die Vorgehensweise den (Baugrund-) Verhältnissen anpassen.

6.2 Fertigrammpfähle

Generell sind die locker gelagerten, aufgefüllten bzw. gewachsenen Sande und Kiese als nur eingeschränkt tragfähig einzustufen, so dass die Mindestanforderungen für die Anwendung der Werte der EA-Pfähle nicht eingehalten sind bzw. die Werte abgemindert (Extrapolation) wurden. Es wird daher empfohlen, im Vorfeld eine Probelastung durchzuführen. U. U. können die u. g. Kennwerte hierdurch noch erhöht werden.

In Anlehnung an die EA Pfähle (2. Auflage) dürfen für Rammrohrpfähle im Grenzzustand für die im Baufeld anstehenden Böden / Schichtkomplexe folgende Werte der Tabelle 6 für Mantelreibung und Spitzenwiderstand angesetzt werden:



Tabelle 6: Charakteristische Werte für Mantelreibung $q_{s,k}$ und Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ in Anlehnung an die EA Pfähle für Fertigrammpfähle

Schicht	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]		Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	
	S_{sg}^*	$S_{sg} = S_g = 0,1D_{eq}$	$s/D_{eq} = 0,035$	$s/D_{eq} = 0,100$
Auffüllungen (i. M. locker)	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
Sande (i. M. locker)	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
Sande (i. M. mitteldicht)	0,04	0,06	2,8	5,3
Sande (i. M. (sehr) dicht)	0,08	0,12	4,5	8,8
verw. Festgestein (VZ/VE) ^{2) 3)}	- ⁴⁾	- ⁴⁾	6,0	10,0

¹⁾ Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Dicke der tragfähigen Schicht nicht eingehalten, daher kein Widerstand ansetzbar bzw. abgeminderter Wert

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen, Angaben unterliegen Annahmen;

³⁾ Einbindung in Sandsteinersatz nur (sehr) eingeschränkt möglich (vgl. Hinweise Kap. 6.1)

⁴⁾ Beim „Abstellen“ von Rammpfählen auf dem Felshorizont kann gemäß EA Pfähle der Lastabtrag nur über Spitzendruck erfolgen

Für den Fall, dass nach statischen Erfordernissen die Fertigrammpfähle tiefer als die Endteufen der Kleinrammbohrungen oder Rammsondierungen bzw. innerhalb des Sandsteinersatzes oder in Bereichen (sehr) dichter Lagerung zu liegen kommen, ist der Lastfall „Einbringen“ gesondert zu betrachten und (bei Bedarf) ein steiferes Profil als statisch erforderlich zu wählen. Auf der Baustelle ist eine entsprechend leistungsfähige Einbringhilfe vorzuhalten. Darüber hinaus ist die Möglichkeit zur Ausführung von Lockerungsbohrungen bzw. Austauschbohrungen (im Festgestein) vorzusehen; allerdings mit dem Nachteil, dass die ansetzbaren Widerstandswerte für Mantelreibung und - je nach Tiefe der Lockerungs- bzw. Austauschbohrung - auch für den Spitzendruck in Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen ggf. mittels Nacherkundung (Ausführen von Schweren Rammsondierungen DPH im aufgelockerten Bereich) neu zu verifizieren sind, was mit entsprechendem Mehraufwand verbunden ist.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Grenzwerte, die nach DIN 1054/EC7 mit entsprechenden Sicherheiten abzumindern sind.

Angaben zur Mindesteinbindelänge in die tragfähige Schicht und deren Mächtigkeit unter Pfahlfußfläche sind gemäß EA Pfähle zu beachten. Hinsichtlich ansetzbarer Fläche und Modellfaktoren wird auf die EA Pfähle verwiesen.

Die laterale und vertikale Ausdehnung der in Tabelle 6 genannten Schichten kann dem ingenieurgeologischen Schnitt der Anlage 4 entnommen werden. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass die jeweilige (seitliche) Grenze der erkundeten Schichten in der Mitte zwischen zwei Erkundungspunkten liegt. Aus diesem Grund ist diese Abgrenzung mit entsprechenden Ungenauigkeiten behaftet und mit einer Verschiebung der Grenzen zu rechnen.

In der folgenden Tabelle 7 wird ein Vorschlag zur Einteilung und Zusammenfassung ähnlicher bzw. vergleichbarer Baugrundverhältnissen / Schichtenfolge entlang des geplanten Wandabschnittes gemacht.



Tabelle 7: Charakteristische Werte für Mantelreibung $q_{s,k}$ und Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ in Anlehnung an die EA Pfähle für Fertigrampfpfähle

Strecken- abschnitt	Schicht (Lagerungsdichte)	Einbinde- tiefe [m u. SO]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]		Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	
			S_{sg}^*	$S_{sg} = S_g = 0,1D_{eq}$	$s/D_{eq} = 0,035$	$s/D_{eq} = 0,100$
km 35,320 - km 35,400	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,2/3,3	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 2,7/4,4	0,04	0,06	2,8	5,3
	Sande (i. M. (sehr) dicht) ⁵⁾	bis ~ 3,4/5,4	0,08	0,12	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ^{2) 3)}	ab ~ 3,4/5,4	- ⁴⁾	- ⁴⁾	6,0	10,0
km 35,400 - km 35,500	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 3,4	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 4,4	0,04	0,06	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. locker)	bis ~ 5,4	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 6,3	0,04	0,06	2,8	5,3
	Sande (i. M. (sehr) dicht) ⁵⁾	bis ~ 6,3/6,9	0,08	0,12	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ^{2) 3)}	ab ~ 6,3/6,9	- ⁴⁾	- ⁴⁾	6,0	10,0
km 35,500 - km 35,580	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,5	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 6,6	0,04	0,06	2,8	5,3
	Sande (i. M. (sehr) dicht) ⁵⁾	bis ~ 7,3	0,08	0,12	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ^{2) 3)}	ab ~ 7,3	- ⁴⁾	- ⁴⁾	6,0	10,0
km 35,580 - km 35,660	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,3	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 3,4	0,04	0,06	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. locker)	bis ~ 4,1	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 5,5	0,04	0,06	2,8	5,3
	Sande (i. M. (sehr) dicht) ⁵⁾	bis ~ 6,4	0,08	0,12	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ^{2) 3)}	ab ~ 6,4	- ⁴⁾	- ⁴⁾	6,0	10,0

¹⁾ Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Dicke der tragfähigen Schicht nicht eingehalten, daher kein Widerstand ansetzbar bzw. abgeminderter Wert

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen, Angaben unterliegen Annahmen;

³⁾ Einbindung in Sandsteinersatz nur (sehr) eingeschränkt möglich (vgl. Hinweise Kap. 6.1)

⁴⁾ Beim „Abstellen“ von Rammpfählen auf dem Felshorizont kann gemäß EA Pfähle der Lastabtrag nur über Spitzendruck erfolgen

⁵⁾ es ist mit Erschwernissen beim Einbringen der Rammrohre zu rechnen (vgl. Hinweise Kap. 6.1)



Tabelle 7: Charakteristische Werte für Mantelreibung $q_{s,k}$ und Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ in Anlehnung an die EA Pfähle für Fertigrammpfähle

Streckenabschnitt	Schicht (Lagerungsdichte)	Einbinde- tiefe [m u. SO]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]		Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	
			S_{sg}^*	$S_{sg} = S_g = 0,1D_{eq}$	$s/D_{eq} = 0,035$	$s/D_{eq} = 0,100$
km 35,660 - km 35,700	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,6	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 2,7	0,04	0,06	2,8	5,3
	Sande (i. M. (sehr) dicht) ⁵⁾	bis ~ 3,3	0,08	0,12	2,8 ¹⁾	5,3 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 4,9	0,04	0,06	2,8	5,3
	Sande (i. M. (sehr) dicht) ⁵⁾	bis ~ 5,6	0,08	0,12	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ^{2) 3)}	ab ~ 5,6	- ⁴⁾	- ⁴⁾	6,0	10,0
km 35,700 - km 35,720	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 3,0	0,01 ¹⁾	0,02 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 5,2	0,04	0,06	2,8	5,3
	Sande (i. M. (sehr) dicht) ⁵⁾	bis ~ 6,1	0,08	0,12	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ^{2) 3)}	ab ~ 6,1	- ⁴⁾	- ⁴⁾	6,0	10,0

¹⁾ Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Dicke der tragfähigen Schicht nicht eingehalten, daher kein Widerstand ansetzbar bzw. abgeminderter Wert

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen, Angaben unterliegen Annahmen;

³⁾ Einbindung in Sandsteinersatz nur (sehr) eingeschränkt möglich (vgl. Hinweise Kap. 6.1)

⁴⁾ Beim „Abstellen“ von Rammpfählen auf dem Felshorizont kann gemäß EA Pfähle der Lastabtrag nur über Spitzendruck erfolgen

⁵⁾ es ist mit Erschwerissen beim Einbringen der Rammrohre zu rechnen (vgl. Hinweise Kap. 6.1)

Wie bereits in den Kap. 4.4 und 4.5 dargelegt, mussten nahezu alle Erkundungen vorzeitig abgebrochen werden und insbesondere im Teilabschnitt von km 35,320 bis etwa km 35,400 konnten nur relativ geringe Erkundungstiefen erreicht werden. In Abhängigkeit der nötig werdenden Rammrohrängen bleibt die Gründung mittels Fertigrammpfählen aus geotechnischer Sicht auch mit Zusatzmaßnahmen (vgl. Kap. 6.1) zumindest abschnittsweise risikobehaftet bzw. muss angenommen werden, dass (in Abhängigkeit der nötigen Rammrohrlänge) die benötigten Längen u. U. nicht (rammend) eingebracht werden können. Zumindest abschnittsweise erscheint die Gründung mittels Mikropfählen oder Einzelfundamenten deshalb zielführender. In den folgenden Kapiteln werden der Vollständigkeit halber Werte für den gesamten Untersuchungsabschnitt angegeben.



6.3 Verpresste Mikropfähle

Bei verpressten Mikropfählen gemäß DIN 4128, EC 7 / EA-Pfähle bzw. DIN EN 14199 ist die zulässige Pfahlbelastung aufgrund von Probelastungen festzulegen. Die Probelastungen sollen mindestens an zwei Pfählen, jedoch wenigstens an 3 % aller Pfähle durchgeführt werden. Werden Bauwerkspfähle als Probepfähle verwendet, so ist nachzuweisen, dass sie unter der Prüflast keine Verringerung ihrer Tragfähigkeit erleiden.

Der Vorbemessung von Mikropfählen können für die im Baufeld anstehenden Böden / Schichtkomplexe die in folgender Tabelle aufgeführten Grenzmantelreibungswerte $q_{s,k}$ zugrunde gelegt werden.

Tabelle 8: Charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$ für verpresste Mikropfähle

Schicht	Charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
Auffüllungen (i. M. locker)	0,04 ¹⁾
Sande (i. M. locker)	
Sande (i. M. mitteldicht)	0,16
Sande (i. M. (sehr) dicht)	0,28
verwittertes Festgestein (VZ/VE) ²⁾	0,32

¹⁾ Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Dicke der tragfähigen Schicht nicht eingehalten, daher abgeminderter Wert

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen

Die zulässigen Mantelreibungswerte ergeben sich nach Teilung des Grenzmantelreibungswertes durch die zugehörigen Sicherheitsbeiwerte nach DIN-EN 1997 und DIN 1054.

Durch Probelastungen können die o. a. Werte vermutlich noch erhöht werden.

Die laterale Ausdehnung der in Tabelle 8 genannten Schichten sowie die Ausdehnung zur Tiefe hin können den ingenieurgeologischen Schnitten der Anlage 4 entnommen werden.

In der folgenden Tabelle 9 wird zur besseren Übersicht der gesamte hier betrachtete Wandabschnitt in Bereiche mit jeweils ähnlichen bzw. vergleichbaren Baugrundverhältnissen / Schichtenfolge unterteilt.



Tabelle 9: Charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$ für verpresste Mikropfähle

Streckenabschnitt	Schicht	Einbindetiefe [m u. SO]	Charakteristische Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
km 35,320 - km 35,400	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,2/3,3	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 2,7/4,4	0,16
	Sande (i. M. (sehr) dicht)	bis ~ 3,4/5,4	0,28
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ²⁾	ab ~ 3,4/5,4	0,32
km 35,400 - km 35,500	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 3,4	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 4,4	0,16
	Sande (i. M. locker)	bis ~ 5,4	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 6,3	0,16
	Sande (i. M. (sehr) dicht)	bis ~ 6,3/6,9	0,28
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ²⁾	ab ~ 6,5/6,9	0,32
km 35,500 - km 35,580	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,5	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 6,6	0,16
	Sande (i. M. (sehr) dicht)	bis ~ 7,3	0,28
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ²⁾	ab ~ 7,3	0,32
km 35,580 - km 35,660	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,3	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 3,4	0,16
	Sande (i. M. locker)	bis ~ 4,1	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 5,5	0,16
	Sande (i. M. (sehr) dicht)	bis ~ 6,4	0,28
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ²⁾	ab ~ 6,4	0,32
km 35,660 - km 35,700	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,6	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 2,7	0,16
	Sande (i. M. (sehr) dicht)	bis ~ 3,3	0,28
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 4,9	0,16
	Sande (i. M. (sehr) dicht)	bis ~ 5,6	0,28
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ²⁾	ab ~ 5,6	0,32
km 35,700 - km 35,720	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 3,0	0,04 ¹⁾
	Sande (i. M. mitteldicht)	bis ~ 5,2	0,16
	Sande (i. M. (sehr) dicht)	bis ~ 6,1	0,28
	verwittertes Festgestein (VZ/VE) ²⁾	ab ~ 6,1	0,32

¹⁾ Anforderungen an Baugrundfestigkeit und / oder Dicke der tragfähigen Schicht nicht eingehalten, daher abgeminderter Wert

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen



6.4 Einzelfundamente

Es wird von einer frostfreien Gründung ca. 1,0 m unter GOK sowie von Fundamentabmessungen von ca. 1,3 m x 1,3 m ausgegangen. Aufgrund des Planungsstandes handelt es sich hierbei um Annahmen, die im weiteren Planungsverlauf zu prüfen sind!

Die Einzelfundamente können auf Grundlage interner Setzungs- und Grundbruchberechnungen mit Hilfe der in der nachfolgenden Tabelle im Sinne des EC 7 angeführten Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes dimensioniert werden. Dabei ist die tatsächliche Setzung in den Berechnungen auf $s_{\text{tats.}} \leq 1 \text{ cm}$ begrenzt.

Tabelle 10: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für Einzelfundamente

Streckenabschnitt	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes bei Einzelfundamenten bei tatsächlichen Setzungen von $s_{\text{tats.}} \leq 1,0 \text{ cm}$ ¹⁾ [kN/m ²]
km 35,320 - 35,400	500 ²⁾
km 35,400 - 35,500	420 ²⁾
km 35,500 - 35,580	520 ²⁾
km 35,580 - 35,660	590 ²⁾
km 35,660 - 35,700	420 ²⁾
km 35,700 - 35,720	600 ²⁾

¹⁾ tatsächliche Setzungen unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktor gemäß DIN 4019 von $2/3$

²⁾ Grundbruch maßgebend

Es wird angezeigt, dass die in der Tabelle 10 angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ im Sinne des EC 7 zu interpretieren sind und für effektive Fundamentbreiten (b bzw. $b' = b - 2e$) und vertikal, mittig belastete Fundamente (Bemessungssituation BS-P) gelten. Eine Erhöhung der o. g. Werte ist nicht zulässig. Bei Einwirkung von Horizontalkräften und/oder Biegemomenten sind Abminderungen vorzunehmen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den genannten Werten nicht um die aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11 handelt. Die zulässigen Bodenpressungen können durch Division mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkungen ermittelt werden. Die sonstigen Nachweise (Gleiten, Kippen, usw.) sind auf der Grundlage der bodenmechanischen Kennwerte in Tabelle 2 sowie der Schichtenfolge in der Anlage 4 durch den Tragwerksplaner zu erbringen.

Kommen die Fundamente im Böschungsbereich zu liegen sind in jedem Fall zusätzliche Standsicherheitsnachweise erforderlich. Zudem setzen die o. g. Werte voraus, dass die Aushubsohle nicht gestört und aufgelockert ist bzw. ordnungsgemäß nachverdichtet wird.



7 Hinweise zur Bauausführung

- Falls im Einwirkungsbereich der Baumaßnahmen gefährdete Bauwerke, Leitungen, Verkehrswege etc. vorhanden sind, sollte vor und nach den Bauarbeiten eine Beweissicherung durchgeführt werden, um vorhandene „alte“ Schäden von „neuen“ Schäden abgrenzen zu können und begründeten Ansprüchen der Anlieger oder Dritter gerecht zu werden. Bei Bedarf sind auch Erschütterungsmessungen vorzusehen.
- Zwischengelagerte, einzubauende Erdstoffe sind so zu lagern bzw. zu behandeln, dass ein günstiger Einbauwassergehalt beibehalten oder erreicht wird.
- Sofern keine gesonderten Anforderungen bestehen (vgl. Ril 836), sind Arbeitsräume und Schüttungen mit Ersatzboden nach Tabelle 5 zu verfüllen bzw. herzustellen und ausreichend zu verdichten.
- Während der Erdarbeiten ist besonders auf Witterungseinflüsse und dadurch bedingte Wassergehaltsänderungen der Erdstoffe zu achten.
- Es muss damit gerechnet werden, dass die im Einflussbereich des BV gelegenen Gleise (mehrfach) nachgestopft werden müssen.
- Bei der Durchführung der Arbeiten sind u. a. die Anforderungen der ZTVE-StB 17, ZTV SoB-StB 12, RStO 12/24, sowie der jeweils gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien (auch der DB AG) zu beachten.

8 Schlussbemerkungen

Für den Neubau bzw. die Verlängerung einer Lärmschutzwand an der DB-Strecke 3280 (ca. km 35,320 - km 35,720) wurde vom IBES Baugrundinstitut eine Baugrunderkundung mit begleitenden geotechnischen Laboruntersuchungen durchgeführt.

Anhand der Untersuchungsergebnisse, der Geländeaufnahme und der zur Verfügung stehenden Unterlagen wurde dieses Baugrund- und Gründungsgutachten ausgearbeitet.

Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht auszuschließen. Sollten beim großflächigen Aufschluss während der Bauarbeiten andere Baugrundverhältnisse als diesem Bericht zugrunde liegende festgestellt werden, ist unser Institut sofort zu verständigen, um die Ursache und die Auswirkung auf die genannten Empfehlungen überprüfen und gegebenenfalls ergänzen zu können.

Die die Geotechnik betreffenden und tangierenden Ausführungspläne und Standsicherheitsnachweise sind uns im Rahmen der Entwurfserstellung zur Prüfung vorzulegen. Die Ergebnisse der Überprüfung werden in einem geotechnischen Entwurfsbericht zusammengefasst. Weitere geotechnische Berichte können im Laufe der Bauausführung erforderlich werden (vgl. hierzu DIN EN-1997-1, Kapitel 4).

Entnommene Rückstellproben werden nach drei Monaten ordnungsgemäß entsorgt. Sollte eine längere Aufbewahrungszeit gewünscht sein, ist dies rechtzeitig mitzuteilen.

Bei neu auftretenden Fragen bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung.



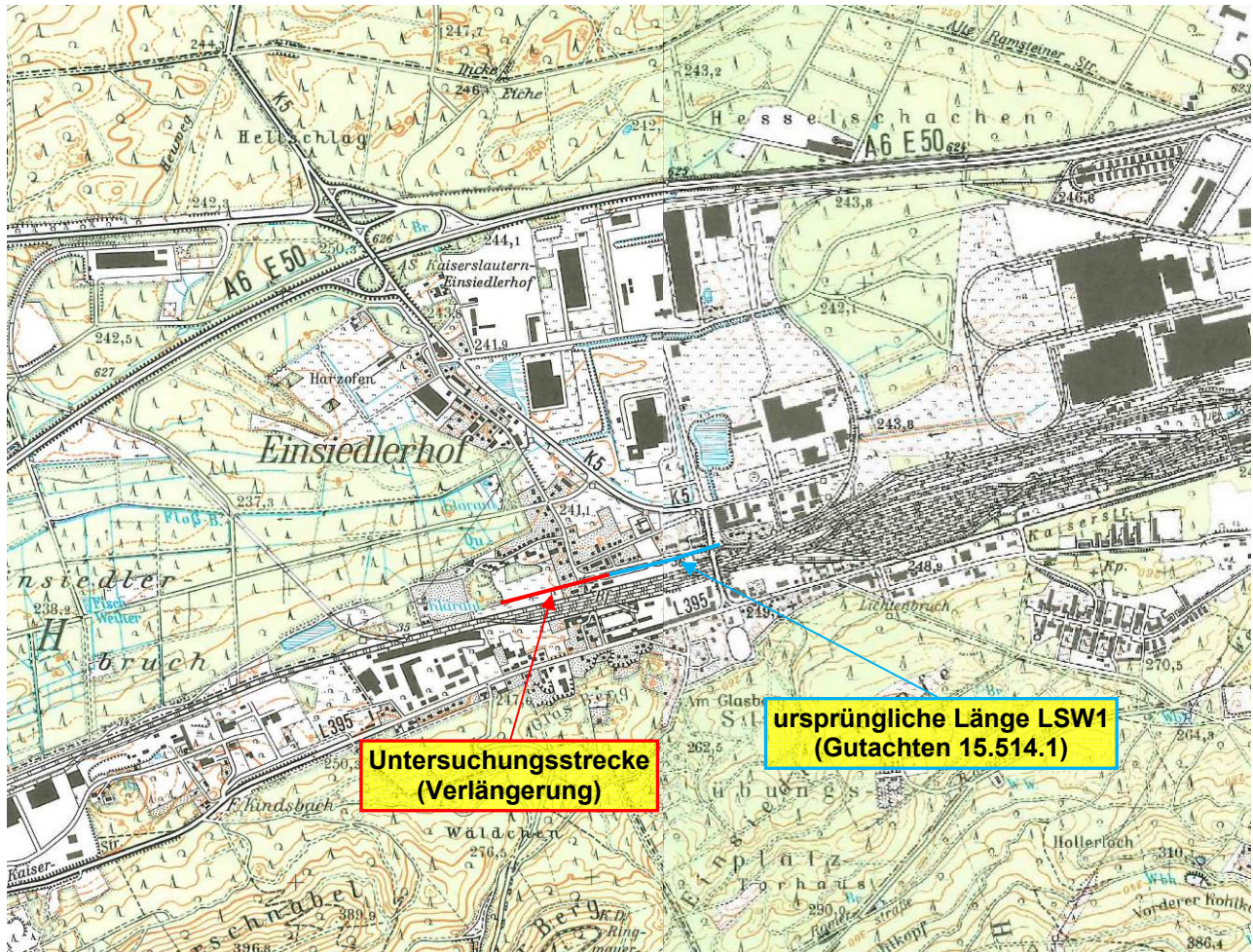
Das Gutachten besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit.

Neustadt/Weinstr., 31.01.2025 sh/bö
Fritz-Voigt-Straße 4
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
E-Mail: ibes-gmbh@ibes-gmbh.de

IBES Baugrundinstitut GmbH
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen

ppa. Dipl.-Ing. Christian Böhm

Dipl.-Ing. Nico Schindhelm
Projektbearbeiter



Auszug aus den topographischen Karten, Blatt 6511 Landstuhl und 6512 Kaiserslautern,
Ausgaben 1992, M. 1:25.000



M. 1:500

[Quelle: SCHÖNHOFEN Ingenieure, 67657 Kaiserslautern, Stand 02/2021]

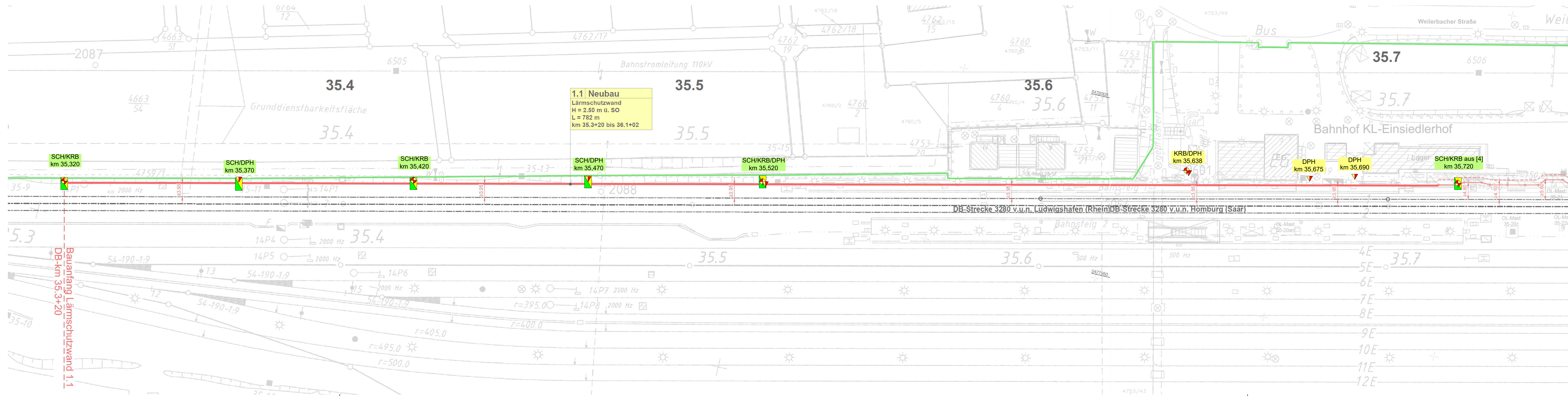




Bild 1: Blick entlang des Untersuchungsabschnitts bei ca. km 35,320 in Richtung Osten auf den Kabelsuchschlitz



Bild 2: Blick in den Kabelsuchschlitz bei ca. km 35,320



Bild 3: Ausführung der KRB bei km 35,320



Bild 4: Bohrgut der KRB bei km 35,320



Bild 5: Blick entlang des Untersuchungsabschnitts bei ca. km 35,370 in Richtung Osten auf den Kabelsuchschlitz



Bild 6: Blick in den Kabelsuchschlitz bei ca. km 35,370



Bild 7: Ausführung der DPH bei km 35,370



Bild 8: Ausführung der DPH bei km 35,370



Bild 9: Blick entlang des Untersuchungsabschnitts bei ca. km 35,420 in Richtung Westen auf den Kabelsuchschlitz



Bild 10: Blick in den Kabelsuchschlitz bei ca. km 35,420



Bild 11: Ausführung der KRB bei km 35,420



Bild 12: Bohrgut der KRB bei km 35,420



Bild 13: Blick entlang des Untersuchungsabschnitts bei ca. km 35,470 in Richtung Osten auf den Kabelsuchschlitz



Bild 14: Blick entlang des Untersuchungsabschnitts bei ca. km 35,470 in Richtung Westen auf den Kabelsuchschlitz



Bild 15: Blick in den Kabelsuchschlitz bei ca. km 35,470



Bild 16: Ausführung der DPH bei km 35,470



Bild 17: Blick entlang des Untersuchungsabschnitts bei ca. km 35,520 in Richtung Osten auf den Kabelsuchschlitz



Bild 18: Blick in den Kabelsuchschlitz bei ca. km 35,520



Bild 19: Ausführung der KRB bei km 35,520



Bild 20: Ausführung der KRB/DPH bei km 35,638



Bild 21: Ausführung der KRB/DPH bei km 35,638



Bild 22: Bohrgut der KRB bei km 35,638



Bild 23: Ausführung der DPH bei km 35,670



Bild 24: Ausführung der DPH bei km 35,670



ZEICHENERKLÄRUNG (EN ISO 14688-1 / DIN 4023)

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

- Grundwasser angebohrt
 Grundwasser nach Bohrende
 Ruhewasserstand
 k.GW kein Grundwasser

- Labor Laborversuch durchgeführt
 GU* Bodengruppe aufgrund Ansprache
 [GU*] Auffüllung

BODENARTEN

Auffüllung		A	A	
Blöcke	mit Blöcken	Y y		
Steine	steinig	X x		
Kies	kiesig	G g		
Sand	sandig	S s		
Schluff	schluffig	U u		
Ton	tonig	T t		
Torf	humos	H h		
Mudde	organisch	F o		
Geschiebemergel	mergelig	Mg me		

FELSARTEN

Fels, allgemein	Z	Z Z Z
Fels, verwittert	Zv	Zv Zv Zv
Kongl., Brekzie	Gst.	Z o Z
Sandstein	Sst	Z o Z
Schluffstein	Ust	Z oo Z
Tonstein	Tst	Z - Z
Mergelstein	Mst	Z - Z
Kalkstein	Kst	Z I Z
Granit	Gr	Z + Z

KORNGRÖßENBEREICH

- f fein
 m mittel
 g grob

NEBENANTEILE (DIN 4022)

- ' schwach (<15%)
 -/* stark (>30%)

KONSISTENZ

- brg >> breiig wch > weich
 stf | steif hfst | halbfest
 fst || fest

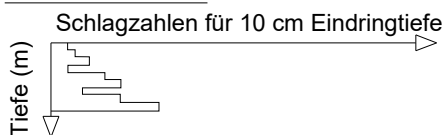
FEUCHTIGKEIT

- f̄ ∪ nass

KLÜFTUNG

- klü < klüftig
 klü ≧ stark klüftig

RAMMDIAGRAMM



RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2,52 cm	3,57 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	5,00 cm ²	10,00 cm ²	15,00 cm ²
Gestängedurchmesser	2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm
Rammbärgewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,0 cm	20,0 cm	50,0 cm

ABFALLRECHTLICHE EINSTUFUNG

nach EBV

	BM-0 / BG-0
	BM-0* / BG-0*
	BM-F0* / BG-F0* / GS-0
	BM-F1 / BG-F1 / RC-1 / GS-1
	BM-F2 / BG-F2 / RC-2 / GS-2
	BM-F3 / BG-F3 / RC-3 / GS-3
	>BM-F3 / >BG-F3 / >RC-3 / >GS-3

nach LAGA-TR

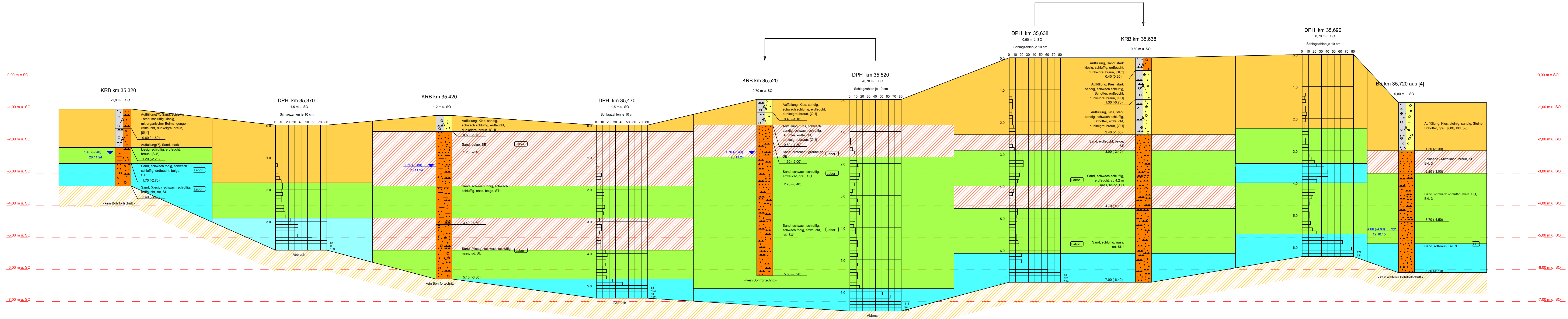
	Z0
	Z0*
	Z1.1
	Z1.2
	Z2
	>Z2

- Auffüllungen/Sande (i.M. locker)
- Sande (i.M. locker)
- Sande (i.M. mitteldicht)
- Sande (i.M. dicht)
- Rammhindernis (vermutl. Übergang Festgestein)

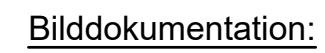
15.514.5 DB Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen
Lärmsanierung Kaiserslautern, Verlängerung km 35.320 bis 35.720



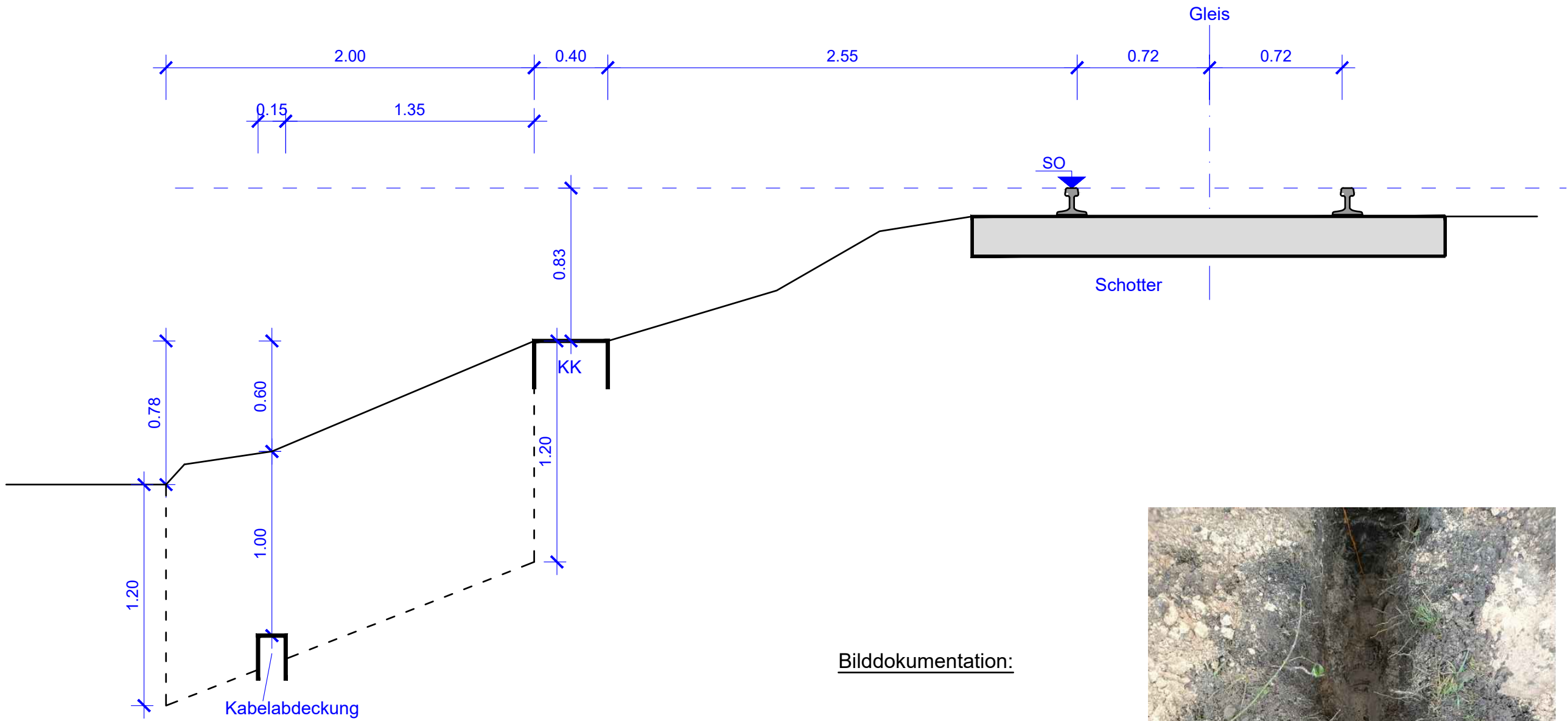
Ingenieurgeologischer Schnitt
M. 1:500/50



①

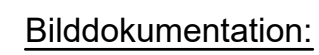
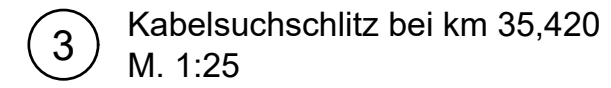


2 Kabelsuchschlitz bei km 35,370
M. 1:25

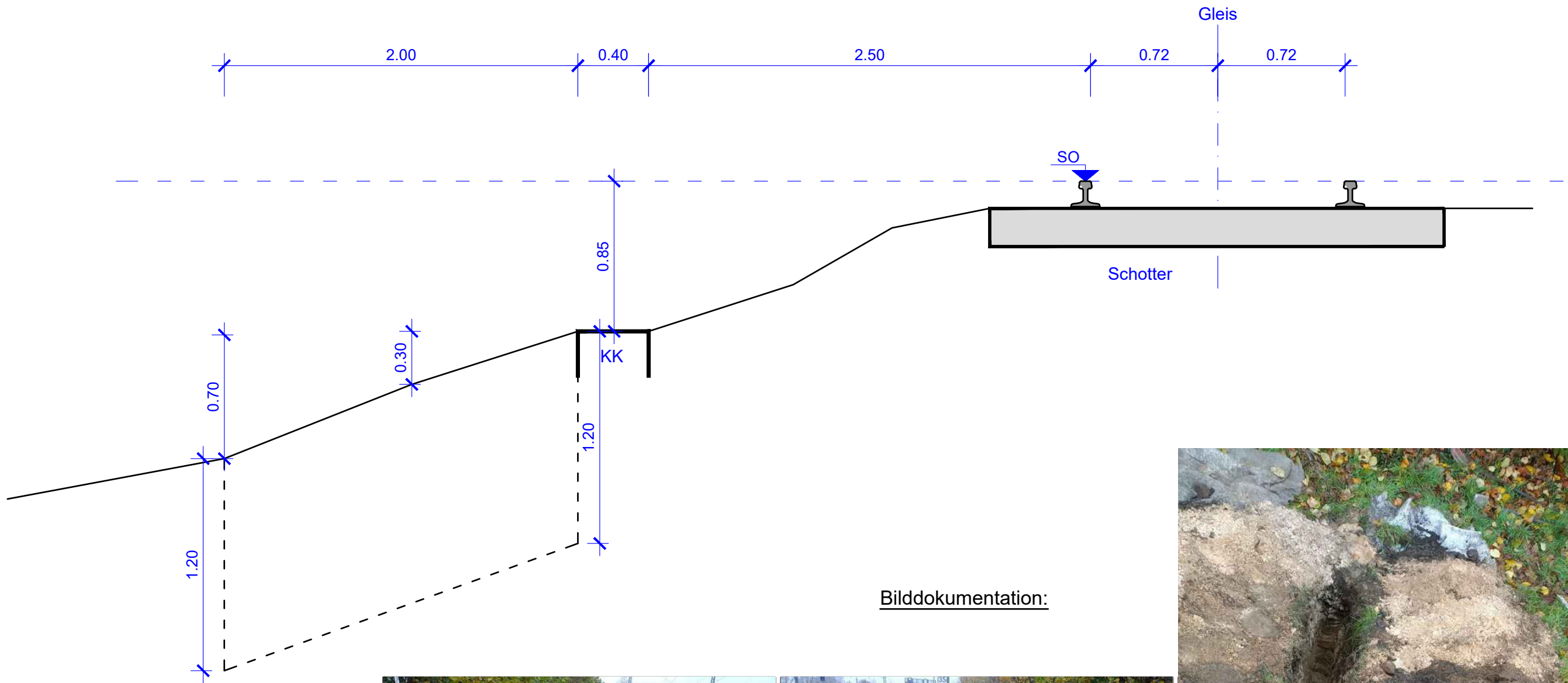


Bilddokumentation:





4 Kabelsuchschlitz bei km 35,470
M. 1:25



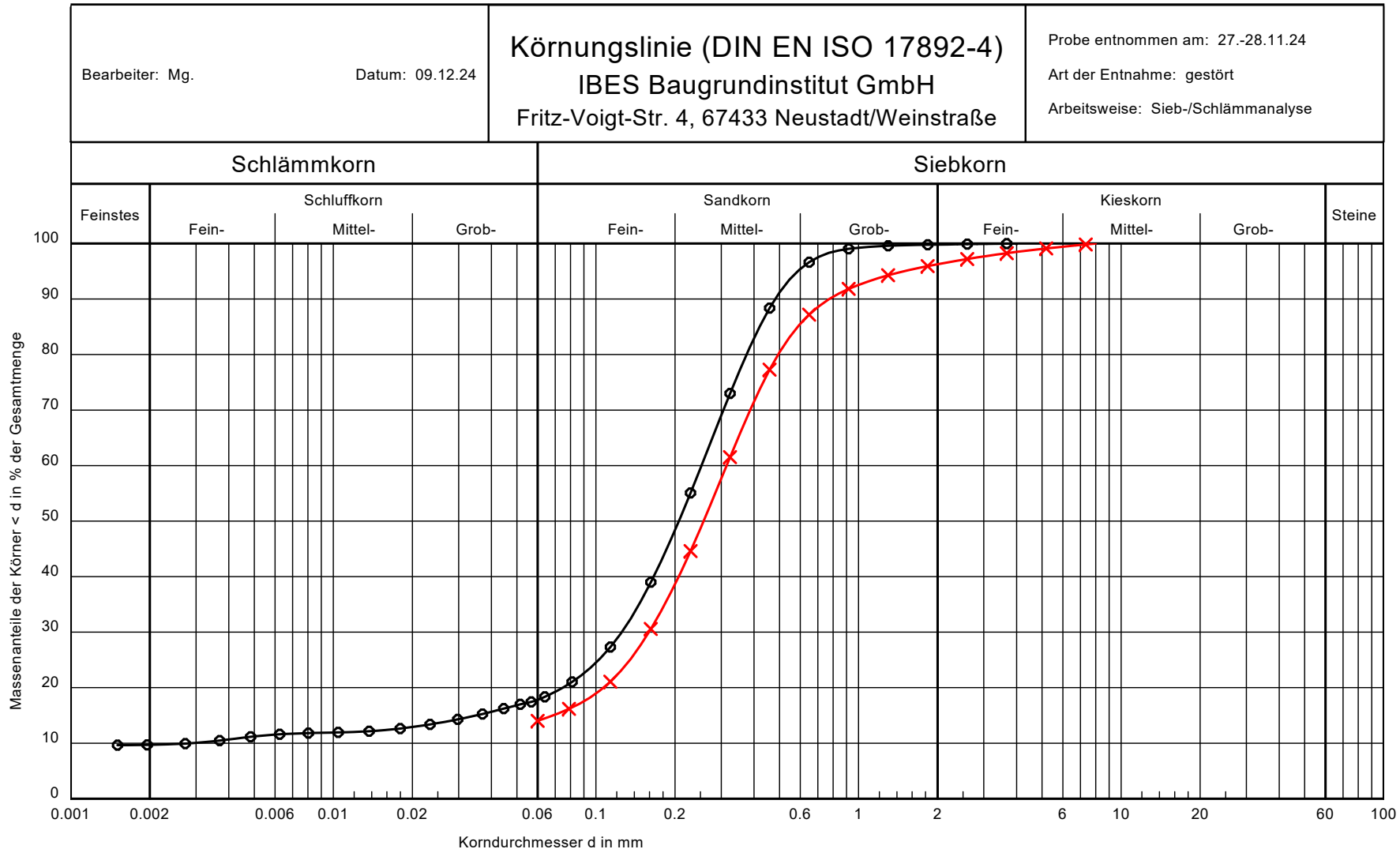
Bilddokumentation:



Technical drawing of a railway track cross-section. The drawing shows a drainage ditch on the left and a gravel bed (Schotter) on the right. The ditch has a width of 1.20m and a depth of 0.55m. The gravel bed has a width of 2.00m and a depth of 0.40m. A dashed line indicates the ground level. The drawing is labeled 'SO' and 'Gleis'.

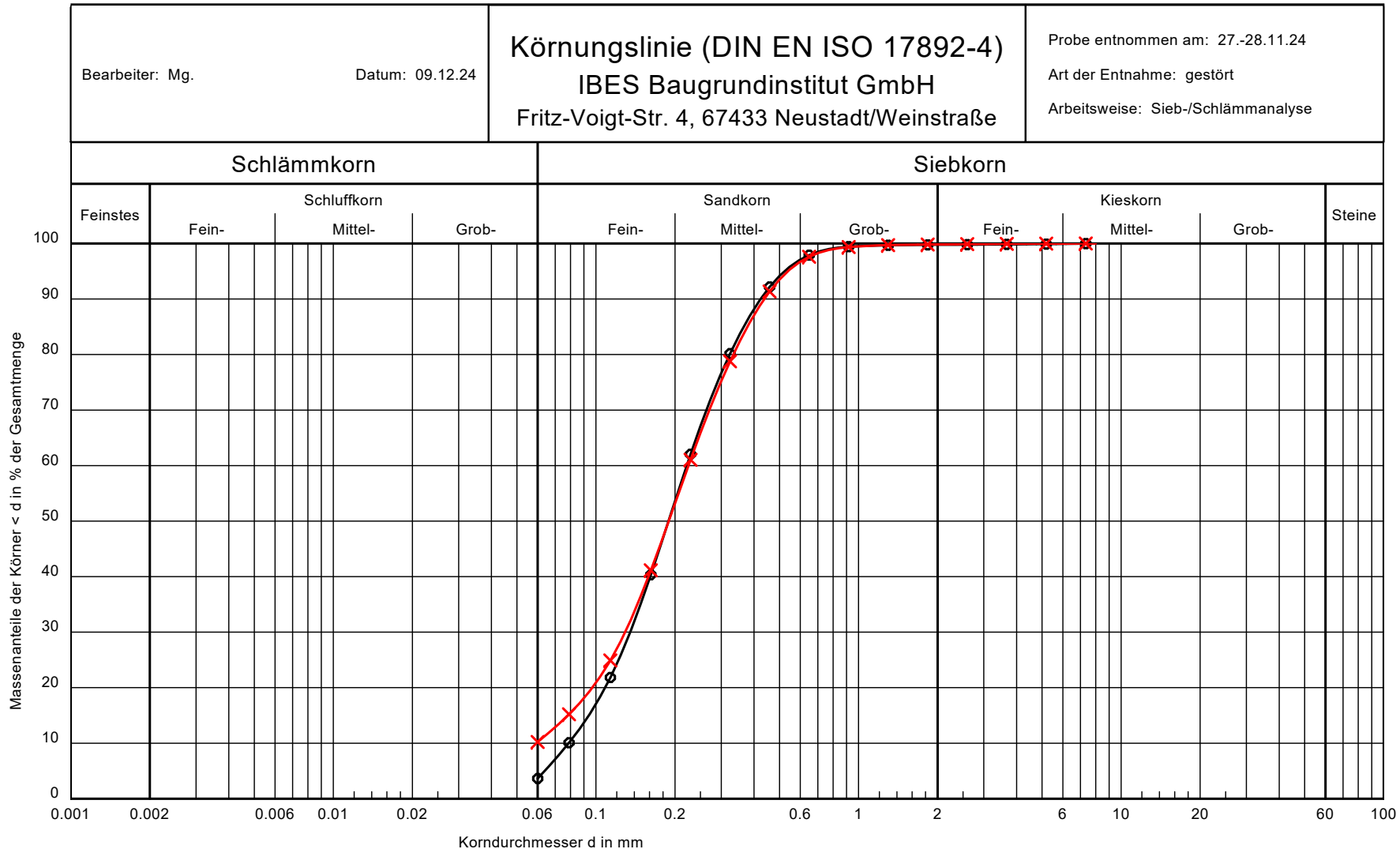






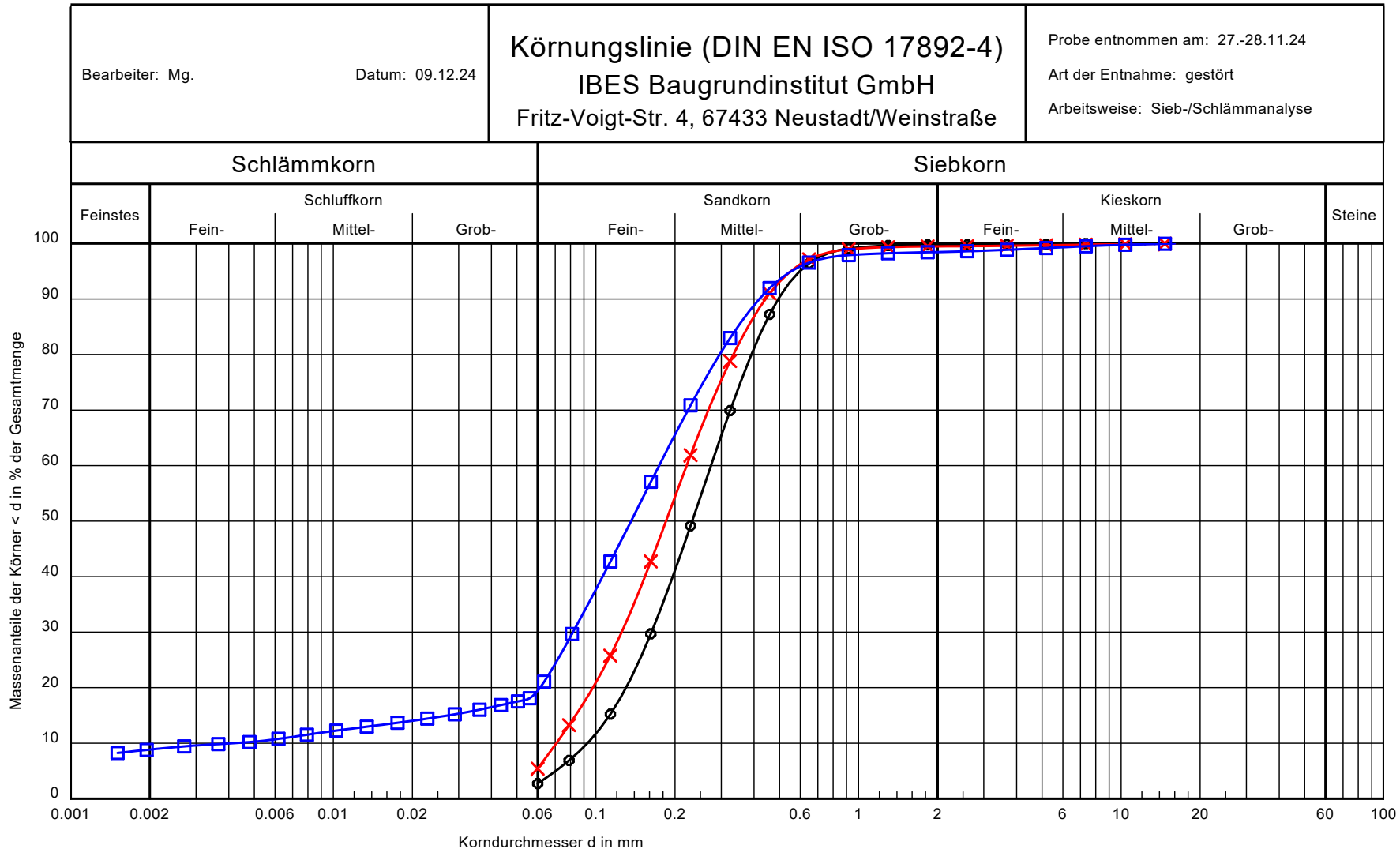
Labornummer:	9425	9426
Bodenart:	S, t', u'	S, u'
Tiefe:	1,20 m - 1,70 m	1,70 m - 2,70 m
k [m/s] (Beyer):	-	-
Entnahmestelle:	km 35,320	km 35,320
U/Cc	88.0/21.7	-/-
T/U/S/G [%]:	9.7/8.1/82.0/0.2	- /14.0/82.3/3.7
Bodengruppe:	ST*	SU
Signatur:	○ — ○	✕ — ✕





Labornummer:	9428	9430
Bodenart:	S	S, u'
Tiefe:	0,50 m - 1,20 m	3,40 m - 5,10 m
k [m/s] (Beyer):	6.2 * 10 ⁻⁵	-
Entnahmestelle:	km 35,420	km 35,420
U/Cc	2.8/1.0	-/-
T/U/S/G [%]:	- /3.6/96.1/0.2	- /10.2/89.6/0.2
Bodengruppe:	SE	SU
Signatur:	○ — ○	✕ — ✕



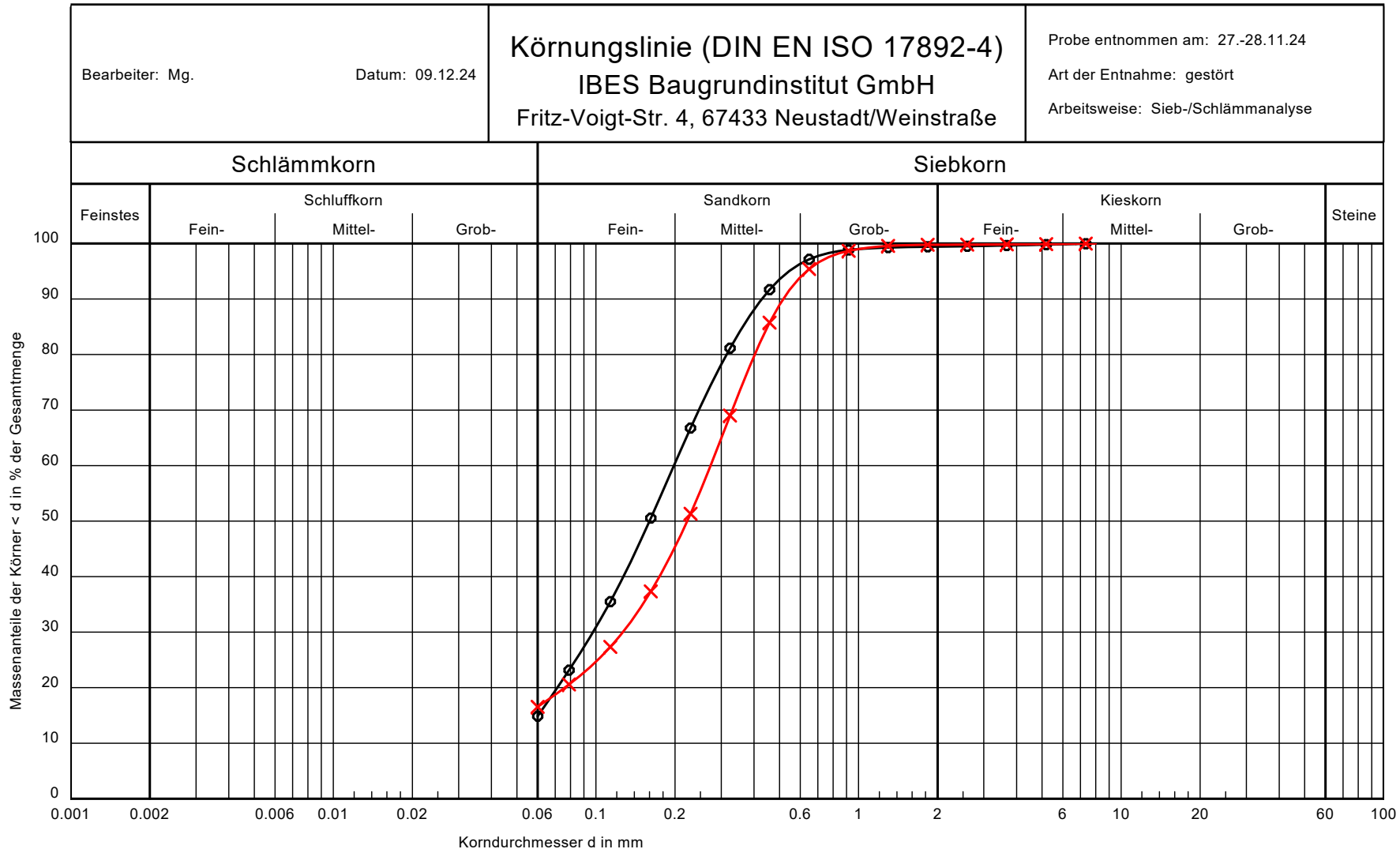


Labornummer:	9433	9434	9435
Bodenart:	S	S, u'	S, u', t'
Tiefe:	0,80 m - 1,30 m	1,30 m - 2,70 m	2,70 m - 5,50 m
k [m/s] (Beyer):	$8.6 \cdot 10^{-5}$	$4.5 \cdot 10^{-5}$	-
Entnahmestelle:	km 35,520	km 35,520	km 35,520
U/Cc	3.0/1.0	3.1/1.0	41.8/9.2
T/U/S/G [%]:	- /2.7/97.0/0.2	- /5.4/94.1/0.5	8.8/10.6/79.0/1.5
Bodengruppe:	SE	SU	SU*
Signatur:			

15.514.5 DB Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen
 Lärmsanierung Kaiserslautern, Verlängerung km 35.320 bis 35.720

Anlage 6.3





Labornummer:	9440	9441
Bodenart:	S, u'	S, u
Tiefe:	3,00 m - 4,70 m	4,70 m - 7,00 m
k [m/s] (Beyer):	-	-
Entnahmestelle:	km 35,638	km 35,638
U/Cc	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	- /14.9/84.6/0.6	- /16.5/83.2/0.2
Bodengruppe:	SU	SU*
Signatur:	○ — ○	✕ — ✕

15.514.5 DB Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen
 Lärmsanierung Kaiserslautern, Verlängerung km 35.320 bis 35.720

Anlage 6.4





Ergebnisse der chemoanalytischen Untersuchungen

- Prüfberichte -

gefertigt von

AGROLAB Labor GmbH, Plauen

Prüfbericht Boden 1601663-802955 (2 Blatt)

Anlage zu Prüfbericht 1601663-802955 (13 Blatt)

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

AWV JößnitzerStr.113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH
FRITZ-VOIGT-STR.4
67433 NEUSTADT AN DER WEINSTR.

Datum 20.01.2025

Kundennr. 27008633

PRÜFBERICHT

Auftrag
Analysennr.
Probeneingang
Probenahme
Probenehmer
Kunden-Probenbezeichnung

1601663 Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
802955 Mineralisch/Anorganisches Material
10.12.2024
06.12.2024
Auftraggeber
BMP 1 (15.514.1)

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Parameter Methode

Trockensubstanz	%	°	88,4	0,1	23146	DIN EN 14346 : 2007-03
-----------------	---	---	------	-----	-------	------------------------

Feststoff

pH-Wert (H2O)		°	7,14	0,1	8008	DIN EN 12176:1998-06
Bodenart		°	Sand	0	23409	VDLUF A I, D 2.1 : 1997
Basekapazität pH 7,0	mmol/kg		<0,400	0,4	40657	DIN 38409-7 : 2005-12
Säurekapazität pH 4,3	mmol/kg		3,20	0,4	40656	DIN 38409-7 : 2005-12
Sulfat aus salzsauren Auszug	mmol/kg	°	1,04 ^{x2}	1	42605	DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03
Sulfat aus salzsauren Auszug	mg/kg	°	<100	100	27264	DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%		0,72	0,4	23149	DIN EN 15936 : 2012-11
Säuregrad n. Baumann-Gully	*) ml/kg		15	0,1	4209	DIN 4030 (mod.)
Chlorid (Cl)	*) mg/kg		120	25	8626	DIN 4030-2 : 2008-06
Sulfid, gesamt	mg/kg		0,50	0,1	104889	DIN 4030-2 : 2008-06 in Verbindung mit DIN EN 1744-1 : 2013-03
Sulfid leicht freisetzbar	*) mg/kg		<0,25 (NWG)	0,5	1487	DIN 38405-27 : 1992-07 (mod.)

Berechnete Parameter

Neutralsalze	mmol/kg	°	0,648		39826	Berechnung
--------------	---------	---	-------	--	-------	------------

Fremdstoffe

Fremdbestandteile	*) %	°	<0,10	0,1	45239	visuell
-------------------	------	---	-------	-----	-------	---------

Eluat

elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		94,8	1	23218	DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid (Cl)	mg/l		2,95	0,1	23175	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat (SO4)	mg/l		3,78	0,1	23196	DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07

Aufbereitung

Eluatherstellung			+		94369	DIN 38414-4 (S 4) (mod.)
------------------	--	--	---	--	-------	--------------------------

Sonstige Parameter

Beurteilung	*)	°	siehe Anlage		69329	siehe Anlage
-------------	----	---	--------------	--	-------	--------------

Probenvorbereitung		°			127014	DIN 19747 : 2009-07
--------------------	--	---	--	--	--------	---------------------

Seite 1 von 2

AG Chemnitz
HRB 11049
Ust/VAT-ID-Nr.:
DE 170686 363

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer
Dr. Carlo C. Peich
Dr. Torsten Zurmühl



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14087-01-00

AWV-Dr. Busse GmbH

Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen, Germany
Tel.: +49 (03741) 550 760, Fax: +49 (03741) 523 550
eMail: awv@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 20.01.2025
Kundennr. 27008633

PRÜFBERICHT

Auftrag

1601663 Projekt: 15.514.1+5 LSW KL

Analysennr.

802955 Mineralisch/Anorganisches Material

Kunden-Probenbezeichnung

BMP 1 (15.514.1)

xx2) Bei Einzelwerten unter der BG wurde die NWG zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Parameter ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Die Berechnung der Messunsicherheiten in der folgenden Tabelle basiert auf dem GUM (Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP und OIML, 2008) und dem Nordtest Report (Handbook for calculation of measurement uncertainty in environmental laboratories (TR 537 (ed. 4) 2017). Es handelt sich also um einen sehr zuverlässigen Wert mit einem Vertrauensniveau von 95% (Konfidenzintervall). Abweichungen hiervon sind als Eintrag in der Spalte "Abweichende Bestimmungsmethode" gekennzeichnet.

Messunsicherheit	Abweichende Bestimmungsmethode	Parameter
17%	Dr. M. Koch, Universität Stuttgart: Schätzung der Messunsicherheit	Chlorid (Cl)
12%	Dr. M. Koch, Universität Stuttgart: Schätzung der Messunsicherheit	elektrische Leitfähigkeit, Sulfat (SO ₄)
16%	Dr. M. Koch, Universität Stuttgart: Schätzung der Messunsicherheit	Kohlenstoff(C) organisch (TOC)
3%	Dr. M. Koch, Universität Stuttgart: Schätzung der Messunsicherheit	pH-Wert (H ₂ O)
18%	Dr. M. Koch, Universität Stuttgart: Schätzung der Messunsicherheit	Säurekapazität pH 4,3
9%	Dr. M. Koch, Universität Stuttgart: Schätzung der Messunsicherheit	Trockensubstanz

Beginn der Prüfungen: 10.12.2024

Ende der Prüfungen: 20.01.2025

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Das Laboratorium ist nicht für die vom Kunden bereitgestellten Informationen verantwortlich. Die ggf. im vorliegenden Prüfbericht dargestellten Kundeninformationen unterliegen nicht der Akkreditierung des Laboratoriums und können sich auf die Validität der Prüfergebnisse auswirken. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

AWV Martin Glaß, Tel. 03741/55076-9
Martin.Glass@agrolab.de
Kundenbetreuung

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH
Fritz-Voigt-Str. 4
67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955
Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

1. Aufgabenstellung:

Prüfung von Boden auf Stahlaggressivität nach DIN 50929, Teil 3, Abschnitt 6, Tabelle 2; Ausgabestand 05-2024

2. Bewertungszahlen
2.1. Laborbestimmungen / Literaturwerte

Bewertungs- ziffer	Kriterium	Messwertbereich	Prüfwert/ Anmerkung	Bewertungs- zahl
Z1*	Bodenart	-	Sand	4
		Torf (TOC-Wert)	0,72 %	
		Fremdanteile**	keine Angabe	
Z2	spez. Bodenwiderstand	50 - 200 Ω m	[1]	0
Z3	Wassergehalt	< 20	11,60 %	0
Z4***	pH-Wert	6 bis 9	7,14 o.D.	0
Z5	Pufferkapazität pH 4,3	< 200 mmol/kg	3,2 mmol/kg	0
Z6	Pufferkapazität pH 7,0	< 2,5 mmol/kg	<0,4 mmol/kg	0
Z7	Sulfid (leicht freisetzbar)	< 5 mg/kg	<0,25 mg/kg	0
Z8	Sulfat salzsaurer Auszug	< 2 mmol/kg	1,04 mmol/kg	0
Z9	Neutralsalze	< 3 mmol/kg	0,648 mmol/kg	0

[1] Literaturwert nach DECHEMA Werkstofftabelle/Chem.Beständigkeit; basierend auf der ermittelten Bodenart nach Z1.

*Die Berechnung erfolgte unter der Voraussetzung das der Bodenbereich nicht mit Brennstoffaschen, Schlacken, Kohlestücken, Koks, Müll, Schutt und Abwässern verunreinigt ist. Ebenso wird davon ausgegangen, dass es sich um keine Torf-, Moor- und Marschböden handelt. Sollten vorort derartige Verunreinigungen im Bodenbereich festgestellt werden ist die Bewertungszahl Z1 auf -12 zu setzen. Sind in der Laborprobe diese Verunreinigungen erkennbar, wird der Z1-Wert ebenfalls auf -12 gesetzt.

**Ein hoher Steinanteil kann mögliche Passivierungen beim Verfüllen zerstören und die Korrosionsanfälligkeit erhöhen.

***Nur bei homogener Bettung. Bei inhomogener Bettung gilt Z14. Z14 ist durch Vorortmessung der pH-Werte zu ermitteln. $|\Delta Z4| < 1,5$; 0; $|\Delta Z4| \geq 1,5$; -6

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH

Fritz-Voigt-Str. 4

67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

2.2. Örtliche Begebenheiten

Bewertungs- ziffer	Kriterium	Messwertbereich	Anmerkung Prüfwert	Bewertungs- zahl
Z10	Lage zum Grundwasser	nie	Vorortprüfung (visuell)	0
		immer		-1
		zeitweise		-2
Z11	Bodenhomogenität horizontal anhand Bodenwiderstandsprofil	$ \Delta Z2 < 2$	Vorortprüfung (DVGW 9 : 2011-09, Anhang A)	0
		$2 \leq \Delta Z2 \leq 3$		-2
		$ \Delta Z2 > 3$		-4
Z12	Bodenhomogenität vertikal anhand Bodenwiderstandsprofil	$ \Delta Z2 < 2$	Vorortprüfung (DVGW 9 : 2011-09, Anhang A)	0
		$2 \leq \Delta Z2 \leq 3$		-1
		$ \Delta Z2 > 3$		-2
Z13	Bodenhomogenität - Bettung	homogen ¹⁾	Vorortprüfung (visuell)	0
		inhomogen ²⁾		-6
Z14	Bodenhomogenität - unterschiedliche pH- Werte	$ \Delta Z4 < 1,5$	Vorortprüfung (DVGW 9 : 2011-09, Anhang B)	0
		$ \Delta Z4 \geq 1,5$		-6
Z15	Anwesenheit von Fremdkathoden (Objekt/Boden-Potential $U_{Cu/CuSO4}$)	$< -0,5 \text{ V}$	Vorortprüfung (DVGW 9 : 2011-09, Anhang A)	0
		$-0,5 \text{ bis } -0,4 \text{ V}$		-3
		$-0,4 \text{ bis } -0,3 \text{ V}$		-8
		$> -0,3 \text{ V}$		-10

¹⁾ artgleicher Boden oder Sand

²⁾ bodenfremde Bestandteile wie Holz, Wurzeln, oder Böden mit Merkmalen nach DIN EN 12501-2 : 2003-08, Tabelle 1

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH

Fritz-Voigt-Str. 4

67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag:	Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt:	-
Probeneingang:	10.12.2024
Probenahme:	06.12.2024
Probenehmer:	Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung:	BMP 1 (15.541.1)

3. Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Erdböden

3.1. unlegierte und niedrig legierte Eisenwerkstoffe

Unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe können in Erdböden durch Korrosion gleichmäßigen Flächenabtrag, bevorzugt aber Mulden- oder Lochkorrosion, erleiden. Örtliche Korrosionserscheinungen sind allgemein auf Ausbildung von Korrosionselementen oder Wirkung von Fremdkathoden zurückzuführen. Meeres- und Seeböden können mit Hilfe der nachfolgenden Angaben nicht beurteilt werden.

3.1.1. Freie Korrosion ohne ausgedehnte Konzentrationselemente

Die nachfolgende Bewertungszahlsumme B_0 dient zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit für freie Korrosion an der betreffenden Stelle der Probenentnahme und berücksichtigt nicht die Möglichkeit ausgedehnter Konzentrationselemente bei heterogenen Böden.

Eine weitergehende Untersuchung darf entfallen, wenn aufgrund der Voruntersuchungen bereits erkennbar ist, dass Böden mit hoher Korrosionsbelastung vorliegen und damit in jedem Fall eine Dickschichtumhüllung eingesetzt werden muss. Bei Böden mit Anteilen von Asche, Schlacken, Kohle oder Koksstückchen, Müll, Schutt oder Abwasser sowie bei Anwesenheit von organischem Kohlenstoff wie Torf, Moor, Schlick oder Marschböden ist die höchste Korrosionsbelastung anzunehmen. Dazu zählen auch hydrogeologische Gegebenheiten wie Grundwasseraustritte.

$$B_0 = Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9 + Z10$$

Hierbei sind 3 Fälle hinsichtlich der Lage zum Grundwasser zu unterscheiden:

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH

Fritz-Voigt-Str. 4

67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

a) Grundwasser liegt nie an

$B_0(Z10=0)=\underline{4}$

Bodenklasse	Korrosionsbelastung	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_0 -Werte				
la	sehr niedrig	0,005	0,03	zeitl. abnehmend

b) Grundwasser liegt immer an

$B_0(Z10=-1)=\underline{3}$

Bodenklasse	Korrosionsbelastung	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_0 -Werte				
la	sehr niedrig	0,005	0,03	zeitl. abnehmend

c) Grundwasser liegt zeitweise an

$B_0(Z10=-2)=\underline{2}$

Bodenklasse	Korrosionsbelastung	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_0 -Werte				
la	sehr niedrig	0,005	0,03	zeitl. abnehmend

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH

Fritz-Voigt-Str. 4

67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag:	Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt:	-
Probeneingang:	10.12.2024
Probenahme:	06.12.2024
Probenehmer:	Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung:	BMP 1 (15.541.1)

3.1.2. Freie Korrosion mit ausgedehnten Konzentrationselementen

Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass die Bodenbeschaffenheit im Bereich eines Objektes nicht homogen ist und deshalb Bedingungen für die Ausbildung von Korrosionselementen gegeben sind. Bei der Bewertungszahl B_1 werden daher die Vorortbegebenheiten mit den Bewertungszahlen Z11 bis Z14 genauer berücksichtigt. Optimal ist dabei eine homogene Bettung mit hohem elektrischen Widerstand. Wird dagegen die Bettung mit Humusboden oder mit Holz bzw. Wurzeln durchsetztem Erdboden vorgenommen, so entstehen belüftete, trockene und unbelüftete, nasse Bereiche an der Rohroberfläche. Hierdurch wird die Ausbildung von kleinen Belüftungselementen sehr wahrscheinlich. Bei längeren Rohrleitungen mit durchgehender elektrischer Längsleitfähigkeit können ausgedehnte, großflächige Belüftungselemente entstehen.

$$B_1 = B_0 + Z11 + Z12 + Z13 + Z14$$

Aufgrund der nicht näher bekannten Vorortbedingungen kann die Bewertungszahl B_1 nicht korrekt bestimmt werden. Es werden daher nachfolgend zwei Grenzfälle angenommen. Zum einen ein homogener Boden, bei dem die Bewertungszahlen Z11 bis Z14 mit 0 angenommen werden und zum anderen ein in allen Dimensionen inhomogener Boden, bei dem für die Bewertungszahlen Z11 bis Z14 die schlecht-möglichsten Ergebnisse angenommen werden. Dies wird wieder für alle 3 Fälle hinsichtlich der Lage des Grundwassers dargestellt.

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH
Fritz-Voigt-Str. 4
67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955
Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

1) homogener Boden

a) Grundwasser liegt nie an

$B_1 = \underline{\underline{4}}$
(Z10-
Z14=0)

Bodenklasse	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_1 -Werte					
la	sehr gering	sehr gering	0,005	0,03	zeitl. abnehmend

b) Grundwasser liegt immer an

$B_1 = \underline{\underline{3}}$
(Z10=-1;
Z11-Z14=0)

Bodenklasse	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_1 -Werte					
la	sehr gering	sehr gering	0,005	0,03	zeitl. abnehmend

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH

Fritz-Voigt-Str. 4

67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

c) Grundwasser liegt zeitweise an

$B_1 = \underline{\underline{2}}$
(Z10=-2;
Z11-Z14=0)

Bodenklasse	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Abtragsrate $w(100a)$ mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}(30a)$ mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_1 -Werte					
la	sehr gering	sehr gering	0,005	0,03	zeitl. abnehmend

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH
Fritz-Voigt-Str. 4
67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955
Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

2) in allen Dimensionen inhomogener Boden

a) Grundwasser liegt nie an

$B_1 = \underline{\underline{-14}}$
(Z10=0
Z11=-4
Z12=-2
Z13=-6
Z14=-6)

Bodenklasse	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe w _{L,max} (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B ₁ -Werte					
III	hoch	mittel	0,06	0,4	zeitl. konstant

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH
Fritz-Voigt-Str. 4
67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955
Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

b) Grundwasser liegt immer an

$B_1 = \underline{-15}$
(Z10=-1
Z11=-4
Z12=-2
Z13=-6
Z14=-6)

Bodenklasse	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_1 -Werte					
III	hoch	mittel	0,06	0,4	zeitl. konstant

c) Grundwasser liegt zeitweise an

$B_1 = \underline{-16}$
(Z10=-2;
Z11=-4
Z12=-2
Z13=-6
Z14=-6)

Bodenklasse	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Abtragsrate w(100a) mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}$ (30a) mm/a	Bemerkung
aufgrund der ermittelten B_1 -Werte					
III	hoch	mittel	0,06	0,4	zeitl. konstant

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH

Fritz-Voigt-Str. 4

67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

3.1.3. Beurteilung der Wirksamkeit anodischer und kathodischer Bereiche ohne Fremdkathoden

Die Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach Punkt 3.1.2 ist eine grobe Mittelung. Eine genauere Abschätzung ist von Informationen über das Flächenverhältnis von anodischen und kathodischen Bereichen abhängig. In diesem Fall kann für eine nähere Beurteilung des Ausmaßes der örtlichen Korrosion die Wirksamkeit anodischer und kathodischer Bereiche bei Objekten größerer räumlicher Ausdehnung und metallenleitender Durchverbindungen gesondert betrachtet werden.

Anodische Bereiche entstehen in Böden mit $Z1 \leq 0$. Die Beurteilung der Wirksamkeit erfolgt mittels der Bewertungszahl B_A nach folgender Gleichung:

$$B_A = Z1 + Z2 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9$$

Kathodische Bereiche entstehen in Böden mit $Z1 > 0$. Die Beurteilung der Wirksamkeit erfolgt mittels der Bewertungszahl B_K nach folgender Gleichung:

$$B_K = Z1 - Z2 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7$$

Die Korrosionsgeschwindigkeit anodischer Bereiche nimmt zu mit:

- a) ansteigendem Verhältnis von Kathoden- zu Anodenfläche
- b) fallenden Werten von B_A
- c) ansteigenden Werten von B_K

	Ergebnis	Wirksamkeit der	
		Anode	Kathode
B_A -Wert der Anode	4	nicht vorhanden	
B_K -Wert der Kathode	4		sehr stark

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

3.1.4. Anodische Korrosion durch Elementbildung mit Fremdkathoden

Bei Elementbildung mit Fremdkathoden ist die Korrosionsgefährdung immer sehr groß und hängt stark vom Verhältnis von Anoden- zu Kathodenfläche ab. Eine Elementbildung ist nur unter den folgenden Bedingungen möglich, welche alle erfüllt sein müssen:

- a) durchgehend metallenleitende Verbindung bei Rohrleitungen und Bauteilen
- b) metallenleitend mit dem Objekt verbundene Fremdkathoden, wie z.B.: erdbedeckte Stahlbeton-Bauteile, Kupfererder und dergleichen
- c) Objekt/Boden-Potentiale positiver als $U_{\text{Cu/CuSO}_4} = -0,5\text{V}$
- d) nach Auftrennen des Elementstromkreises, falls dies möglich ist, Veränderungen des Objekt/Bodenpotentials zu negativeren Werten

Zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei Elementbildung mit Fremdkathoden dient die Bewertungszahl B_E nach folgender Gleichung:

$$B_E = B_A + Z15$$

Da auch hier keine Vorortwerte vorliegen, erfolgt wieder die Betrachtung der beiden Grenzfälle:

B_E -Wert (Z15=0)	Korrosionswahrscheinlichkeit für		Abtragsrate $w(100a)$ mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}(30a)$ mm/a
	Loch- und Muldenkorrosion	Flächenkorrosion		
4	gering	sehr gering	0,01	0,05

B_E -Wert (Z15=-10)	Korrosionswahrscheinlichkeit für		Abtragsrate $w(100a)$ mm/a	max. Eindringtiefe $w_{L,max}(30a)$ mm/a
	Loch- und Muldenkorrosion	Flächenkorrosion		
-6	hoch	mittel	0,05	0,3

Einge große Korrosionswahrscheinlichkeit ist immer gegeben, wenn der Erdboden durch Kohlestückchen oder Koks verunreinigt ist, da diese Stoffe sehr wirksame Fremdkathoden sind.

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH
Fritz-Voigt-Str. 4
67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955
Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag: Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt: -
Probeneingang: 10.12.2024
Probenahme: 06.12.2024
Probenehmer: Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung: BMP 1 (15.541.1)

4. Feuerverzinkte Stähle

Für die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit feuerverzinkter Stähle können die gleichen Maßstäbe wie für unverzinkte Stähle nach Abschnitt 3 herangezogen werden. Im Allgemeinen wird der Verzinkungsüberzug durch die Korrosion flächig in eine Deckschichtsubstanz umgewandelt. Die Güte der Deckschicht kann durch die Bewertungszahlsumme B_D beurteilt werden.

$$B_D = Z2 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7$$

Güte der Deckschicht auf feuerverzinktem Stahl	
B_D -Wert der Anode	Loch- und Muldenkorrosion
0	sehr gut

Bei sehr hohen pH-Werten ($\text{pH} > 9,5$) und starker kathodischer Polarisierung besteht für Zink die Möglichkeit einer Korrosion unter Bildung von Zinkat.

AWV Jößnitzer Str. 113 08525 Plauen

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH

Fritz-Voigt-Str. 4

67433 Neustadt an der Weinstr.

Anlage zu Prüfbericht 1601663, Probe 802955

Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 : 2024-05

Auftrag:	Projekt: 15.514.1+5 LSW KL
Projekt:	-
Probeneingang:	10.12.2024
Probenahme:	06.12.2024
Probenehmer:	Auftraggeber
Kundenprobenbezeichnung:	BMP 1 (15.541.1)

5. Kupferwerkstoffe

Kupferwerkstoffe haben im Erdboden eine sehr geringe Korrosionswahrscheinlichkeit, weil gut schützende Deckschichten entstehen. Im Allgemeinen liegen die Abtragungsraten der freien Korrosion unter 0,01 mm/a. Eine erhöhte Korrosionswahrscheinlichkeit ist zu erwarten, wenn folgende Eigenschaften nach Beurteilung der Bewertungszahlen gegeben sind:

- a) saure Böden mit $Z1 < 0$ und $Z6 < -2$
- b) sulfidhaltige Böden mit $Z7 = -6$ oder verunreinigte Böden $Z1 = -12$, dazu zählen auch durch Waschlaugen verunreinigte Böden
- c) ammoniakhaltige Böden

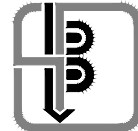
Bei ausgedehnten Bauteilen in heterogenen Böden kann die Korrosionswahrscheinlichkeit durch Ausbildung von Konzentrationselementen leicht erhöht sein. In diesen Fällen ist die Korrosionswahrscheinlichkeit anodischer Bereiche in Böden der Art a) bis c) hoch. In chlorid- und sulfathaltigen Böden ($Z7 \leq -3$) besteht bei Kupfer-Zink-Legierungen eine erhöhte Korrosionswahrscheinlichkeit durch Entzinkung.

Eine hohe Korrosionswahrscheinlichkeit ist bei anodischer Belastung durch Gleichströme, nicht jedoch durch Wechselströme zu erwarten.

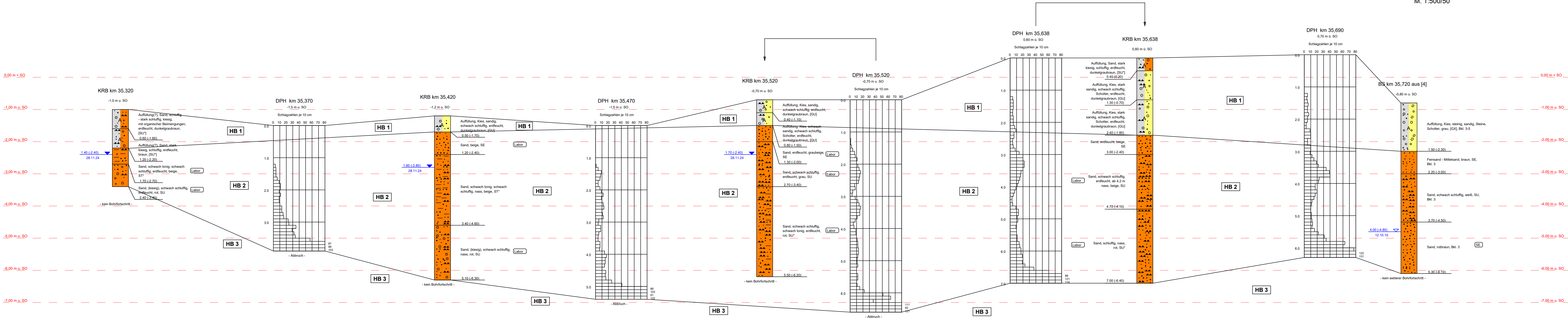


Darstellung der Homogenbereiche
nach DIN 18300
Ingenieurgeologischer Schnitt / Kennwerttabelle /
Kornsummenbänder

(Deckblatt + 6 Blatt)



Ingenieurgeologischer Schnitt
mit Darstellung der Homogenbereiche
M. 1:500/50



Nr.	Eigenschaften	Anmerkung	Kürzel [Einheit]					
				HB 1		HB 2		HB 3
1	Schichtnummer / Schichtkomplex	-	-	1		2		3
2	Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden, Auffüllung, quartäre Sande etc.	-	Auffüllungen Sand	Auffüllung (Kiese)	Sande		Sandstein, Felszersatz
3	Bodengruppe nach DIN 18196 (Gesteinsmerkmal)	-	-	[SU*]	[GU]	SE, SU	SU*, ST*	(VZ/VE)
4	Bodengruppe nach DIN 18915	-	-	-	-	-	-	-
5	Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 (s. Anhang "graphische Darstellung der Körnungsbänder") ¹⁾	Körnungsband	-	KSB 8	KSB 5	KSB 4, 6	KSB 8	-
6	Massenanteil Steine, Blöcke, und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1 ²⁾	Steine (63 - 200 mm) Blöcke (200 - 630 mm) große Blöcke (> 630 mm)	[M.-%]	< 10 k.A. k.A.	< 10 k.A. k.A.	< 5 (<10) k.A. k.A.	< 5 (<10) k.A. k.A.	-
7	Mineralogische Zusammensetzung nach DIN EN ISO 14689	Tonminerale, Quarzanteil etc.	[M.-%]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Quarz, Feldspat
8	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	-	I _C [-]	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
9	Konsistenz DIN EN ISO 14688-1	-	w _L [-] w _P [-]	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
10	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	-	I _P [-]	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
11	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 (oberhalb des Grundwasserspiegels)	-	w [%]	5 - 20	5 - 20	5 - 20	10 - 25	n.b.
12	bezogene Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2	-	I _D [%]	locker 15 - 35	locker 15 - 35	locker - (sehr) dicht 15 - >85	locker - (sehr) dicht 15 - >85	n.b.
13	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	-	[t/m³]	1,8 - 2,0	1,8 - 2,0	1,8 - 2,2	1,9 - 2,3	2,1 - 2,3
14	Organische Bestandteile nach DIN 18128	-	V _{GL} [%]	<5	< 5	< 5	< 5	n.b.
15	Benennung / Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1	faseriger Torf, zersetzter Torf, Mudde etc.	-	-	-	-	-	-
16	Kohäsion nach DIN 18137-1, DIN 18137-2 oder DIN 18137-3	-	c' [kN/m²]	0	0	0	0 (- 2)	> 30 ³⁾
17	Undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	-	c _u [kN/m²]	n.b.	n.b.	0	0 (< 10)	> 20 ³⁾
18	Sensitivität nach DIN 4094-4	-	S [-]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
19	Kalkgehalt nach DIN 18129	-	V _{ca} [M.-%]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
20	Sulfatgehalt nach DIN EN 1997-2	-	SO ₄ [mg/l]	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
21	Abrasivitätsbezeichnung Abrasivität nach NF P18-579 Abrasivität nach NF P94-430-1	-	- A _{BR} [g/t] CAI [0,1mm]	abrasiv 250 - 500	(stark) abrasiv 250 - 1.250	(stark) abrasiv 250 - 1.250	(stark) abrasiv 250 - 1.250	(stark) abrasiv 1,0 - 4,0
22	Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130-1 oder DIN 18130-2	-	k _f [m/s]	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁶	abhängig vom Trennflächengefüge
23	Benennung Fels nach DIN EN ISO 14689-1	genetische Einheit, geologische Struktur etc.	-	-	-	-	-	sedimentär geschichtet, fein- bis grobkörnig
24	Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit nach DIN ISO 14689-1	-	-	-	-	-	-	verfärbt bis zerfallen
25	Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	σ _u [MN/m²]	-	-	-	-	1 - 5 ³⁾
26	Spaltzugfestigkeit	-	σ _{t, sp} [MN/m²]	-	-	-	-	k.A.
27	Trennflächenrichtung, -abstand und Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689-1	Fallrichtung, Fallwinkel, Schicht-/Kluftflächenabstand	-	-	-	-	-	k.A.
28	Öffnungsweite nach DIN EN ISO 14689-1 Kluftfüllung nach DIN EN ISO 14689-1	Beschreibung der Öffnungsweite Boden, Minerale	-	-	-	-	-	k.A.

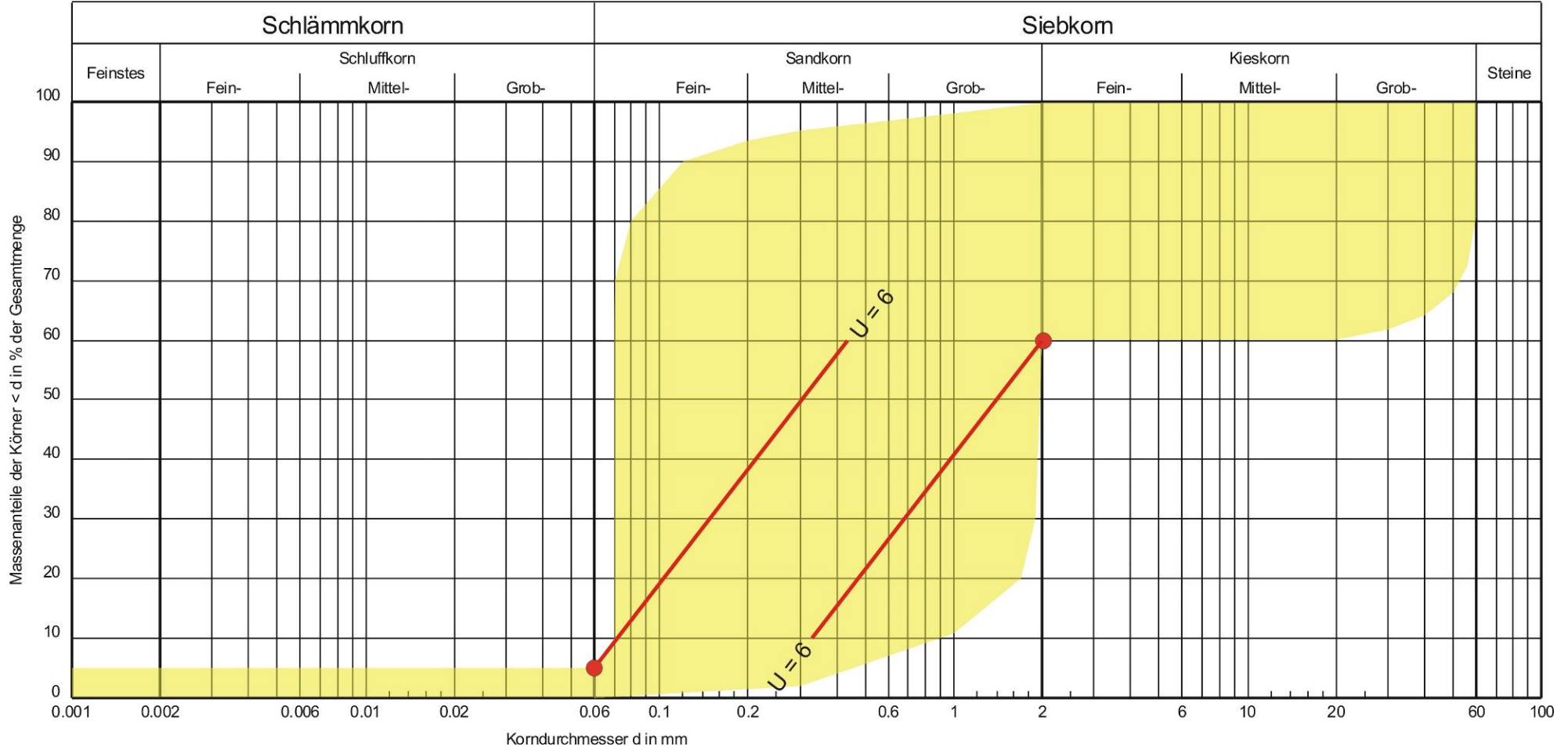
¹⁾ Darstellung als Kornsummenband (zulässiger Sieblinienbereich für die jeweilige(n) Bodengruppe(n))

²⁾ Mit KRB nicht aufschließbar ⇒ Massenanteil nur grob abschätzbar, Differenzierung zw. Steinen und Blöcken nicht möglich (vgl. auch Hinweise in DIN EN ISO 14688-2, im Kap. 4.2 unter "Anmerkung")

³⁾ Verfahrensbedingt kein direkter Aufschluss des Festgesteins; abhängig vom Trennflächengefüge --> lediglich Schätzwert!

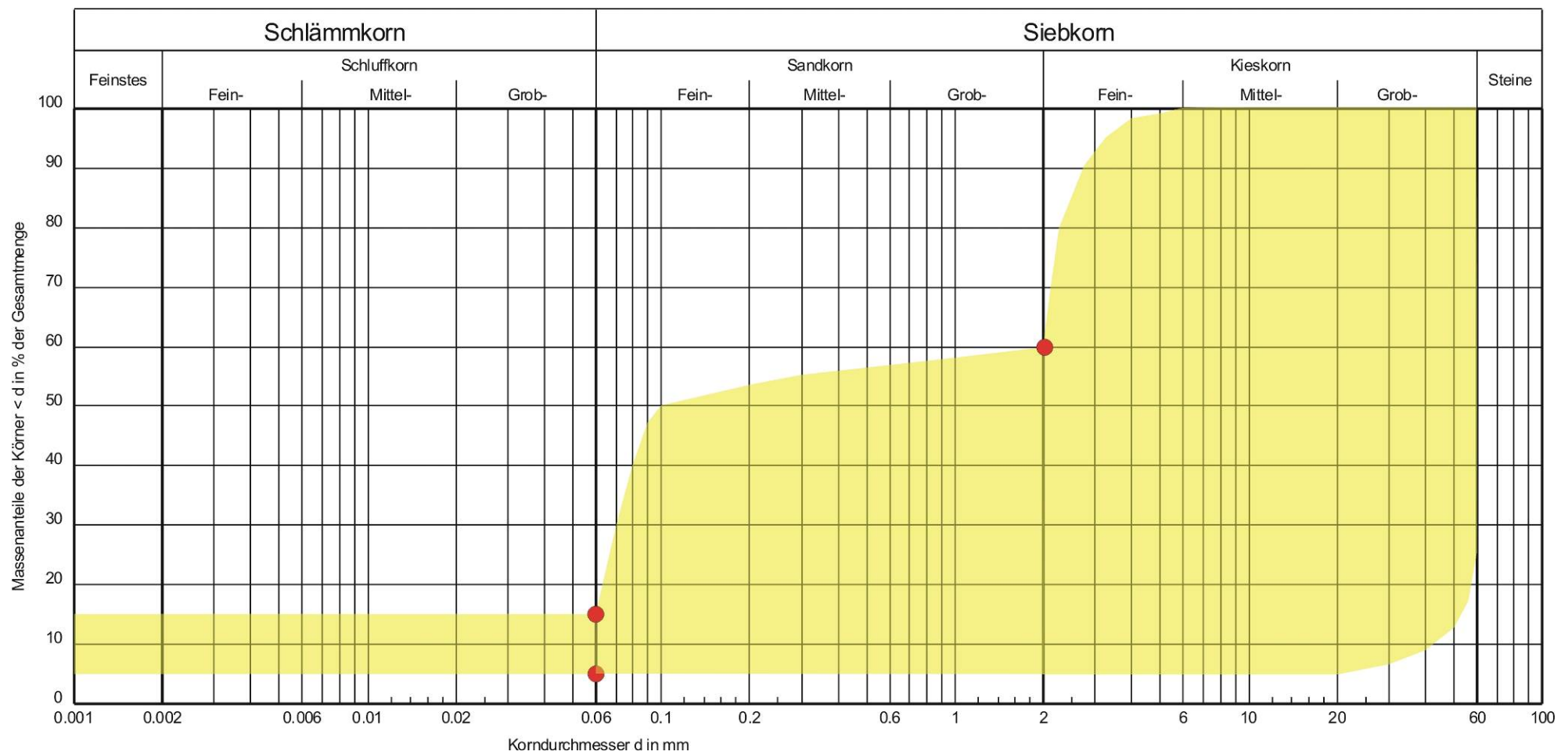
k.A. keine Angabe

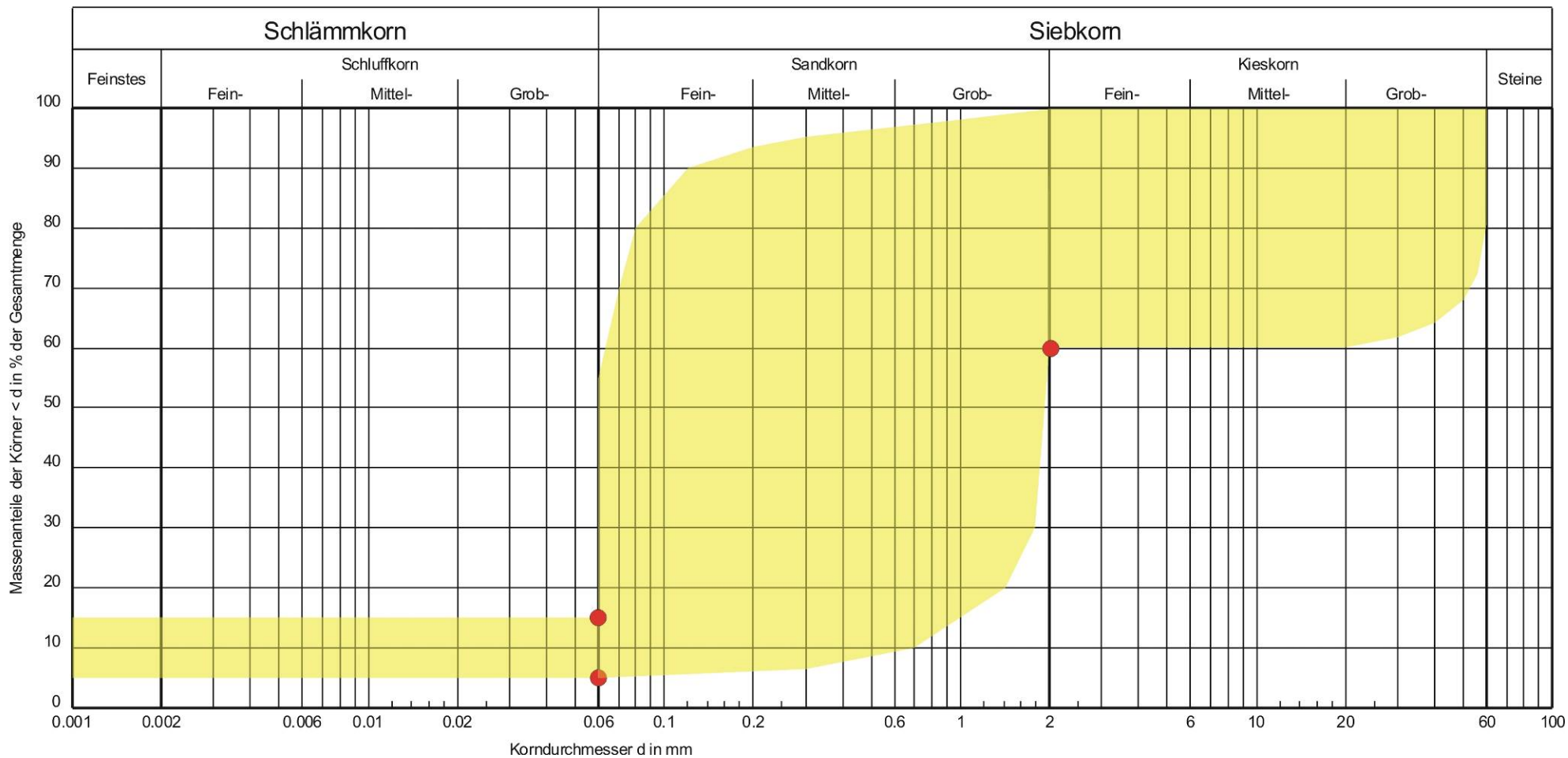
n.b. nicht bestimmbar



Kornsummenband 4: SE

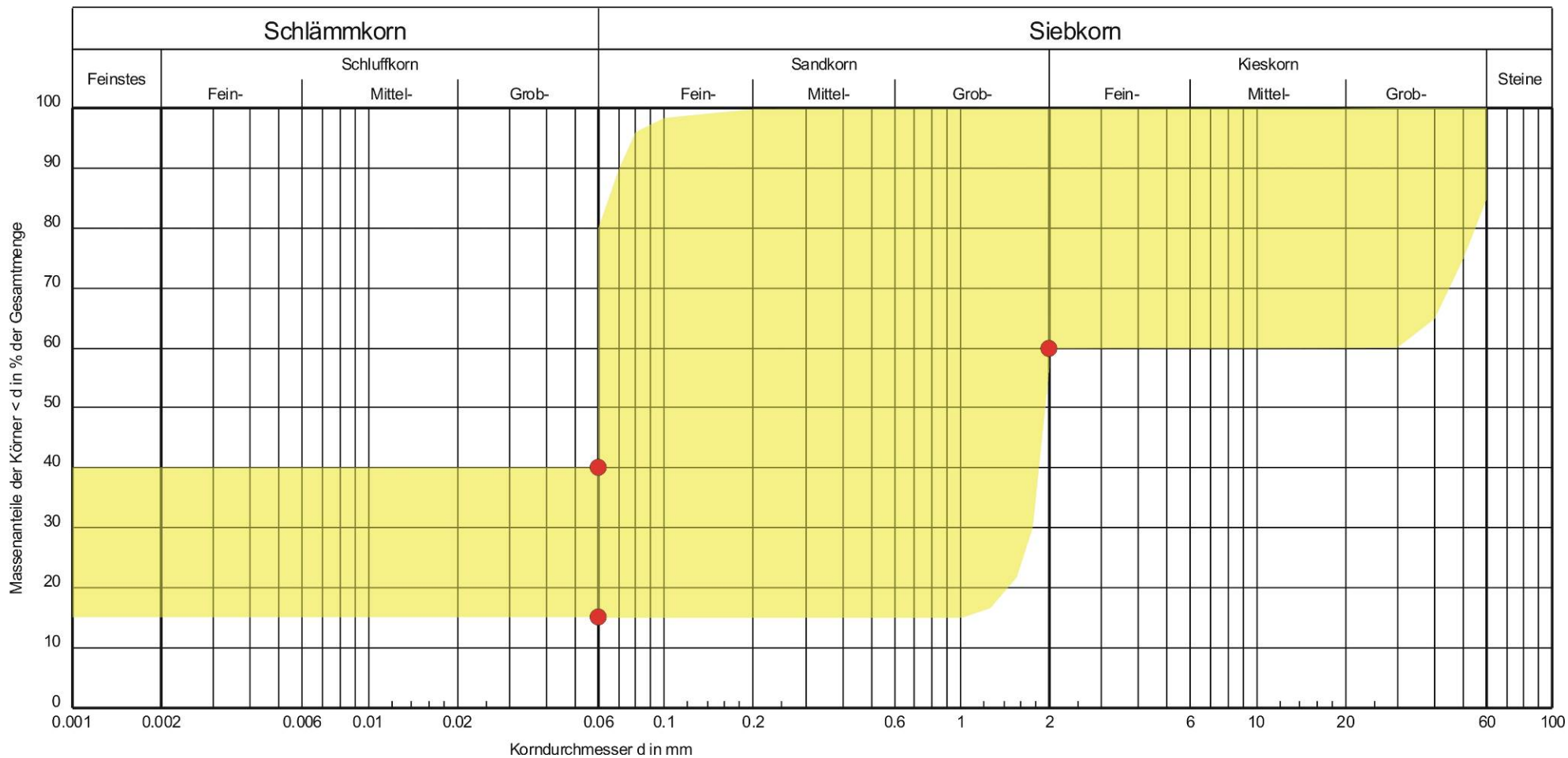






Kornsummenband 6: SU





Kornsummenband 8: [SU*], SU* und ST*

