

IBES Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen



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

Privatrechtlich anerkannte Prüfstelle
nach RAP Stra 10, Fachgebiet A3, I3

Projekt: DB Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen
Lärmsanierung Kaiserslautern,
km 40.785 bis 41.338

Auftraggeber: Schönhofen Ingenieure
Hertelsbrunnenring 5
67657 Kaiserslautern

Auftrag vom: 22.07.2015

IBES-Projekt-Nr.: 15.514.4

**Ort und Datum
des Gutachtens:** Neustadt/Weinstr., 25.01.2016, fw/bö/bc-ott

Dieser Bericht umfasst 64 Seiten einschließlich Anlagen

Hauptsitz: Neustadt/W.
Zweigniederlassung
Schweiz: Basel

Vertretungen:
Duisburg, Kaiserslautern, Ludwigshafen,
München, Würzburg

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Rauch
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Rauch

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



Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorgang und Veranlassung	- 4 -
2 Unterlagen	- 4 -
3 Baugelände und Baumaßnahme	- 4 -
4 Geologische und hydrogeologische Baugrundverhältnisse	- 5 -
4.1 Allgemeines	- 5 -
4.2 Homogenbereiche	- 5 -
4.3 Regionale Geologie	- 5 -
4.4 Erdbebenzone	- 5 -
4.5 Durchgeführte Bodenaufschlüsse	- 6 -
4.6 Bodenart und Schichtenfolge	- 7 -
4.7 Festigkeit, Dichten	- 8 -
4.8 Hydrogeologische Verhältnisse	- 8 -
5 Geotechnische Baugrundkenngößen, Ersatzboden	- 8 -
6 Gründungsempfehlungen	- 10 -
6.1 Allgemeine Hinweise	- 10 -
6.2 Bohrpfähle	- 11 -
6.3 Fertigrammpfähle	- 12 -
6.4 Verpresste Mikropfähle	- 15 -
6.5 Einzelfundamente	- 16 -
7 Umwelttechnische Untersuchungen und Bewertungen	- 17 -
7.1 Allgemeines	- 17 -
7.2 Unterlagen und Vorschriften	- 18 -
7.3 Probenahme und Untersuchungsumfang	- 18 -
7.4 Untersuchungsergebnisse	- 19 -
7.4.1 Ergebnisse und abfallrechtliche Bewertung von Bodenmaterialien	- 19 -
7.4.2 Abfallrechtliche Einstufungen und Verwertungsmöglichkeiten	- 20 -
7.4.3 Allgemeine Angaben zu Ausbau und Entsorgung, Gefährdungspotentiale	- 21 -
7.5 Empfehlung für die Ausschreibung	- 21 -
8 Hinweise zur Bauausführung	- 22 -
9 Schlussbemerkungen	- 23 -



Anlagenverzeichnis

- 1 Auszug aus der top. Karte, Blatt 6512 Kaiserslautern, Ausgabe 1992, M. 1 : 25.000 (1 Blatt)
- 2 Lageplan mit Erkundungspunkten, M. 1 : 1.000 (1 Blatt)
- 3 Fotodokumentation (2 Blatt)
- 4 Legende, Ingenieurgeologischer Schnitt, M. 1 : 500 / 50 (1 Blatt)
- 5 Darstellung der vorhandenen Kabellage, M. 1 : 25 (19 Blatt)
- 6 Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (3 Blatt)
- 7 Chemoanalytische Untersuchungsergebnisse – Laborprüfberichte (Deckblatt + 3 Blatt)
- 8 Darstellung der Homogenbereiche nach DIN 18300 – Ingenieurgeologischer Schnitt, M. 1: 500 / 50 / Kennwerttabelle / Kornsummenbänder (Deckblatt + 8 Blatt)



1 Vorgang und Veranlassung

Im Rahmen des Lärmsanierungsprogrammes an bestehenden Schienenwegen des Bundes plant die Deutsche Bahn AG den Neubau einer Lärmschutzwand (LSW) in Kaiserslautern entlang der DB-Strecke 3280, km 40,785 bis km 41,338.

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

Hierzu müssen Baugrundaufschlüsse durchgeführt sowie in begleitenden Laboruntersuchungen die bodenmechanischen Baugrundkennwerte festgelegt und Schadstoffgehalte analysiert werden.

Das IBES Baugrundinstitut wurde mit Schreiben vom 22.07.2015 vom zuständigen Planungsbüro, dem Ingenieurbüro Schönhofen, Kaiserslautern, mit der Durchführung der Baugrunderkundung sowie der Ausarbeitung des vorliegenden Baugrund- und Gründungsgutachtens beauftragt.

2 Unterlagen

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

- [1] Auszug aus der top. Karte, Blatt 6512 Kaiserslautern, Ausgabe 1992, M. 1 : 25.000
- [2] Geologische Übersichtskarte der Pfalz, Ausgabe 2002, M. 1 : 200.000
- [3] IVL Plan 3280 BM , Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen, km 40,4+66 ... km 41,3+52, M. 1 : 1.000, DB Netz AG, Stand: Juli 2014
- [4] Grundwasserpegeldaten, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz, Abteilung Wasserwirtschaft (www.geoportal-wasser.rlp.de)

3 Baugelände und Baumaßnahme

Das Baugelände befindet sich westlich des Zentrums von Kaiserslautern im Bereich der „Siedlung Bahnheim“ unmittelbar bzw. östlich beim Haltepunkt „Kennelgarten“. Die zweigleisige, elektrifizierte Bahnstrecke 3280 verläuft hier in einem leichten Rechtsbogen und weitgehend geländegleich.

Die Planung sieht den Neubau einer Lärmschutzwand bahnrechts mit einer Höhe von ca. 3,0 m ü. SO auf einer Länge von ca. 756 m vor. Die Lärmschutzwand soll nach Möglichkeit auf Fertigrampfpfählen gegründet werden. Im Bereich der Fußgängerunterführung bei ca. km 40,884+100 sieht die Planung die Ausbildung von Torsionsbalken vor, die vermutlich auf Bohrpfählen gegründet werden.

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



4 Geologische und hydrogeologische Baugrundverhältnisse

4.1 Allgemeines

Es wird darauf hingewiesen, dass im Folgenden und in den Anlagen bei der Bodenansprache von feinkörnigen Böden von den Regeln der DIN EN ISO 14688/DIN 4022 abgewichen wird.

Bei Ansprache feinkörniger Böden nach DIN EN ISO 14688/DIN 4022 gibt es nach unserer Erfahrung nahezu nur Tone, da feinkörnige Böden in der Regel im Plastizitätsdiagramm oberhalb der A-Linie liegen. Diese Ansprache scheint relativ undifferenziert, da alle feinkörnigen Böden nahezu gleich angesprochen werden und ein Ableiten der Plastizität auf Grundlage der Ansprache nach DIN EN ISO 14688/DIN 4022 kaum möglich ist.

Im Folgenden werden daher, abweichend von der DIN EN ISO 14688/DIN 4022, auch die feinkörnigen Böden analog den grobkörnigen Böden nach ihren Massenanteilen angesprochen.

4.2 Homogenbereiche

Die DIN 18300 (Ausgabe 2015) gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand 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 (siehe 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 sonstiger Randbedingungen, eventuell anzupassen.

4.3 Regionale Geologie

Hinter einer geologischen Störungsfläche (Erzhäuser Sprung) im Kaiserslauterer Becken folgen oberflächennah anthropogen stark veränderte Flächen (y2, Auffüllungen). Darunter und teils unmittelbar bis zur Geländeoberfläche folgen, verwittert und in der Tiefe als Fels, die Trifelschichten ((sT) Sandstein, grob, geröllführend, kieselig gebunden) des Bundsandsteins.

Der Sandstein verwittert zu lockerem Sand mit geringen bindigen Anteilen. Der Sand enthält zur Tiefe zunehmend Sandsteine als Relikte des Ausgangsgesteins.

4.4 Erdbebenzone

Gemäß DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 (ehemals DIN 4149 - 2005 "BAUTEN IN DEUTSCHEN ERDBEBENGEBIETEN - LASTANNAHMEN, BEMESSUNG UND AUSFÜHRUNG ÜBLICHER HOCHBAUTEN", Ausgabe April 2005) befindet sich das Untersuchungsgebiet in keiner Erdbebenzone.



4.5 Durchgeführte Bodenaufschlüsse

Zur Feststellung der Baugrundverhältnisse im Bereich der Baumaßnahme wurden zwischen dem 13.10. und dem 16.10.2015 entlang der geplanten Trasse insgesamt 8 Bohrsondierungen (BS), Ø 80 - 40 mm, mit einer Bohrtiefe zwischen 0,7 m und 5,0 m unter Bohransatzpunkt abgeteuft. Bis auf die Bohrung bei km 40.800+0 mussten dabei alle Bohrungen vorzeitig aufgrund eines massiven Bohrhindernisses abgebrochen werden. Um die Lagerungsdichte der aufgeschlossenen Böden beurteilen zu können, wurden zudem 4 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) mit Tiefen zwischen 1,4 m und 2,7 m unter GOK abgeteuft.

Zur Eruierung der gegenwärtigen Kabellage wurden ferner 19 Kabelsuchschlitze ausgeführt. Die Positionen der einzelnen Kabelsuchschlitze können Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Positionen der Kabelsuchschlitze

Km	DB-Strecke	Position zur Gleisachse	Abstand von der Gleisachse [m]	Lage zur Gleisachse
40,800+0	3280	rechts	3,32 – 5,82	quer
40,820+0	3280	rechts	3,22 – 3,62	quer
40,828+0	3280	rechts	3,22 – 4,22	quer
40,870+0	3280	rechts	3,22 – 5,92	quer
40,806+100	3280	rechts	3,82 – 4,32	quer
40,808+100	3280	rechts	4,22	quer
40,820+100	3280	rechts	2,92 – 6,12	quer
40,884+100	3280	rechts	2,92 – 5,82	quer
40,893+100	3280	rechts	2,82 – 5,67	quer
41,045	3280	rechts	2,92 – 5,97	quer
41,060	3280	rechts	2,92 – 5,87	quer
41,100	3280	rechts	2,82 – 5,92	quer
41,145	3280	rechts	2,92 – 5,62	quer
41,200	3280	rechts	2,92 – 6,12	quer
41,250	3280	rechts	2,72 – 6,22	quer
41,267	3280	rechts	2,72 – 5,52	quer
41,298	3280	rechts	2,02 – 3,42	quer
41,301	3280	rechts	2,32 – 2,92	quer
41,310	3280	rechts	2,82 – 5,77	quer

In Anlage 5 sind die Positionen der Kabelsuchschlitze sowie der vorgefundenen Kabel grafisch dargestellt.

Das Bohrgutmaterial in den Bohrschappen wurde fotografiert, beprobt und nach geologisch-bodenmechanischen Gesichtspunkten und visuell-manuellen Verfahrensmerkmalen angesprochen. Aus dem Bohr- bzw. Schurfut wurden insgesamt 34 gestörte Bodenproben entnommen und an ausgesuchten Bodenproben folgendes Laborprogramm durchgeführt:

- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Anlage 6

Die Position der Erkundungspunkte erfolgte unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten. Die Ansatzpunkte der Erkundungsstellen wurden von IBES 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 Ergebnisse der Felderkundung sind in der Anlage 3 (Fotodokumentation) bzw. in den Anlagen 4 und 5 als Bohr-, Schurfprofile sowie Rammdiagramme dargestellt.

4.6 Bodenart und Schichtenfolge

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

- Auffüllungen
- Schluffe
- Sande
- (verwittertes Festgestein)

Auffüllungen wurden bis maximal ca. 0,9 m unter GOK aufgeschlossen. Sie sind sandig / kiesig geprägt, wobei der Kiesanteil im oberflächennahen Bereich überwiegend aus Bahnschotter besteht, und sind nahezu feinkornfrei. Lokal sind den Auffüllungen anthropogene Bestandteile in Form von Schlacke- / Kohleresten und Abbrand eingelagert. Im oberflächennahen Bereich können Steine bzw. Blöcke (ähnlich einer Packlage) eingelagert sein.

Gemäß der bodenmechanischen Ansprache handelt es sich bei den Auffüllungen um Böden der Bodengruppen [SI], [SE], [GI], [GX] und [X/Y]. Nach DIN 18300 entsprechen sie der Bodenklasse 3 ([SI], [SE], [GI]) und bei entsprechend hohem Anteil an Steinen bzw. Blöcken 3-5 ([GX]), bzw. 5 ([X/Y]).

Darunter folgen im Bereich bei ca. km 40,884+100 zwischen ca. 0,6 m und 1,1 m u. GOK bindig geprägte **Schluffe** mit einer halbfesten Konsistenz.

Gemäß der bodenmechanischen Ansprache handelt es sich bei den Schluffen um Böden der Bodengruppe TL, nach DIN 18300 ist die Bodenklasse 4 maßgebend.

Die Auffüllungen bzw. Schluffböden werden von **Sandsteinsanden** unterlagert, die als schwach schluffig und schluffig, teils nahezu feinkornfrei anzusprechen sind und eine überwiegend rotbraune Farbe aufweisen.

Gemäß der bodenmechanischen Ansprache und den Ergebnissen der orientierenden Laboruntersuchungen handelt es sich bei den Sanden um Böden der Bodengruppen SU, SU*, SI, SW und SE. Nach DIN 18300 entsprechen sie der Bodenklasse 3 (SI, SE, SW, SU) bzw. 4 (SU*).

Mit Ausnahme der Bohrung bei km 40,800+0 mussten die Bohrungen in Tiefen zwischen ca. 0,7 m und 2,9 m aufgrund massiver Bohrhindernisse abgebrochen werden bzw. waren die Rammsondierungen mit Schlagzahlen $n_{10\text{ DPH}} > 100$ in diesen Tiefenbereichen ausgerammt. Es ist anzunehmen, dass hier der Übergang in **verwittertes Festgestein** erfolgt. Nach DIN 18300 ist bei Festgestein die Bodenklasse 6 bzw. 6-7 maßgeblich.

Da das Festgestein verfahrensbedingt mit den ausgeführten Kleinbohrungen nicht direkt aufgeschlossen werden konnte, können auch 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. Auf der sicheren Seite liegend wird dieser Schichtkomplex hinsichtlich der bodenmechanischen Kennwerte als steinhaltiger Kies (Bodengruppe GX) eingestuft. Darüber hinaus wird von einer dichten Lagerung ausgegangen.



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 was den Schichtverlauf des Festgesteins betrifft.

4.7 Festigkeit, Dichten

Auf die Lagerungsdichte bzw. Konsistenz 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.

Die aufgefüllten Kiese und Sande sind als locker gelagert zu bezeichnen.

Die gewachsenen Sande weisen im oberen Bereich bzw. im Übergang zu den aufgefüllten Böden eine überwiegend lockere Lagerung auf. Zur Tiefe hin erfolgt ein Übergang in (locker bis) mitteldicht gelagerte Bereiche hin zu einer (sehr) dichten Lagerung.

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

4.8 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten konnte in keinen Bohrungen ein Wasserstand eingemessen werden.

Gemäß den Recherchen beim Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten [4] zufolge befinden sich im näheren Umfeld des Baufeldes keine amtlichen Grundwassermessstellen. Die nächstgelegene Messstelle befinden sich in einer Entfernung von ca. 3,3 km zum Untersuchungsgebiet und ist daher generell nicht bzw. nur sehr eingeschränkt zur Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsbereich geeignet.

Unter Zugrundelegung von Erfahrungswerten aus Projekten in der näheren Umgebung, kann ein Grundwasserstand von ca. 10,0 m u. GOK angenommen werden. Es ist daher davon auszugehen, dass die Baumaßnahme nicht durch den geschlossenen Grundwasserspiegel beeinflusst wird.

5 Geotechnische Baugrundkenngrößen, 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 2 zusammengestellten Bodenkenngrößen angesetzt werden. Diese Werte bilden die Grundlage für die erdstatischen Berechnungen und wurden anhand der Bodenansprache, der Laborergebnisse und aufgrund unserer Erfahrungen bei anderen Baumaßnahmen mit ähnlichen Bodenverhältnissen und Bodenarten derselben geologischen Formation und in Abstimmung mit der DIN 1055 festgelegt. Die hierfür herangezogenen Laborergebnisse sind der Anlage 6 zu entnehmen.



Die erdstatischen Nachweise sind grundsätzlich mit den Werten der Tabelle 2 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 bzw. Konsistenzen.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Bodenkennwerte

Schichtkomplex	Bodenart	Bodengruppe n. DIN 18196	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Wichte, erdfeucht $\gamma (\gamma')$ [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k, γ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	dyn Steifemodul E_{sd} [MN/m ²]	Querdehnzahl ν
Auffüllungen	Sand, kieshaltig / Schotter	[SI], [SE], [GI]	locker	18 (10)	30	-	20	120	0,25-0,35
	Kies, steinig, sandhaltig / Blöcke	[GX], [X/Y]		19 (11)	37,5	-	80	350	
Schluffe	Schluff, sand-/ kieshaltig	TL	hfst.	20 (10)	27,5	10-15	5-8	60-80	0,35-0,45
Sande	Sand, überwiegend schluffhaltig, kieshaltig	SI, SE, SW, SU, SU*	locker	19 (10)	30	-	30	150	0,25-0,35
			mitteldicht	20 (11)	32,5	-	40	160	
			dicht	21 (12)	35	-	60	240	
verwittertes Festgestein ¹⁾	Kies, steinig	GX	dicht	19 (11)	37,5	-	80	350	(0,25-0,35)

¹⁾ nur indirekt aufgeschlossen

Den im Abschnitt 4.6 beschriebenen Schichtkomplexen können folgende Bodengruppen, Bodenklassen, Frostepfindlichkeitsklassen und Verdichtbarkeitsklassen zugeordnet werden.

Tabelle 3: Geotechnische Klassifizierungen des Baugrundes

Schichtkomplex	Bodengruppe n. DIN 18196	Bodenklasse n. DIN 18300 (2012)	Bodenklasse n. DIN 18301 (2012)	Frostepfindlichkeitsklasse n. ZTVE-StB 09	Verdichtbarkeitsklasse n. ZTVE Kommentar
Auffüllungen	[SI], [SE], [GI]	3	BN 1, (BS 1)	F1	V1
	[GX]; [X/Y]	3-5; 5	BN 1, BS 1-3	F1	V1 ³⁾
Schluffe	TL	4 ¹⁾	BB 3 ¹⁾	F3	V3
Sande	SI, SE, SW; SU	3	BN 1, (BS 1)	F1; F2	V1
	SU*	4 ¹⁾	BN 2, (BS 1)	F3	V2
verwittertes Festgestein ²⁾	GX	5 (6-7)	BN 2, BS 1-2 (FV 1 – FV 2, FD 1 – FD 3)	F1-F2	V1 ³⁾

¹⁾ gemischtkörnige Böden mit über 15 M.-% Feinanteil sowie feinkörnige Böden reagieren insbesondere in Verbindung mit mechanischer Beanspruchung empfindlich auf Wassergehaltsveränderungen, was zu einem Übergang in Bodenklasse 2 („flüssige Bodenarten“) bzw. BB 1 führen kann.

²⁾ nur indirekt aufgeschlossen

³⁾ erst nach entsprechender Aufarbeitung (Aussortieren / Brechen der Steine etc.)



Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o. ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial zu verwenden. Ein evtl. einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 4 zu erfüllen. Güteüberwachtes Recyclingmaterial ($\leq Z1.1$) kann, sofern es den Anforderungen entspricht, bei ausreichendem Grundwasserflurabstand generell verwendet werden. Allgemein wird in diesem Zusammenhang eine Abstimmung mit der zuständigen Behörde empfohlen.

Tabelle 4: 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
Schlammkornanteil ($d \leq 0,063$ mm)	≤ 10 (15) M. %
Steinanteil ($d \geq 63$ mm)	≤ 10 M. %
Größtkorndurchmesser d_{max}	≤ 100 mm, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Ungleichförmigkeitszahl U	$U \geq 3$ für $D_{Pr} \geq 98$ % bzw. $U \geq 7$ für $D_{Pr} \geq 100\%$
Glühverlust V_{GI}	≤ 3 M. %
Schütthöhe	je nach Verdichtungsgerät 20 ÷ 40 cm
Wichte erdfeucht γ	$18 \div 21$ kN/m ³
Scherwinkel ϕ'_k	$\geq 35^\circ$
Kohäsion c'_k	0 kN/m ²

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 98 % (97 %) der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 1 m darunter sind $D_{Pr} \geq 100$ % zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{Pr} \geq 100$ % gefordert. Auf den erhöhten Verdichtungsaufwand bei intermittierenden und enggestuften Böden wird hingewiesen. Dies gilt insbesondere für enggestufte Sandböden.

Es wird vorsorglich darauf hingewiesen, dass für Bauwerkshinterfüllungen im Druckbereich von Eisenbahnverkehrslasten spezielle Anforderungen gelten. Bei der Gestaltung der Übergänge zwischen Erd- und Kunstbauwerk(en) sind die Vorgaben der Ril 836 zu beachten.

Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die feinteilfreien Auffüllungen und gewachsenen Sande (SI, SE, SW, SU) entsprechen generell den Anforderungen der Tabelle 4. Die gewachsenen Sande (SU*) entsprechen, ebenso wie die Schluffe, aufgrund ihres hohen Feinkornanteiles nicht den Anforderungen in Tabelle 4.

6 Gründungsempfehlungen

6.1 Allgemeine Hinweise

Die Planung sieht die Gründung der Lärmschutzwand auf Rammpfählen (offene Stahlrohre) vor. Im Folgenden werden zusätzlich Kennwerte für eine Gründung der Lärmschutzwand mittels verpressten Mikropfählen sowie für eine Gründung auf Einzelfundamenten angegeben. Im Bereich der Fußgängerunterführung bei km 40,884+100 sollen Torsionsbalken hergestellt werden, die vermutlich auf Bohrpfählen gegründet werden.



6.2 Bohrpfähle

Für Bohrpfähle nach EC 7 / EA Pfähle können die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten charakteristischen Werte für die Mantelreibung $q_{s,k}$ sowie den Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ zur Konstruktion der Widerstandssetzungslinie bei nicht vorliegender Pfahlprobelastung angesetzt werden. Die Einbindetiefe in den ausreichend tragfähigen Baugrund muss mindestens 2,5 m betragen. Beim Erreichen des Grundwasserspiegels ist mit Wasserüberdruck zu bohren (vgl. entsprechende Vorschriften).

Tabelle 5: Charakteristische Werte für Mantelreibung $q_{s,k}$ und Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ bei Bohrpfählen im Bereich der EÜ bei km 40,884+100

Schicht	Einbindetiefe [m u. SO]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]	Spitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	
			$s/D_s = 0,03$	$s/D_s = 0,10$
Auffüllungen (locker)	bis ~ 1,0	0,02	¹⁾	¹⁾
Schluff (halbfest)	bis ~ 1,5	0,03	¹⁾	¹⁾
Sand (locker)	bis ~ 1,8	0,02	¹⁾	¹⁾
Sand (locker-mitteldicht)	bis ~ 2,6	0,06	0,7	1,6
Sand (dicht)	bis ~ 3,1	0,13	2,3	4,0
verwittertes Festgestein ²⁾	ab ~ 3,1			

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

²⁾ nur indirekt aufgeschlossen

Die in der Tabelle genannten Werte gelten für Einzelpfähle. Weiterhin handelt es sich bei den angegebenen Werten um Grenzwerte, die nach EC 7 / EA Pfähle mit entsprechenden Sicherheiten abzumindern sind.

Hinsichtlich der Berücksichtigung von Pfahlgruppen wird auf die EA Pfähle verwiesen.

Sollen Horizontalkräfte über Biegung abgeleitet werden, so ist die seitliche Bettung zu berücksichtigen. Die Bestimmung der Bettungsmodulverteilung im Baugrund richtet sich nach der EAB und EA Pfähle. Näherungsweise darf der Bettungsmodul dabei aus dem Steifemodul $E_{s,k}$ abgeleitet werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Einzelpfählen und durchlaufenden Wänden (z.B. Bohrpfahlwand).

Bei Einzelpfählen kann für den Bettungsmodul bei Verschiebungen kleiner 2 cm und kleiner $0,03 \times D$ folgender Ansatz gewählt werden:

$$k_{s,k} = E_{s,k}/D \quad \text{für } D \leq 1,0 \text{ m, sonst } k_{s,k} = E_{s,k}/1 \text{ m}$$

Für Wände gilt näherungsweise der Ansatz:

$$k_{s,k} = E_{s,k}/t_B \quad \text{mit } t_B = \text{erfasste Einbindetiefe}$$



Zur Kontrolle müssen die berechneten seitlichen Bodenpressungen mit dem Erdwiderstand verglichen werden. Hierbei ist ein entsprechender, auch von der zulässigen Verformung abhängiger Sicherheitsbeiwert, zu berücksichtigen. Die angegebenen Bemessungskenngrößen beziehen sich auf die äußere Standsicherheit. Die innere Bemessung der Konstruktionsteile muss gesondert nachgewiesen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass das Bettungsmodulverfahren lediglich bei der Ermittlung der Biegemomente hinreichend genaue Ergebnisse liefert. Das Bettungsmodulverfahren reagiert bei der Berechnung der Pfahlverschiebungen - im Gegensatz zur Biegemomentberechnung - sehr empfindlich auf Veränderungen des Bettungsmoduls. Es wird daher empfohlen, zur Bestimmung der Pfahlkopfverschiebungen nicht das Bettungsmodulverfahren zu verwenden. Geeigneter sind Berechnungen nach der Methode der Finiten Elemente (FEM) bzw. die Bestimmung der Pfahlkopfverschiebungen mit Hilfe einer horizontalen Pfahlprobelastung.

6.3 Fertigrammpfähle

Da die ausgeführten Bohrungen bis im Bereich von km 40,800+0 schon ab einer geringen Tiefe wegen unüberwindbaren Hindernissen abgebrochen werden mussten, ist die von der EA-Pfähle geforderte Mindesteinbindetiefe von 2,50 m in eine tragfähige Schicht, zum größten Teil sehr wahrscheinlich nicht gegeben. Der Vollständigkeit halber werden die Kennwerte für die Mantelreibung und den Spitzenwiderstand im Folgenden dennoch mit aufgeführt.

Generell sind die locker gelagerten, aufgefüllten bzw. gewachsenen Sande als nur eingeschränkt tragfähig einzustufen, so dass die Werte der EA-Pfähle teils extrapoliert werden mussten. 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	0,008	0,01	- ¹⁾	- ¹⁾
Sande (i. M. locker)				
Sande (i. M. locker-mitteldicht)	0,018	0,02	1,5	2,5
Sande (i. M. mitteldicht)	0,042	0,06	2,8	5,3
Sande (i. M. dicht) ³⁾	0,09	0,13	4,5	8,8
Schluffe (halbfest)	0,012	0,015	- ¹⁾	- ¹⁾
verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ²⁾⁴⁾	(0,12)	(0,16)	7,5	11,5

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

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen

³⁾ eingeschränkt rammbar

⁴⁾ nicht bzw. sehr eingeschränkt rammbar

Mit dem Übergang in die dichten Sandböden und im Bereich der Auffüllungen muss mit Rammhindernissen in Form von Blöcken und Steinen gerechnet werden. Unter Umständen kann ein Voraushub erforderlich sein. Ab dem Übergang in das Festgestein wird kein rammendes Einbringen der Pfähle mehr möglich sein. Die Möglichkeit zur Ausführung von Lockerungsbohrungen sollte daher in jedem Fall vorgesehen werden.

Der Ansatz o. g. Werte setzt ein Einrammen der Profile voraus. Werden die Träger eingerüttelt bzw. werden im Vorfeld Lockerungsbohrungen ausgeführt, müssen die o. g. Grenzwerte abgemindert werden. Weiterhin handelt es sich bei den angegebenen Werten um Grenzwerte, die nach DIN 1054/EC7 mit entsprechenden Sicherheiten abzumindern sind.

Die Mindesteinbindung in die tragfähige Schicht gem. EA Pfähle ist zu beachten. Hinsichtlich ansetzbarer Fläche und Modellfaktoren wird desgleichen auf die EA Pfähle hingewiesen.

Die laterale Ausdehnung der in Tabelle 6 genannten Schichten sowie die Ausdehnung zur Tiefe hin können den ingenieurgeologischen Schnitten der Anlage 4 entnommen werden. In der folgenden Tabelle 7 wird zur besseren Übersicht der gesamte hier betrachtete Wandabschnitt in Bereiche mit jeweils ähnlichen bzw. vergleichbaren Baugrundverhältnissen / Schichtenfolge unterteilt.



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

Streckenabschnitt	Schicht	Einbindetiefe [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 40,785 – 40,860+0	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,7	0,008	0,01	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	Sande (i. M. md)	bis ≥ 5,6	0,042	0,06	2,8	5,3
Km 40,860+0 – 40,850+100	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,6	0,008	0,01	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	Sande (i. M. dicht) ³⁾	bis ~ 1,7-2,3	0,09	0,13	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ²⁾⁴⁾	ab ~ 1,7-2,3	(0,12)	(0,16)	7,5	11,5
Km 40,850+100 – 40,890+100	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,0	0,008	0,01	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	Schluffe (halbfest)	bis ~ 1,5	0,012	0,015	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,8	0,008	0,01	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	Sande (i. M. locker-md)	bis ~ 2,5	0,018	0,02	1,5	2,5
	Sande (i. M. dicht) ³⁾	bis ~ 3,1	0,09	0,13	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ²⁾⁴⁾	ab ~ 3,1	(0,12)	(0,16)	7,5	11,5
Km 40,890+100 – 41,080	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,4-2,9	0,008	0,01	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	Sande (i. M. dicht) ³⁾	bis ~ 2,7-3,4	0,09	0,13	4,5	8,8
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ²⁾⁴⁾	ab ~ 2,7-3,4	(0,12)	(0,16)	7,5	11,5
Km 41,080 – 41,150	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,7	0,008	0,01	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ²⁾⁴⁾	ab ~ 2,7	(0,12)	(0,16)	7,5	11,5
Km 41,150 – 41,338	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,0-1,6	0,008	0,01	_ ¹⁾	_ ¹⁾
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ²⁾⁴⁾	ab ~ 1,0-1,6	(0,12)	(0,16)	7,5	11,5

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

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen

³⁾ eingeschränkt rammbaar

⁴⁾ nicht bzw. sehr eingeschränkt rammbaar



6.4 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	0,04
Sande (i. M. locker)	
Sande (i. M. locker-mitteldicht)	0,11
Sande (i. M. mitteldicht)	0,16
Sande (i. M. dicht)	0,28
Schluffe (halbfest)	0,06
verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ¹⁾	0,32

¹⁾ 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 40,785 – 40,860+0	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,7	0,04
	Sande (i. M. md)	bis ≥ 5,6	0,16
Km 40,860+0 – 40,850+100	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,6	0,04
	Sande (i. M. dicht)	bis ~ 1,7-2,3	0,28
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ¹⁾	ab ~ 1,7-2,3	0,32
Km 40,850+100 – 40,890+100	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,0	0,04
	Schluffe (steif-halbfest)	bis ~ 1,5	0,06
	Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,8	0,04
	Sande (i. M. locker-md)	bis ~ 2,5	0,11
	Sande (i. M. dicht)	bis ~ 3,1	0,28
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ¹⁾	ab ~ 3,1	0,32
Km 40,890+100 – 41,080	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,4-2,9	0,04
	Sande (i. M. dicht)	bis ~ 2,7-3,4	0,28
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ¹⁾	ab ~ 2,7-3,4	0,32
Km 41,080 – 41,150	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 2,7	0,04
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ¹⁾	ab ~ 2,7	0,32
Km 41,150 – 41,338	Auffüllungen / Sande (i. M. locker)	bis ~ 1,0-1,6	0,04
	verwittertes Festgestein (Kiese (dicht)) ¹⁾	ab ~ 1,0-1,6	0,32

¹⁾ nicht direkt aufgeschlossen

6.5 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.



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 $s_{tats.} \leq 1 \text{ cm}$ begrenzt.

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

Streckenabschnitt	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes bei Einzelfundamenten bei tatsächlichen Setzungen von $s_{tats.} = 1,0 \text{ cm}$ ¹⁾ [kN/m²]
Km 40,785 – 40,835+0	670 ²⁾
Km 40,835+0 – 40,820+100	950 ²⁾
Km 40,850+100 – 40,890+100	700
Km 40,890+100 – 40,990	930 ²⁾
Km 40,990 – 41,080	800 ²⁾
Km 41,080 – 41,150	940 ²⁾
Km 41,150 – 41,338	1000 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 $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes 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 ordnungsgemäß nachverdichtet wird.

7 Umwelttechnische Untersuchungen und Bewertungen

7.1 Allgemeines

Im Rahmen dieser Baumaßnahme wird voraussichtlich Bodenaushub aus aufgefüllten Bodenmaterialien mit Anteilen aus Schotter, Schlacke und Abbrandresten anfallen, der als Abfall einer geregelten Entsorgung zur Verwertung oder Beseitigung zuzuführen ist.



Hierzu sind umwelttechnische Untersuchungen und abfallrechtliche Bewertungen der einzelnen Materialchargen erforderlich. Ziel dieser umwelttechnischen Untersuchungen ist eine orientierende Darstellung der umweltrelevanten Belastungssituation in den von der Baumaßnahme betroffenen Bereichen.

7.2 Unterlagen und Vorschriften

Für die Durchführung der Probenahmen und chemoanalytischen Untersuchungen sowie zur abfallrechtlichen Bewertung wurden die nachfolgenden Vorschriften, Richtlinien, Normen etc. verwendet:

- [5] Mitteilung 32 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen (LAGA-PN 98), 2002.
- [6] Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), 05.11.2004 und 1.4 Bauschutt, 06.11.1997.
- [7] Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Infoblatt 25, Anforderungen an das Verfüllmaterial unterhalb einer durchwurzeltbaren Bodenschicht bei bodenähnlichen Anwendungen, Stand: Juli 2007.
- [8] Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Infoblatt 26, Anforderungen an die Verwertung von Boden und Bauschutt bei technischen Bauwerken, Stand: Juli 2007.
- [9] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) in: Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts; BGBl. Jahrgang 2009 Teil I Nr. 22, vom 27.04.2009; In Kraft getreten am 16.07.2009/1. Verordnung zur Änderung der Deponieverordnung, Stand: 20.07.2011.
- [10] Merkblatt Entsorgung von Gleisschotter; Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, vom 10.05.2007.

7.3 Probenahme und Untersuchungsumfang

Die Beprobung der zu untersuchenden potentiell entsorgungsrelevanten Materialien erfolgte im Rahmen der geotechnischen Erkundungsarbeiten unter der Leitung eines fachkundigen Mitarbeiters der IBES Baugrundinstitut GmbH. Die Probenahme erfolgte entsprechend der fachlichen Vorgaben gemäß DIN 4021 und DIN 4022 bzw. LAGA-PN 98.

Die Entnahme der Einzelproben erfolgte in-situ durch Bohrungen (BS) im Randbereich neben der Gleisbettung.

Die Lage der Erkundungspunkte richtete sich nach den Erfordernissen der Baugrunderkundung und wurde in Abhängigkeit der Zugänglichkeit und technischen Durchführbarkeit gewählt. Bohrprofile und Längsschnitte sind in Anlage 4 dargestellt.

Im Bereich des Streckenabschnittes im Bereich von km 40,785 und km 41,338 wurde 1 Probe für laborchemische Untersuchungen zusammengestellt. Die Zusammenstellung der entnommenen Probe sowie der analytische Untersuchungsumfang ist in der folgenden Tabelle 11 zusammenfassend aufgelistet. Die untersuchte Probe ist repräsentativ für die aufgeschlossenen Bodenmaterialien im Tiefenbereich von 0,0 m bis 0,7 m. Die aufgeschlossenen Bodenmaterialien sind im Kapitel 4.6 beschrieben.



Tabelle 11: Untersuchte Probe und Untersuchungsumfang

Entnahmebereich / Materialart	Proben- bezeichnung	Aufschluss / Entnahmestelle	Tiefenbereich [m u. GOK]	Untersuchungsumfang / Analysen-Nr.
A (Steine, Schotter, Schlacke, Abbrand, Kohle)	BMP 1	BS km 40,800+0	0,0-0,40-0,90	LAGA (TR Boden) zzgl. bahntypischer Herbizide / 681943
A (Steine, Schotter, Schlacke, Abbrand, Kohle)		BS km 40,820+100	0,0-0,20-0,40- 0,70	
A (Schotter, Steine, Wurzelreste)		BS km 40,884+100	0,0-0,60	
		BS km 40,893+100	0,0-0,70	
		BS km 41,060	0,0-0,50	
		BS km 41,100	0,0-0,40	
		BS km 41,200	0,0-0,70	
A (Schotter, Wurzelreste)		BS km 41,310	0,0-0,70	

Die chemoanalytischen Untersuchungen erfolgten in der Zeit vom 12. bis 18.11.2015. Die Proben der Bodenmaterialien wurden auf den Parameterumfang gemäß LAGA (TR Boden), zzgl. ausgewählter bahntypischer Herbizide (inkl. Flazasulfuron) nach [10], untersucht.

7.4 Untersuchungsergebnisse

7.4.1 Ergebnisse und abfallrechtliche Bewertung von Bodenmaterialien

Die einstufigsrelevanten Ergebnisse der chemoanalytischen Untersuchung an der Bodenmischprobe BMP 1 ist in der Tabelle 12 dargestellt. Der Laborprüfbericht mit allen Untersuchungsergebnissen liegt in Anlage 7 bei. Für eine Bewertung werden die Untersuchungsergebnisse den bodenartspezifischen Zuordnungswerten nach LAGA (TR Boden) bzw. den ALEX Infoblättern 25 und 26 [7, 8], und der DepV [10] gegenübergestellt. Parameter, die Konzentrationen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze bzw. kleiner der bodenartspezifischen Zuordnungswerte Z0 aufweisen, führen nicht zu Einschränkungen bei der Verwertung und sind daher in den Tabellen nicht aufgeführt.

Die ermittelten Herbizidgehalte werden sinngemäß nach dem Merkblatt Entsorgung von Gleisschotter [10] bewertet. Dort sind Grenzwerte angegeben, bei deren Unterschreitung entsprechende Materialien für die Verfüllung von Abgrabungen eingesetzt werden dürfen. Insofern können diese Werte Zuordnungswerten Z0 gleichgesetzt werden.

Angaben zu Deponieklassen in Klammern werden hier vorbehaltlich der Einhaltung von Zuordnungswerten weiterer Parameter nach der Deponieverordnung gemacht.

Die durch die Probe BMP 1 repräsentierten Materialien werden aufgrund ihrer Korngrößen-Zusammensetzung auf Grundlage der Zuordnungswerte für die Bodenart Sand bewertet.



Tabelle 12: Relevante Untersuchungsergebnisse Probe BMP 1

Parameter	Messung	Einheit	Messwert	Einbauklasse	Deponieklasse	Gefahrsuordnung
TOC	Feststoff	%	0,66	Z1	(DK 0)	--
Blei	Feststoff	mg/kg	49	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
Chrom	Feststoff	mg/kg	48	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
Kupfer	Feststoff	mg/kg	54	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
Nickel	Feststoff	mg/kg	39	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
Quecksilber	Feststoff	mg/kg	0,71	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
Zink	Feststoff	mg/kg	141	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
Kohlenwasserstoffe C10-C40	Feststoff	mg/kg	120	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
Benzo(a)pyren	Feststoff	mg/kg	0,50	Z0*	(DK 0)	nicht gefährlich
PAK-Summe	Feststoff	mg/kg	5,93	Z1.2	(DK 0)	nicht gefährlich
Maßgebende Einstufung bei Bewertung „Sand“				Z1.2	(DK 0)	nicht gefährlicher Abfall

Die durch die Probe BMP 1 repräsentierten Bodenmaterialien halten die Zuordnungswerte der Einbauklasse Z1.2 ein.

7.4.2 Abfallrechtliche Einstufungen und Verwertungsmöglichkeiten

In Tabelle 13 ist die untersuchte Probe von Bodenmaterialien, deren Herkunft, die abfallrechtlichen Bewertungen, sowie die Abfalleinstufungen nach AVV tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle 13: Zusammenfassung der abfallrechtlichen Bewertungen und Einstufungen

Probenbezeichnung	Materialart / Bereich der Probenherkunft	Einbauklasse/ Deponieklasse ^{A)}	Abfallschlüssel und Bezeichnung nach AVV	Verwertbarkeit am Anfallort möglich
BMP 1	Auffüllungen, km 40,785 – km 41,338	Z1.2 / (DK 0)	17 05 04 Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen	ja, bei bodenmechanischer Eignung

^{A)} Angaben zu Deponieklassen in Klammern gelten vorbehaltlich der Einhaltung von Grenzwerten weiterer Parameter nach der Deponieverordnung.

Im Sinne des KrWG sollte grundsätzlich eine Verwertung von Materialien bis zur Einstufung Z2 angestrebt und auf eine Entsorgung auf Deponien verzichtet werden (Ressourcenschonung, Schonung von Deponieraum). Bei allen Verwertungsmaßnahmen, insbesondere in technischen Bauwerken, ist die bodenmechanische Eignung der eingesetzten Bodenmaterialien zu beachten.



Materialien, die die Zuordnungswerte der Einbauklasse Z1.2 einhalten, können bei günstigen hydrogeologischen Eigenschaften am Einbauort in technischen Bauwerken eingebaut werden (Abb. 1). Hydrogeologisch günstig sind in diesem Zusammenhang Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete und ausreichend mächtige sowie homogene Deckschichten geringer Durchlässigkeit und hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen abgedeckt ist. Diese Verhältnisse sind i. d. R. bei mindestens 2 m mächtiger Überdeckung aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben. Der Abstand zwischen Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand muss mindestens 2 m betragen.

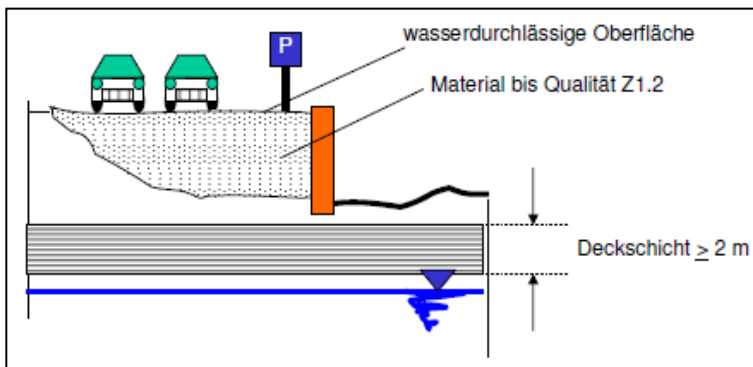


Abb. 1: Einbaukonfiguration Z1.2

7.4.3 Allgemeine Angaben zu Ausbau und Entsorgung, Gefährdungspotentiale

Ausbau, Zwischenlagerung und Entsorgung aller unterschiedlichen Abfallchargen bzw. von Chargen mit unterschiedlichen abfallrechtlichen Einstufungen haben getrennt voneinander zu erfolgen (Durchmischungsverbot).

Können Boden- oder Bauschuttmaterialien, z. B. aufgrund ungünstiger geotechnischer Eigenschaften, nicht in technischen Bauwerken oder bodenähnlichen Anwendungen verwertet werden, so sind sie einer Deponie oder sonstigen Entsorgungsanlage zuzuführen. Für die Entsorgung solcher Materialien auf einer Deponie oder sonstigen Entsorgungsanlage sind eventuell weitere Parameter analytisch zu bestimmen, die vom Anlagenbetreiber festgelegt sind.

Eine Zwischenlagerung von Abfällen außerhalb der Baustelle bedarf i. d. R. einer Genehmigung nach dem Immissionsschutzrecht. Unabhängig davon sind grundsätzlich Flächen oder Aufhaldungen mit freiliegenden schadstoffhaltigen Materialien zu vermeiden bzw. es ist bei längeren Unterbrechungen des Rückbaus oder Aushubes witterungsbeständiges Abdeckmaterial aufzubringen.

Für nicht gefährlichen Abfall besteht bei einer Entsorgung keine Nachweispflicht. Der Entsorger hat lediglich ein Register gemäß Nachweisverordnung zu führen.

7.5 Empfehlung für die Ausschreibung

Grundsätzlich sollte die Verwertung von Aushubmaterialien der Einstufungsklassen Z0 bis Z2 angestrebt und auf eine Entsorgung auf Deponien verzichtet werden (Ressourcenschonung, Schonung von Deponieraum), sofern diese Böden aus bodenmechanischen Gesichtspunkten in technischen Bauwerken oder in bodenähnlichen Anwendungen verwertbar sind. Falls diese Böden nicht für die hier betroffene Baumaßnahme verwertet werden können bzw. sollen, wird empfohlen, diese Böden im LV zur Off-Site-Verwertung außerhalb von Deponien auszuschreiben. Der Verwertungsweg bzw. die Verwertungsstelle ist dann vom Auftragnehmer anzugeben.



Will der Auftragnehmer geo- und umwelttechnisch verwertbare Böden trotzdem auf einer Deponie entsorgen, dann wird empfohlen, dass dieser die zusätzlich erforderlich werdenden Beprobungen und deponiespezifischen Analysen auf eigene Kosten zu veranlassen hat. Diese Beprobungen und Analysen sollten dann auf jeden Fall durch den Bauherren bzw. dessen sachkundigen Vertreter, durchgeführt werden.

Können Böden nicht in technischen Bauwerken oder in bodenähnlichen Anwendungen verwertet werden, sind diese auf einer Deponie zu entsorgen. Diese sind dann auf Grundlage der durchgeführten Analysen im LV als Böden zur Entsorgung auf einer Deponie auszuscheiden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass je 500 t zu entsorgendem Bodenaushub eine komplette Deklarationsanalytik gemäß LAGA und DepV erforderlich wird. Gegebenenfalls wird die Untersuchung weiterer Parameter nach DepV, wie biologische Atmungsaktivität, Heizwert, Säureneutralisationskapazität etc. erforderlich.

Sollte der erforderliche Analysenumfang nicht im Zuge von Voruntersuchungen durchgeführt worden sein, so wird empfohlen, dies entweder rechtzeitig vor Beginn oder während der Baumaßnahme durchzuführen. Hierfür sind mindestens 3 bis 5 Wochen einzuplanen. Es wird empfohlen, den tatsächlichen Untersuchungsumfang im Vorfeld mit dem Deponiebetreiber zu klären, um zeit- und kostenintensive Verzögerungen des Bauablaufs zu verhindern.

8 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 4 zu verfüllen bzw. herzustellen und ausreichend zu verdichten.
- Während der Erdarbeiten ist besonders auf Witterungseinflüsse und dadurch bedingte Wassergehaltsänderungen der Erdstoffe zu achten.
- Bindige Böden im Bereich von Aushubsohlen sind allenfalls statisch nachzuverdichten, um Porenwasserüberdrücke und damit verbundene Tragfähigkeitsverluste zu vermeiden.
- 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 09, ZTV SoB-StB 04/07, RStO 01, sowie der jeweils gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien (auch der DB AG) zu beachten.



9 Schlussbemerkungen

Für den Neubau einer Lärmschutzwand an der DB-Strecke 3280 (ca. km 40,785 – km 41,338) wurde vom IBES Baugrundinstitut eine Baugrunderkundung mit begleitenden geo- und umwelttechnischen Laboruntersuchungen durchgeführt.

Anhand der Untersuchungsergebnisse, der Geländeaufnahme und der zur Verfügung stehenden Unterlagen wurde dieses Baugrund- und Gründungsgutachten mit abfallrechtlicher Bewertung 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 EC 7, Kapitel 4).

Die in diesem Bericht unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten dargelegten Wertungen und Maßnahmeempfehlungen erfolgten aus Sicht des Gutachters unter Zugrundelegung entsprechender Regeln, Richtlinien und Merkblätter, sind jedoch nicht rechtsverbindlich. Die Entscheidungen über Notwendigkeit und Realisierung der Empfehlungen sowie allgemein der weiteren Vorgehensweise bezüglich der umwelttechnischen Belange, bleiben im vorliegenden Fall dem Auftraggeber bzw. Bauherrn, ggf. in Rücksprache mit den umweltrelevanten Aufsichts- und Fachbehörden, vorbehalten, sollten aber letztendlich nicht grundlegend von den hier gemachten Aussagen abweichen, da sonst anderweitige Umstände maßgebend werden könnten, die es dann erneut zu untersuchen und zu beurteilen gilt.

Bei neu auftretenden Fragen bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung.

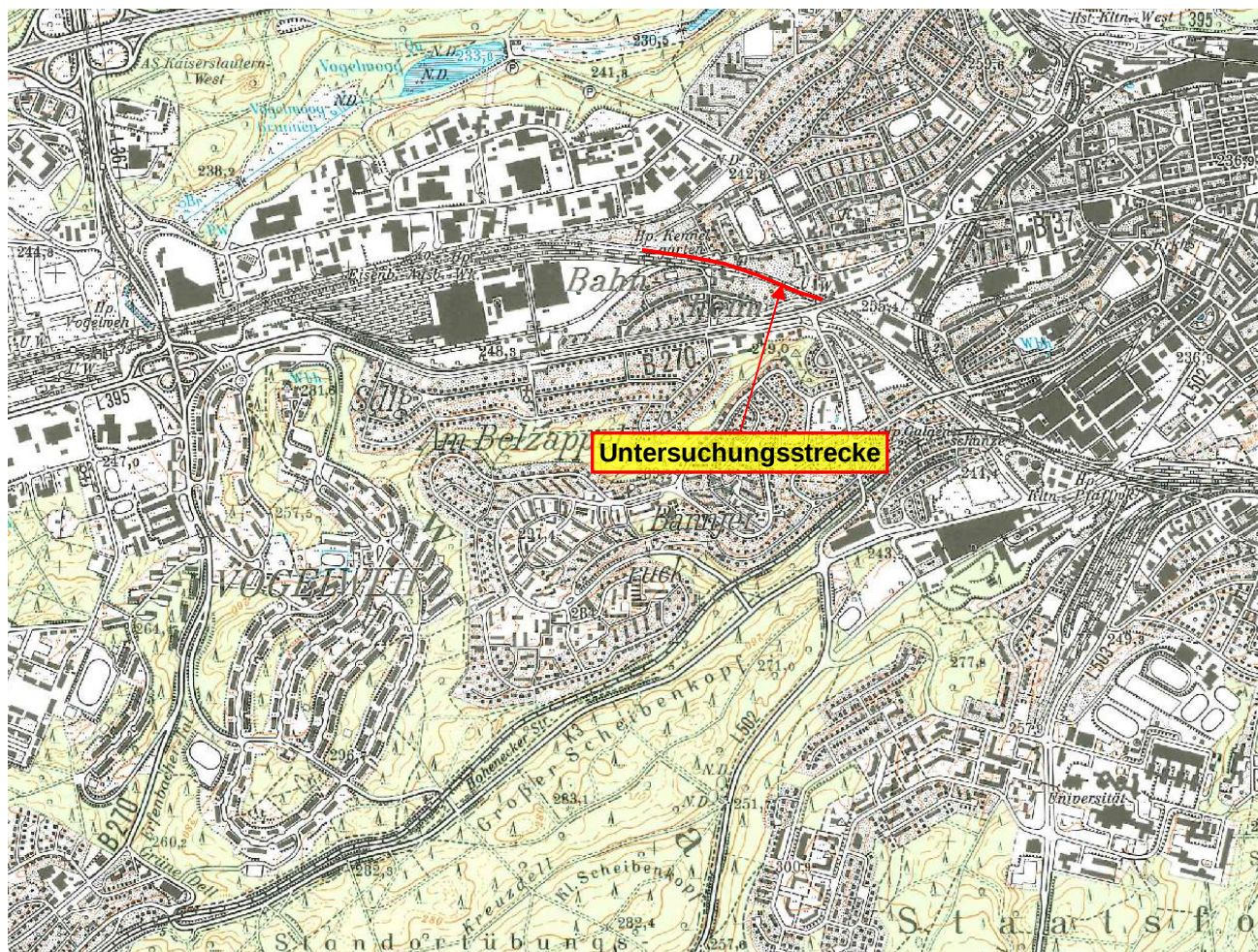
Das Gutachten besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit.

Neustadt/Weinstr., 25.01.2016 fw/bö/bc-ott
Fritz-Voigt-Straße 4
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
E-Mail: ibes-gmbh@ibes-gmbh.de

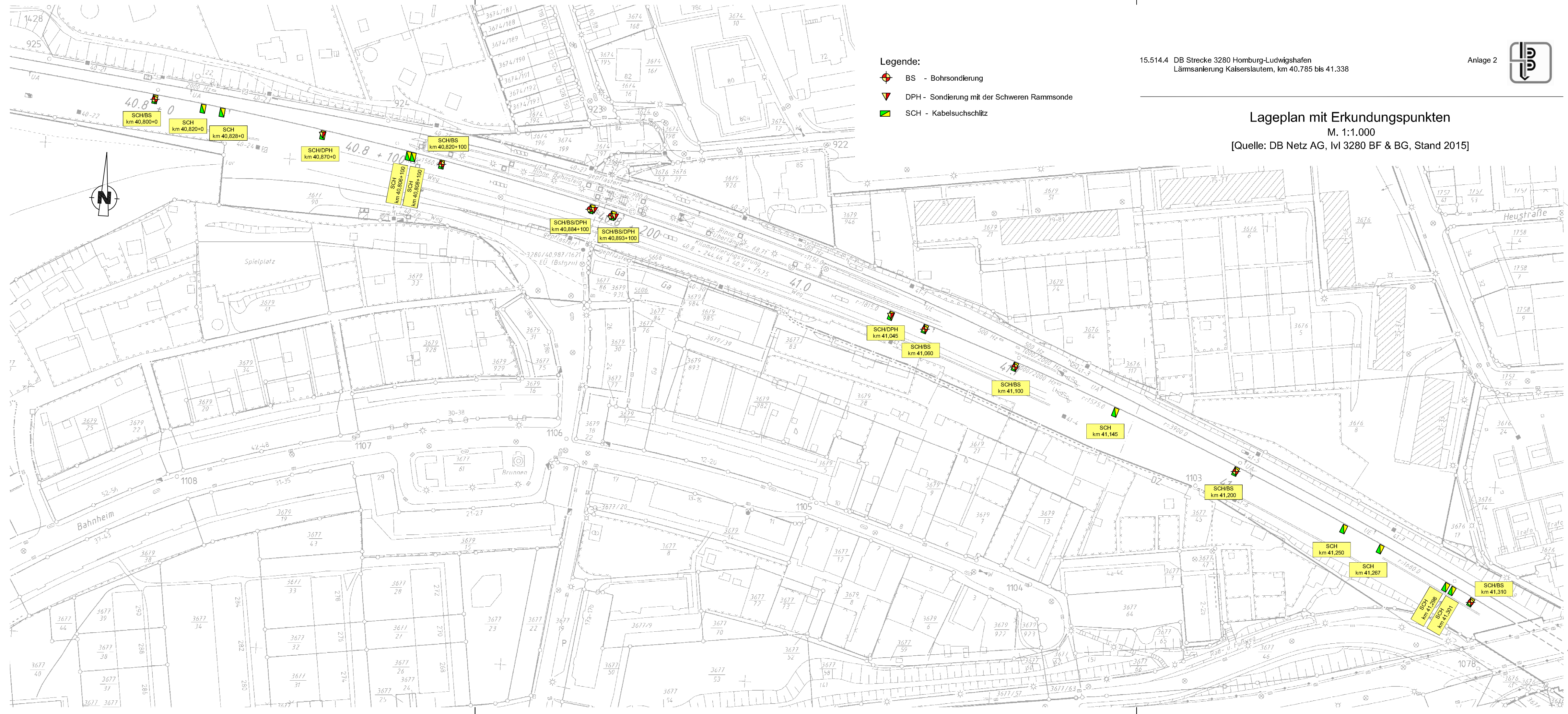
IBES Baugrundinstitut GmbH
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen

Dipl.-Ing. (FH) Johannes Rauch
Geschäftsführer

Dipl.-Ing. (TU) Frauke Weihofen
Projektbearbeiterin



Auszug aus der top. Karte, Blatt 6512 Kaiserslautern, Ausgaben 1992, M. 1:25.000



Legende:

- BS - Bohrsondierung
- DPH - Sondierung mit der Schweren Rammsonde
- SCH - Kabelsuchschlitz

15.514.4 DB Strecke 3280 Homburg-Ludwigshafen
Lärmsanierung Kaiserslautern, km 40.785 bis 41.338

Anlage 2



Lageplan mit Erkundungspunkten

M. 1:1.000

[Quelle: DB Netz AG, lvi 3280 BF & BG, Stand 2015]

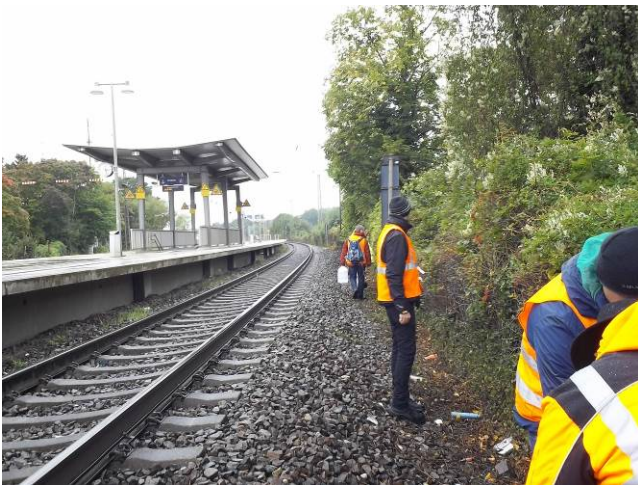


Bild 1: Blickrichtung West



Bild 2: Blickrichtung Ost bei km 41,000



Bild 3: Blickrichtung Ost



Bild 4: Fußgängerunterführung



Bild 5: Bohrschappe bei km 40,800+0



Bild 6: Bohrschappe bei km 40,820+100



Bild 7: Bohrschappe bei km 40,884+100

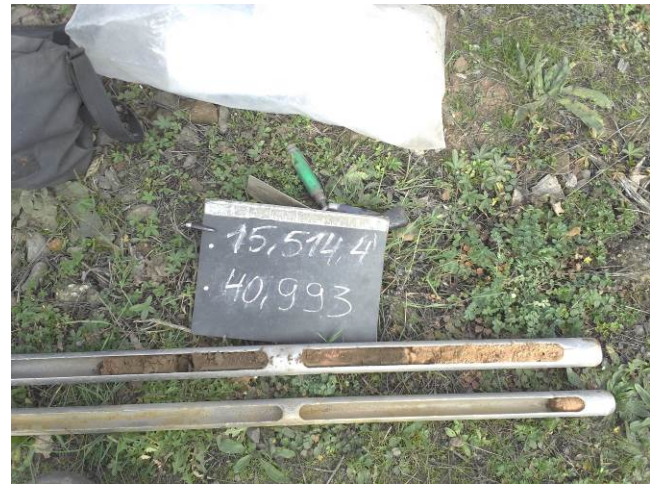


Bild 8: Bohrschappe bei km 40,893+100



Bild 9: Bohrschappe bei km 41,060



Bild 10: Bohrschappe bei km 41,100



ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

	SCH	Schurf
	B	Bohrung
	BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
	BP	Bohrung mit Gewinnung nicht gekernter Proben
	BuP	Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
	DPL	Rammsondierung leichte Sonde DIN 4094
	DPM	Rammsondierung mittelschwere Sonde DIN 4094
	DPH	Rammsondierung schwere Sonde DIN 4094
	BS	Sondierbohrung
	DS	Drucksondierung nach DIN 4094
	RKS	Rammkernsondierung
	GWM	Grundwassermeßstelle

BODENARTEN

Auffüllung		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	

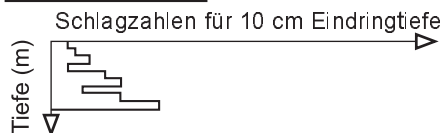
KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KONSISTENZ

brg	breiig	wch	weich
stf	steif	hfst	halbfest
fst	fest		

RAMMDIAGRAMM



PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab. 1

	Bohrprobe (Glas 0,7l)
	Bohrprobe (Eimer 5l)
	Sonderprobe
	Verwachsene Bohrkernprobe
	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand
k. GW	kein Grundwasser

	Bodengruppe aufgrund Laborergebnis
GU*	Bodengruppe aufgrund Ansprache

FELSARTEN

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

NEBENANTEILE (DIN 4022)

	schwach (<15%)
~/*	stark (>30%)

BODENKLASSE

Bkl. 3

FEUCHTIGKEIT

f nass

KLÜFTUNG

klü	klüftig
klü	stark klüftig

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	2,52 cm	3,57 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	5,00 cm²	10,00 cm²	15,00 cm²
Gestängedurchmesser	2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm
Rambbärgewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,0 cm	20,0 cm	50,0 cm

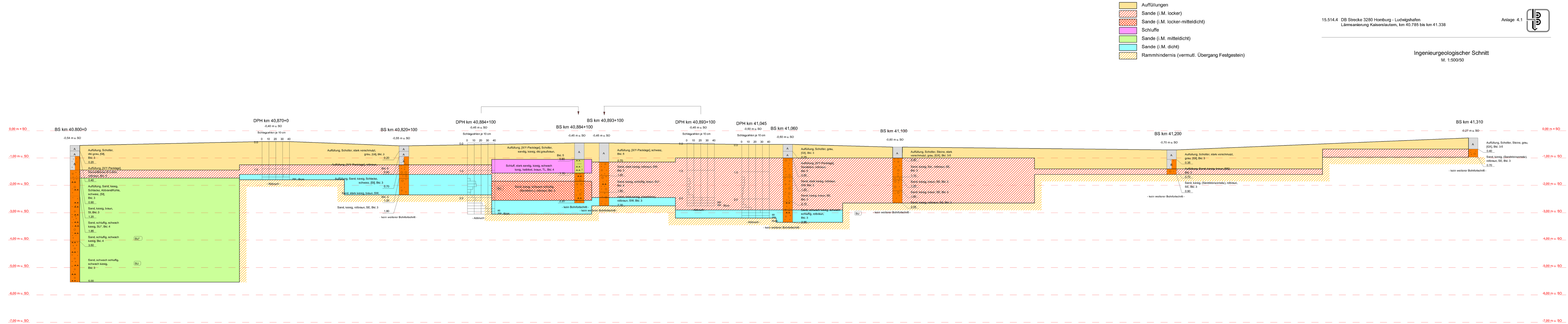
Bauvorhaben:

DB Strecke 3280 Homburg - Ludwigshafen
Lärmsanierung Kaiserslautern, km 40.785 bis 41.338

Planbezeichnung:

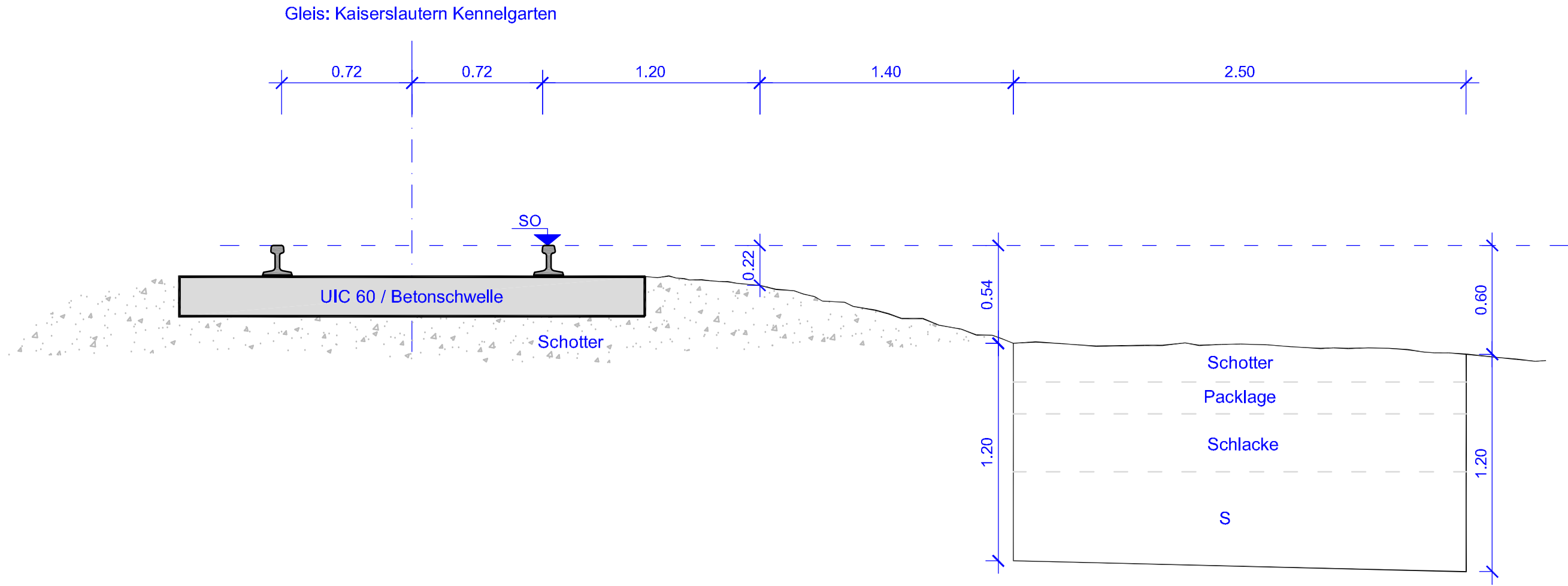
Legende:

M. 1:500/50





1 Kabelsuchschlitz bei km 40.800+0
M. 1:25

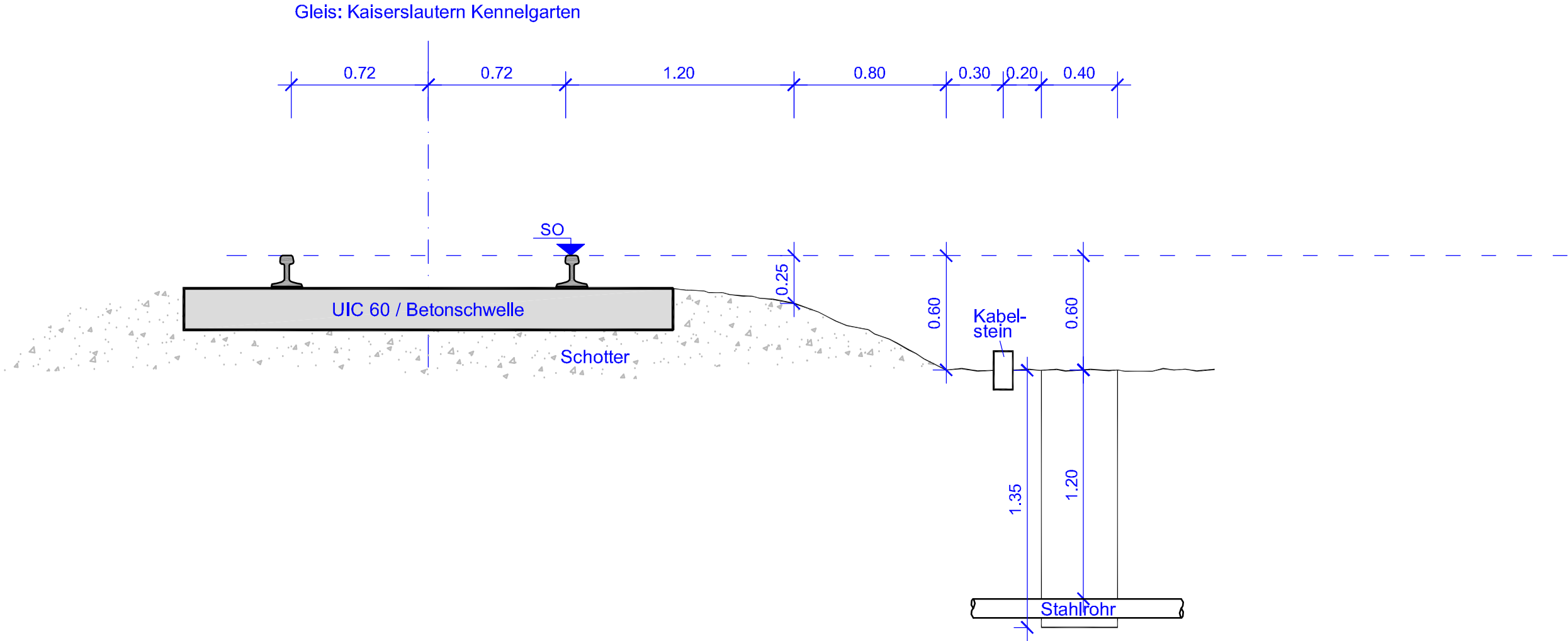


Bilddokumentation:





2 Kabelsuchschlitz bei km 40.820+0
M. 1:25

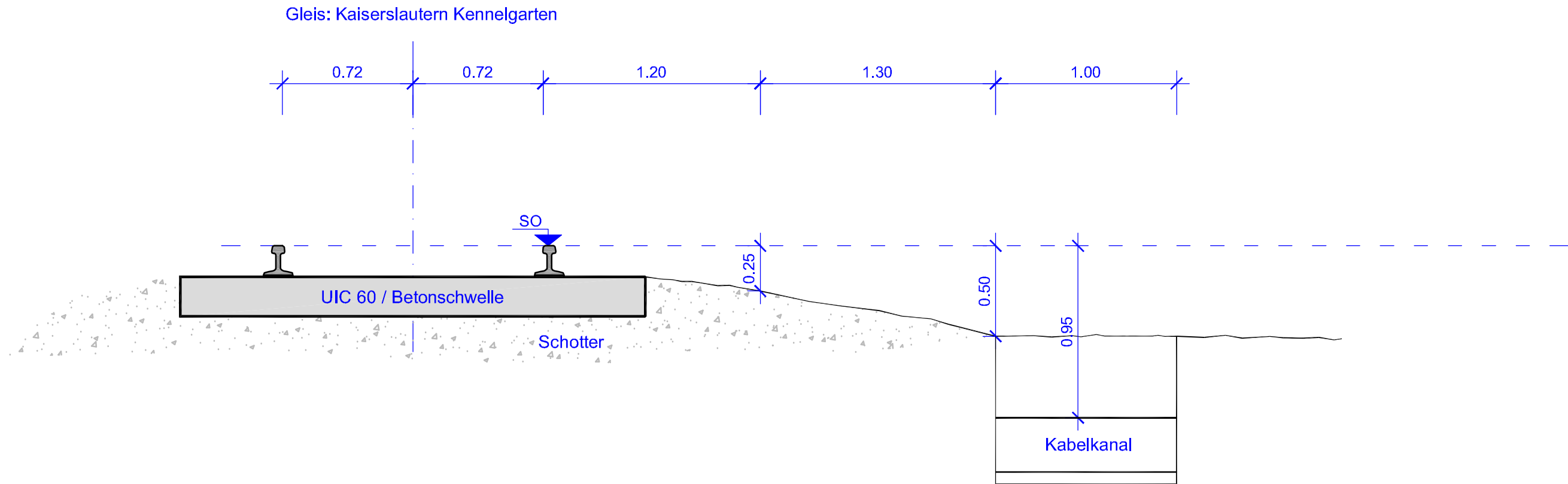


Bilddokumentation:





3 Kabelsuchschlitz bei km 40.828+0
M. 1:25



Bilddokumentation:

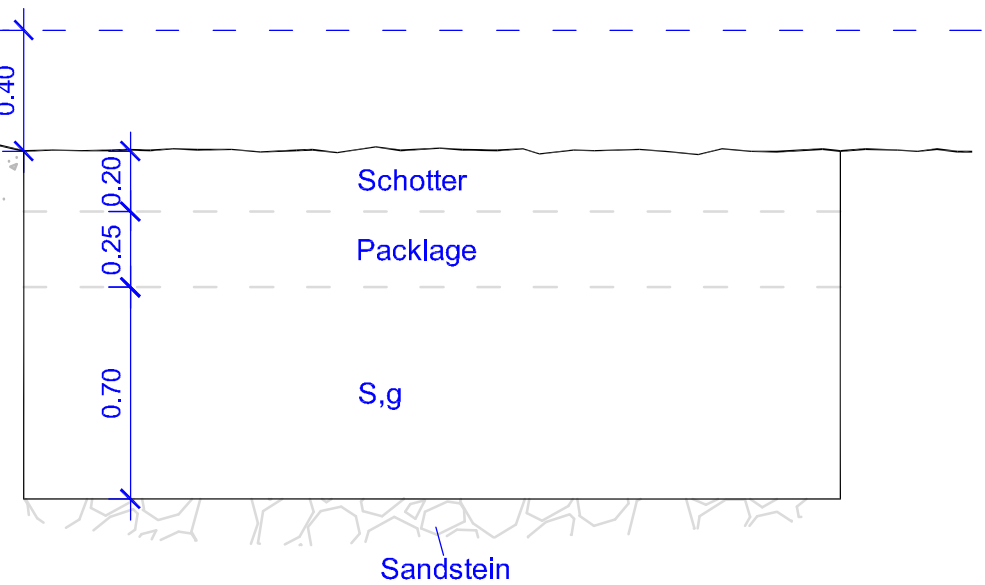




④

Timeline of the 2008 Beijing Olympics:

- 07:00: Opening Ceremony
- 09:55: 100m race
- 10:40: 100m final
- 11:25: 100m relay
- 12:10: 100m final
- 12:55: 100m relay
- 13:40: 100m final
- 14:25: 100m relay
- 15:10: 100m final
- 15:55: 100m relay
- 16:40: Closing Ceremony

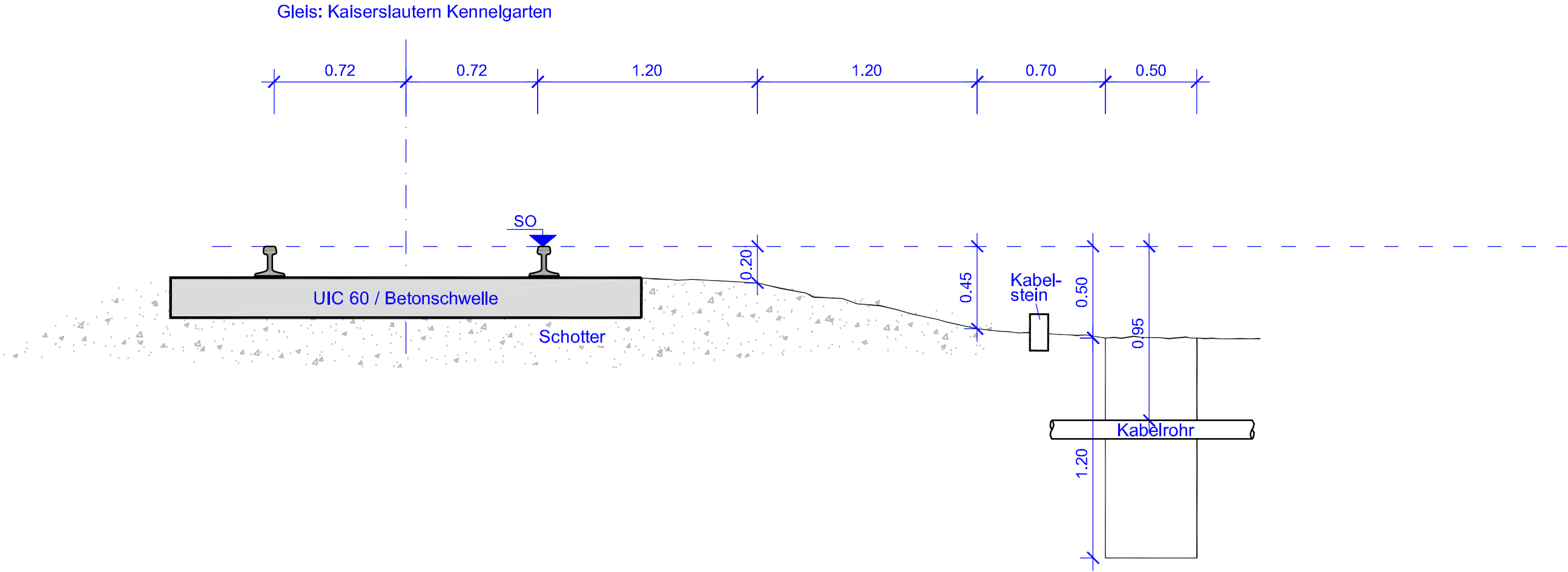


Bilddokumentation:





5 Kabelsuchschlitz bei km 40.806+100
M. 1:25

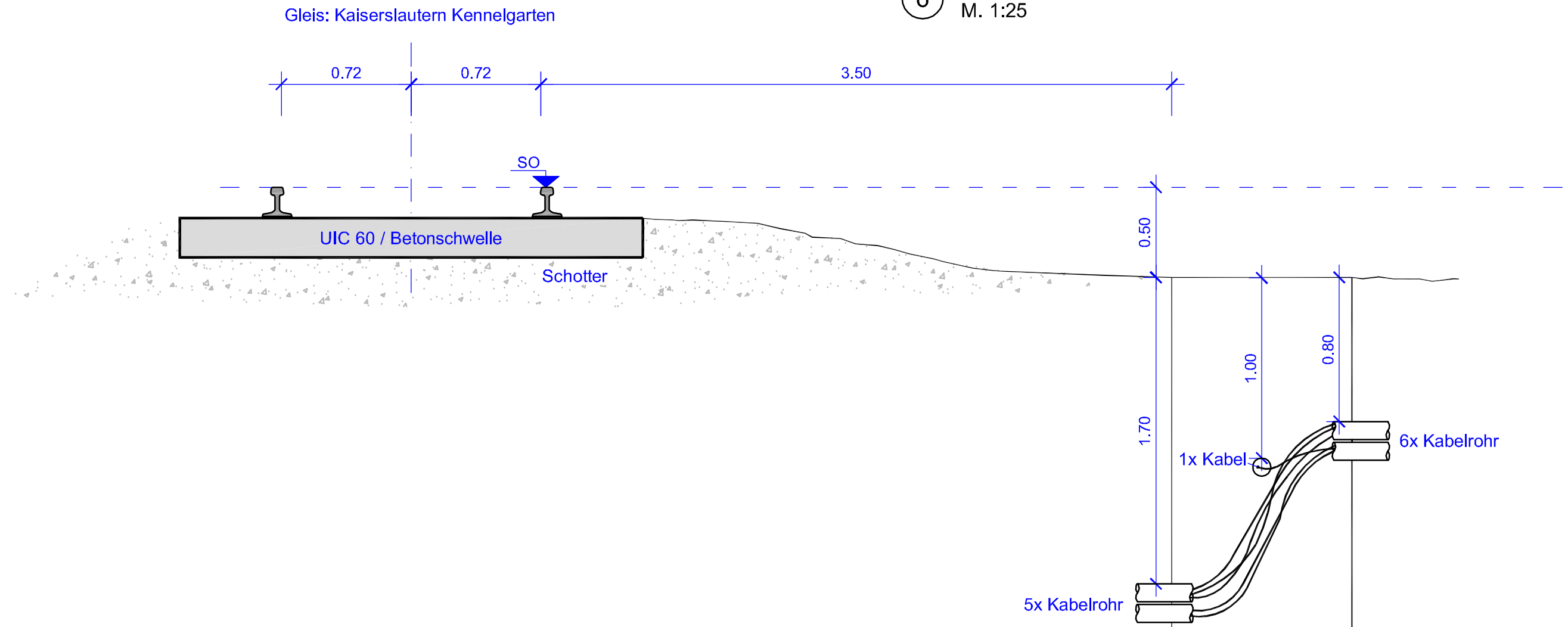


Bilddokumentation:





6 Kabelsuchschlitz bei km 40.808+100
M. 1:25

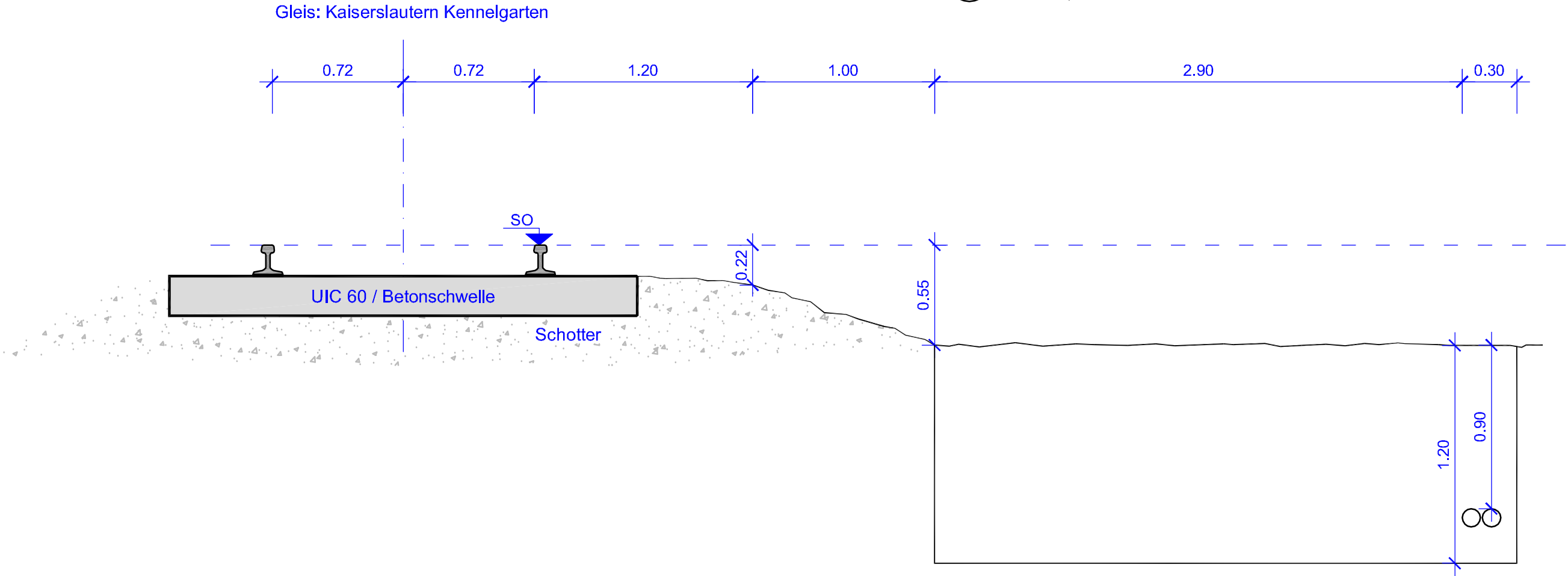


Bilddokumentation:





7 Kabelsuchschlitz bei km 40.820+100
M. 1:25

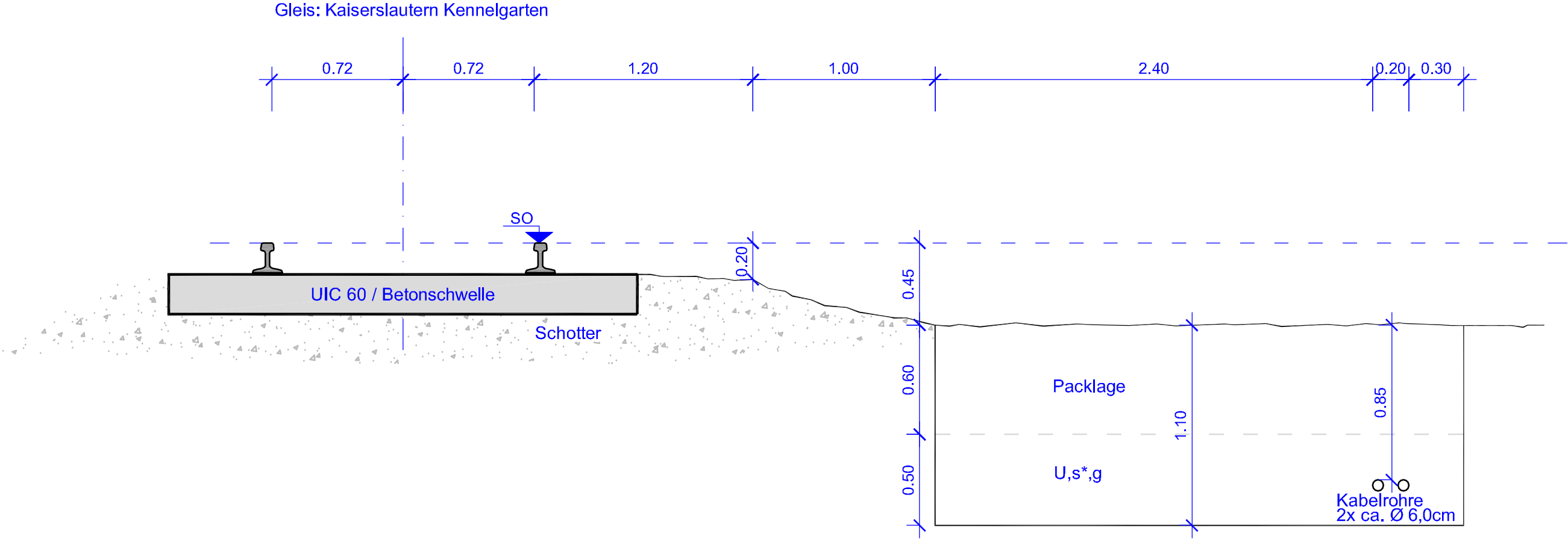


Bilddokumentation:





8 Kabelsuchschlitz bei km 40.884+100
M. 1:25

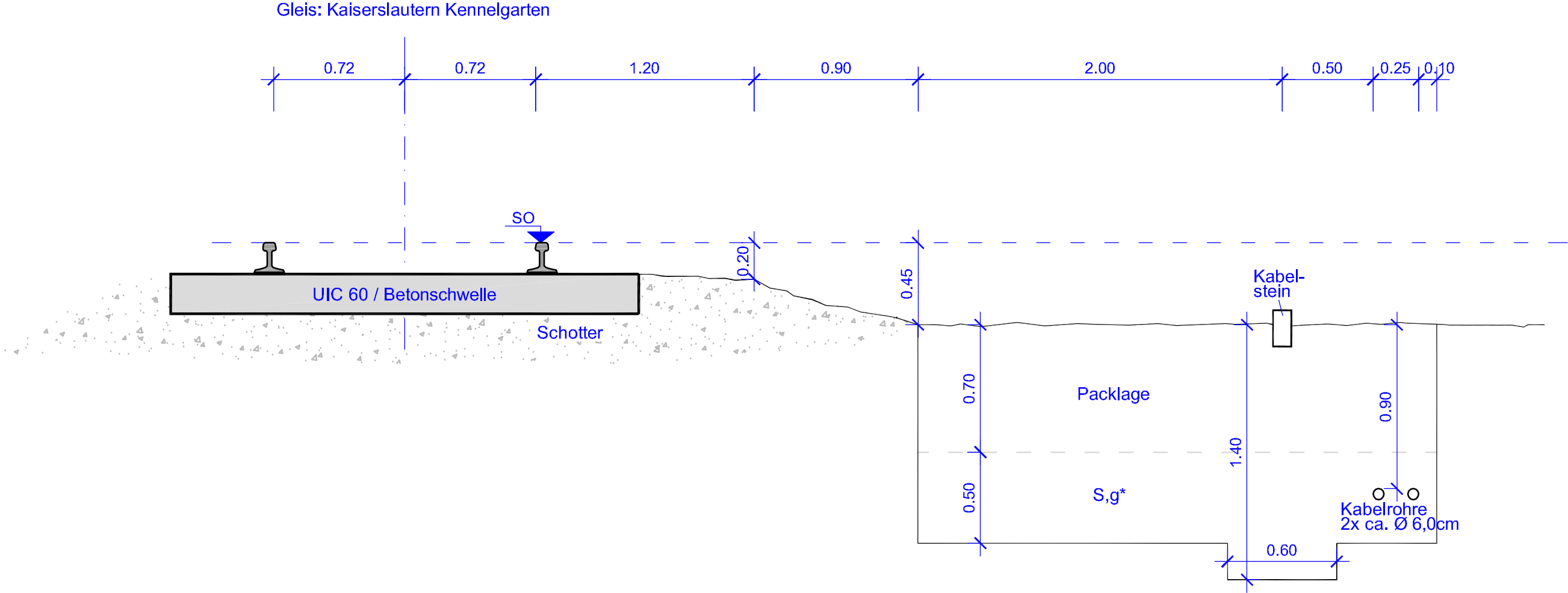


Bilddokumentation:





9 Kabelsuchschlitz bei km 40.893+100
M. 1:25

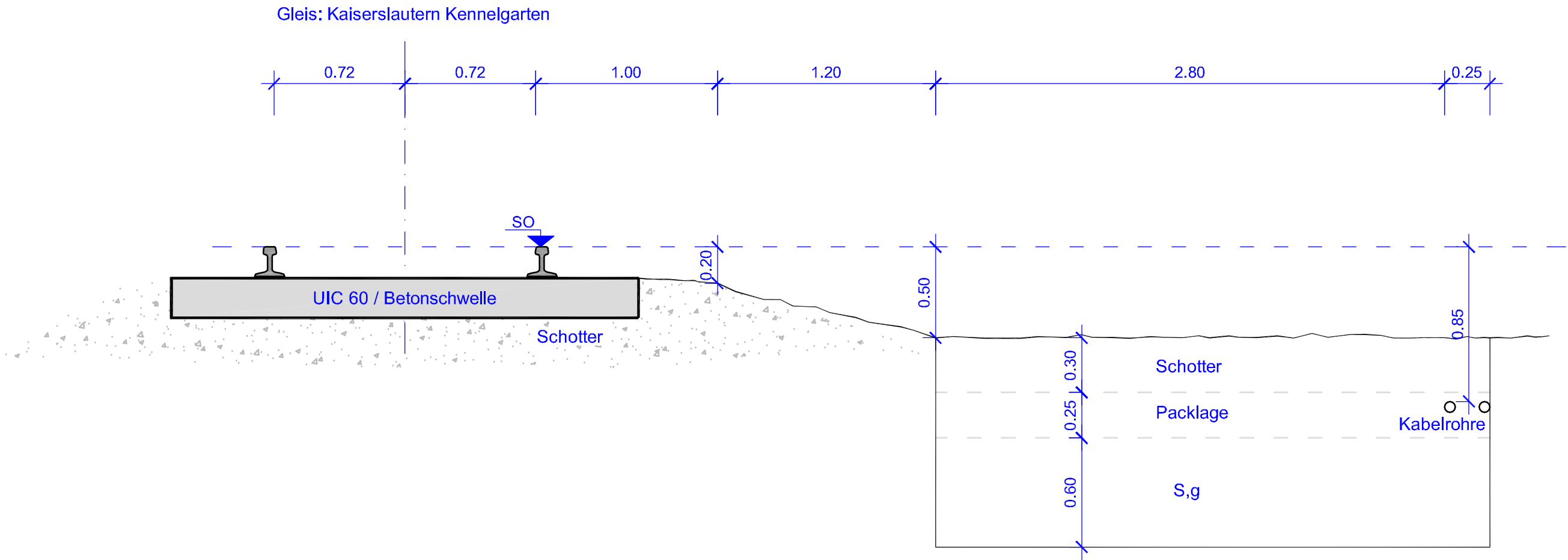


Bilddokumentation:





10 Kabelsuchschlitz bei km 41.045
M. 1:25

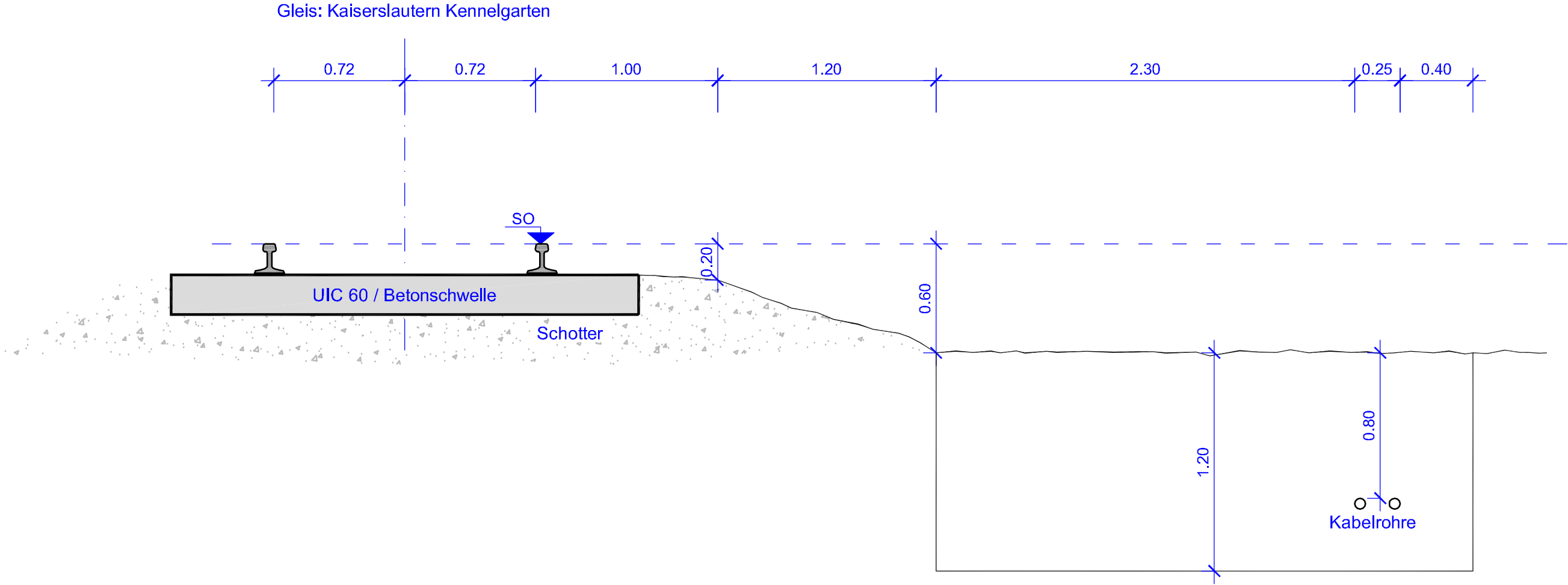


Bilddokumentation:





11 Kabelsuchschlitz bei km 41.060
M. 1:25

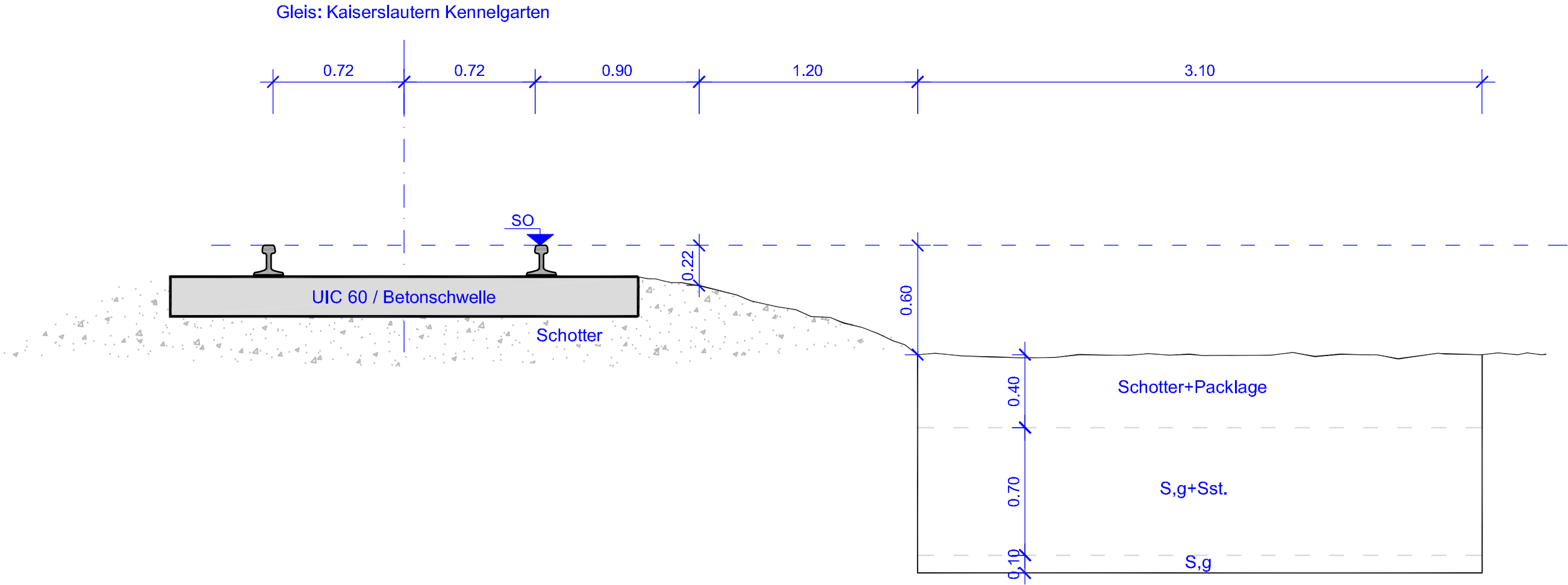


Bilddokumentation:





12 Kabelsuchschlitz bei km 41.100
M. 1:25

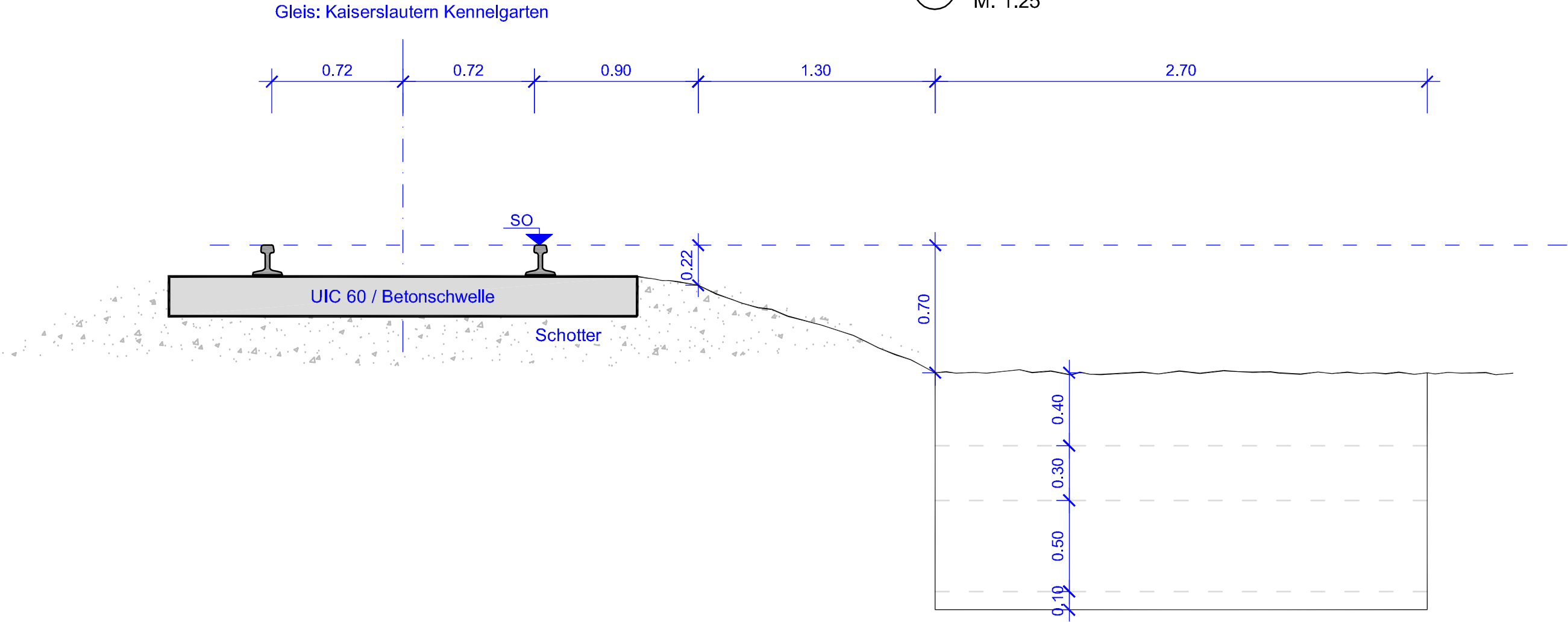


Bilddokumentation:





13 Kabelsuchschlitz bei km 41.145
M. 1:25

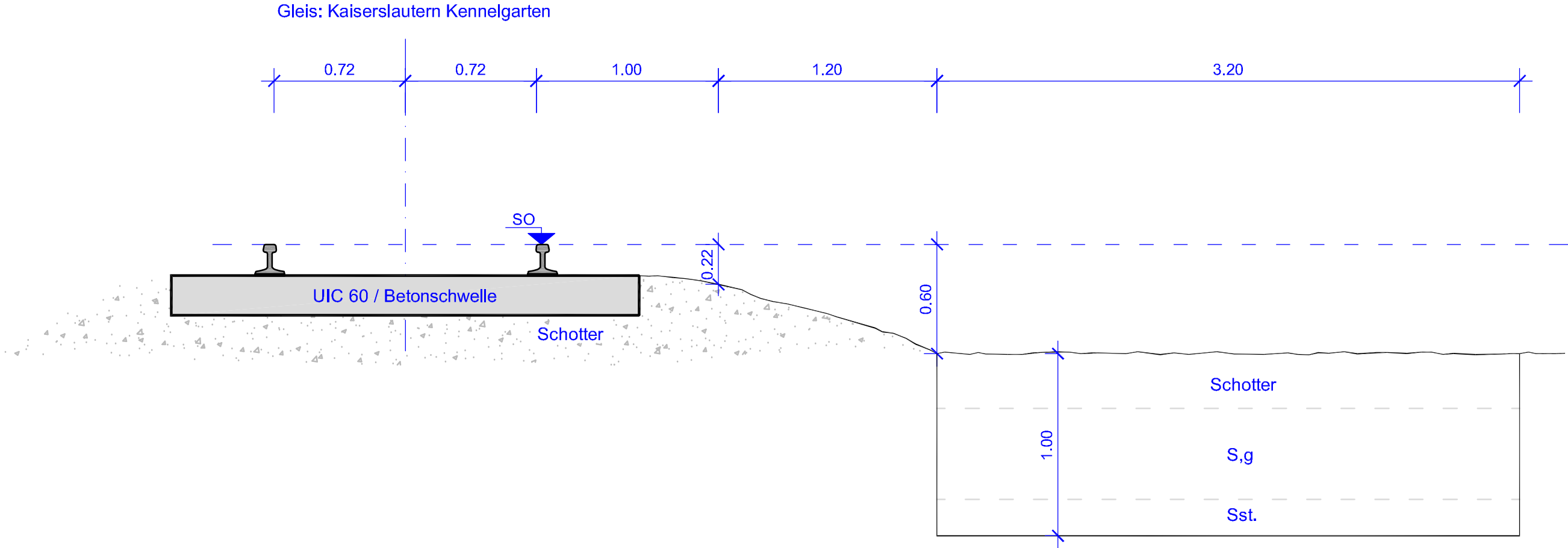


Bilddokumentation:





14 Kabelsuchschlitz bei km 41.200
M. 1:25

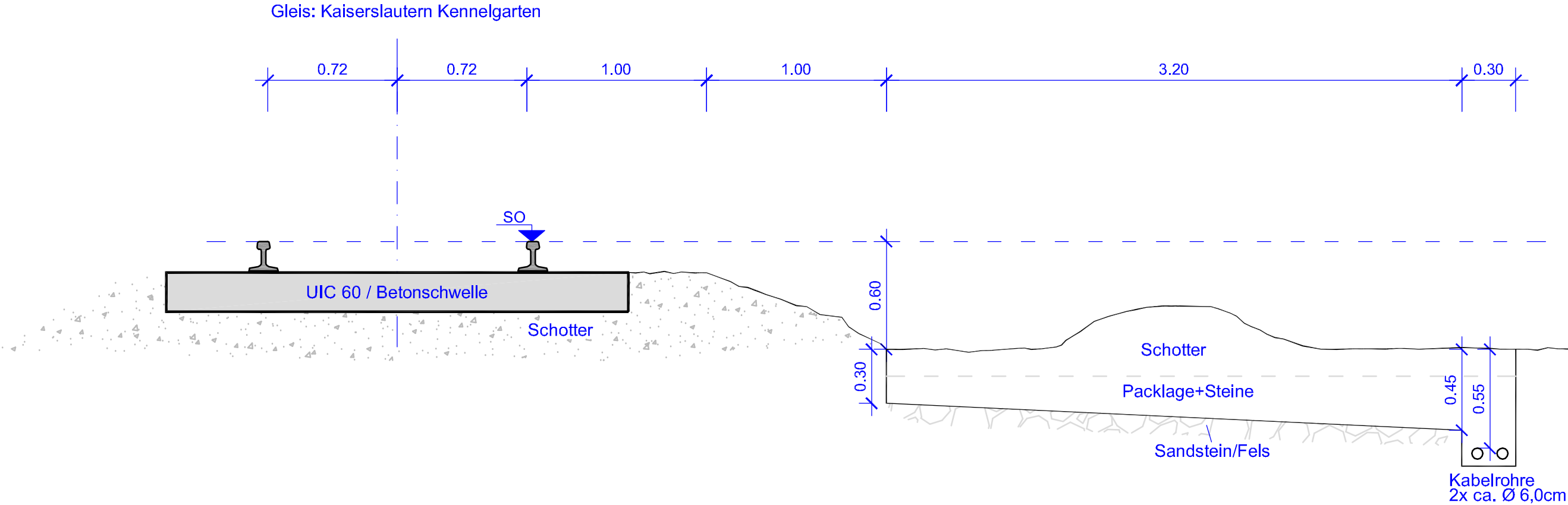


Bilddokumentation:





15 Kabelsuchschlitz bei km 41.250
M. 1:25

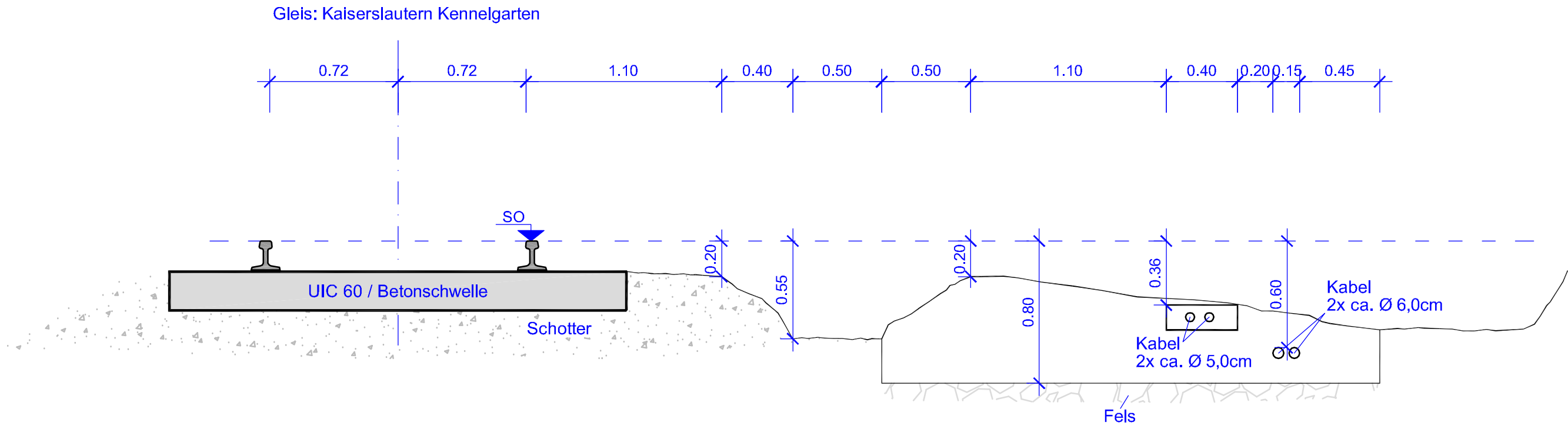


Bilddokumentation:





16 Kabelsuchschlitz bei km 41.267
M. 1:25

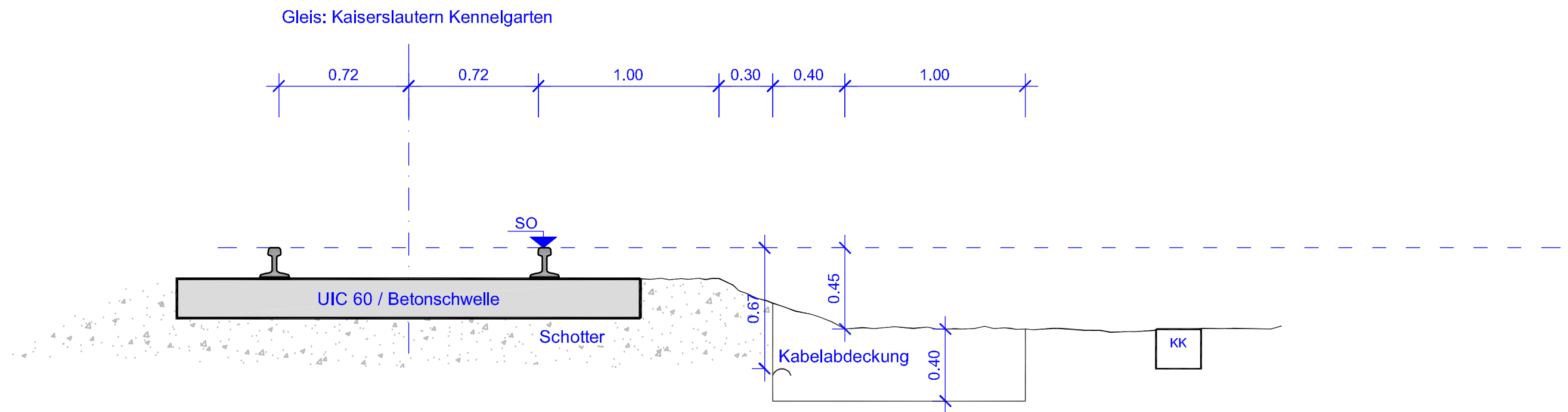


Bilddokumentation:





17 Kabelsuchschlitz bei km 41.298
M. 1:25

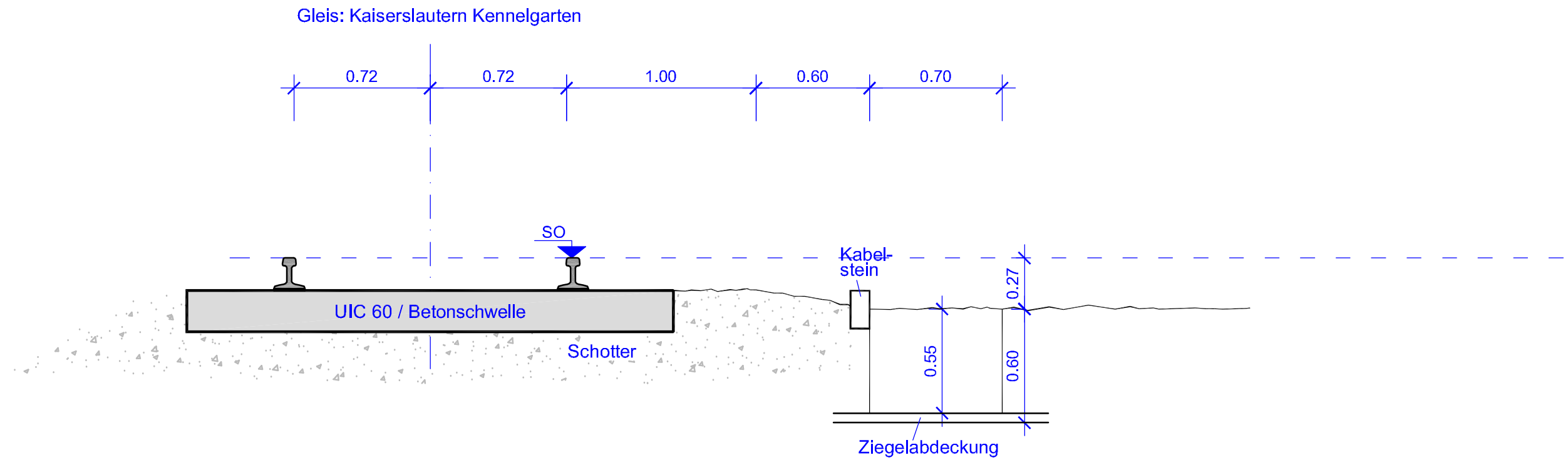


Bilddokumentation:





18 Kabelsuchschlitz bei km 41.301
M. 1:25

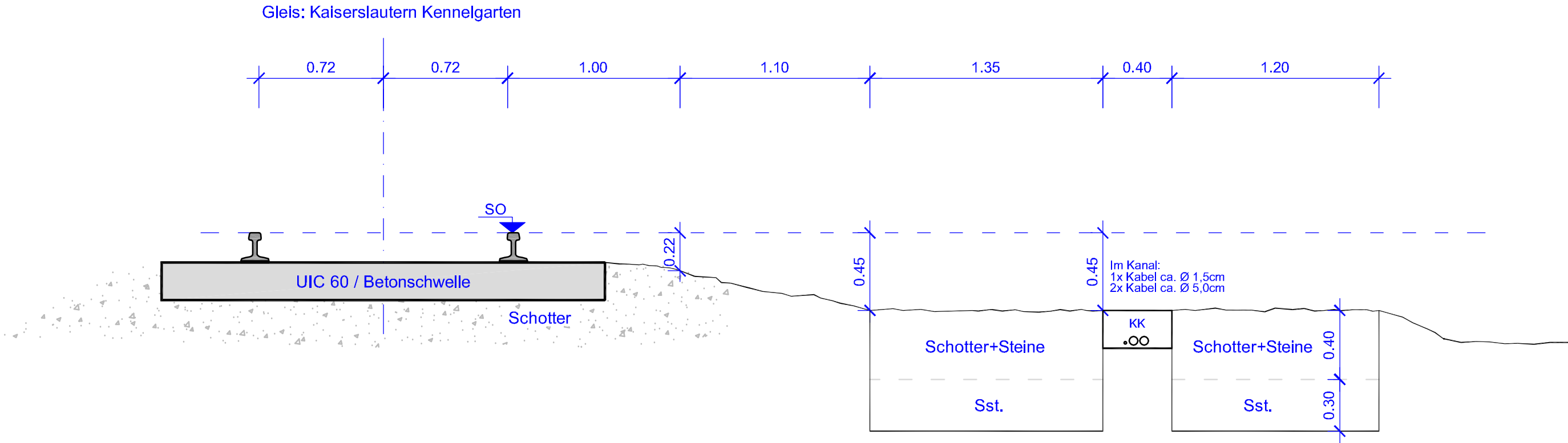


Bilddokumentation:



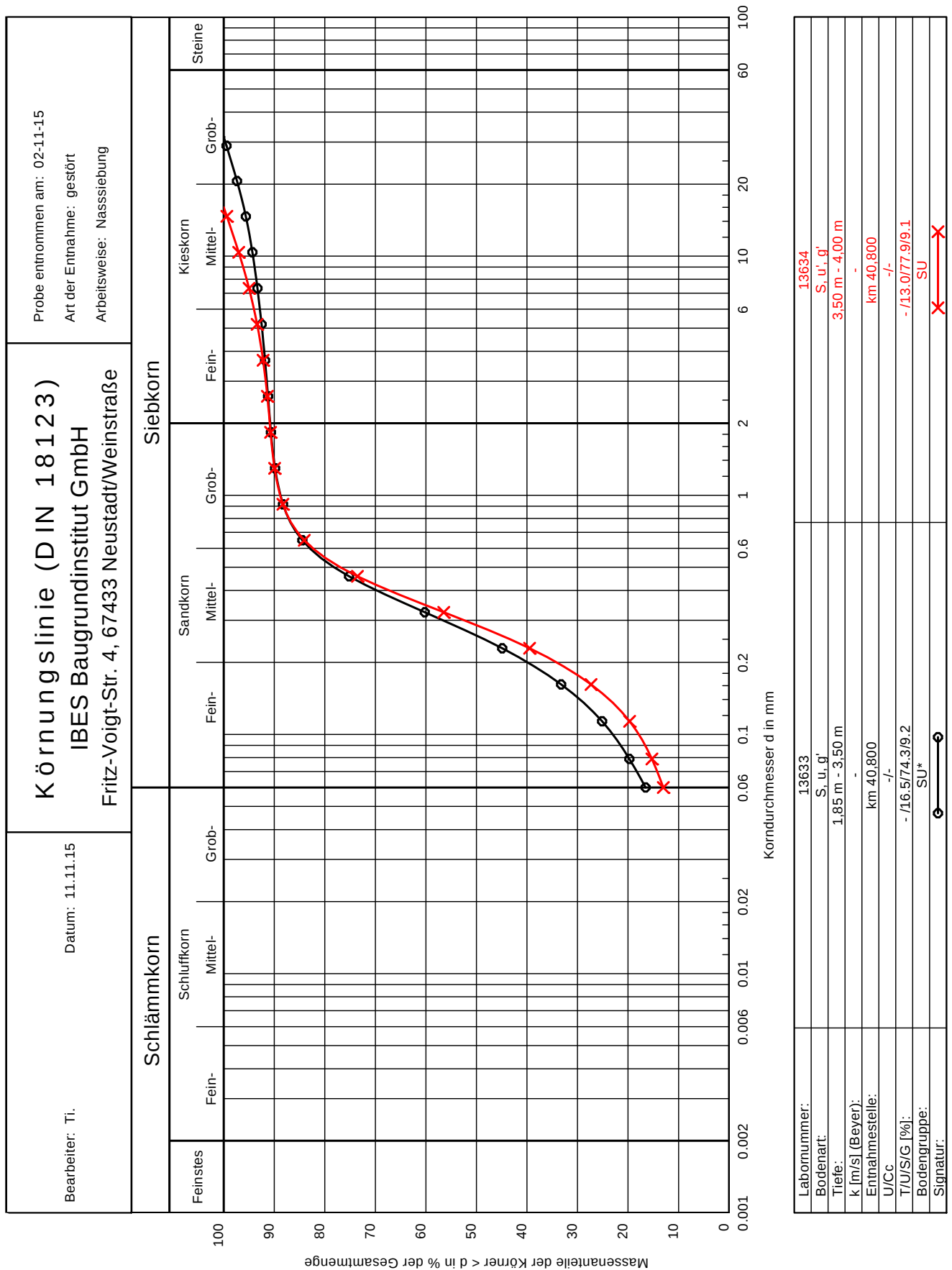


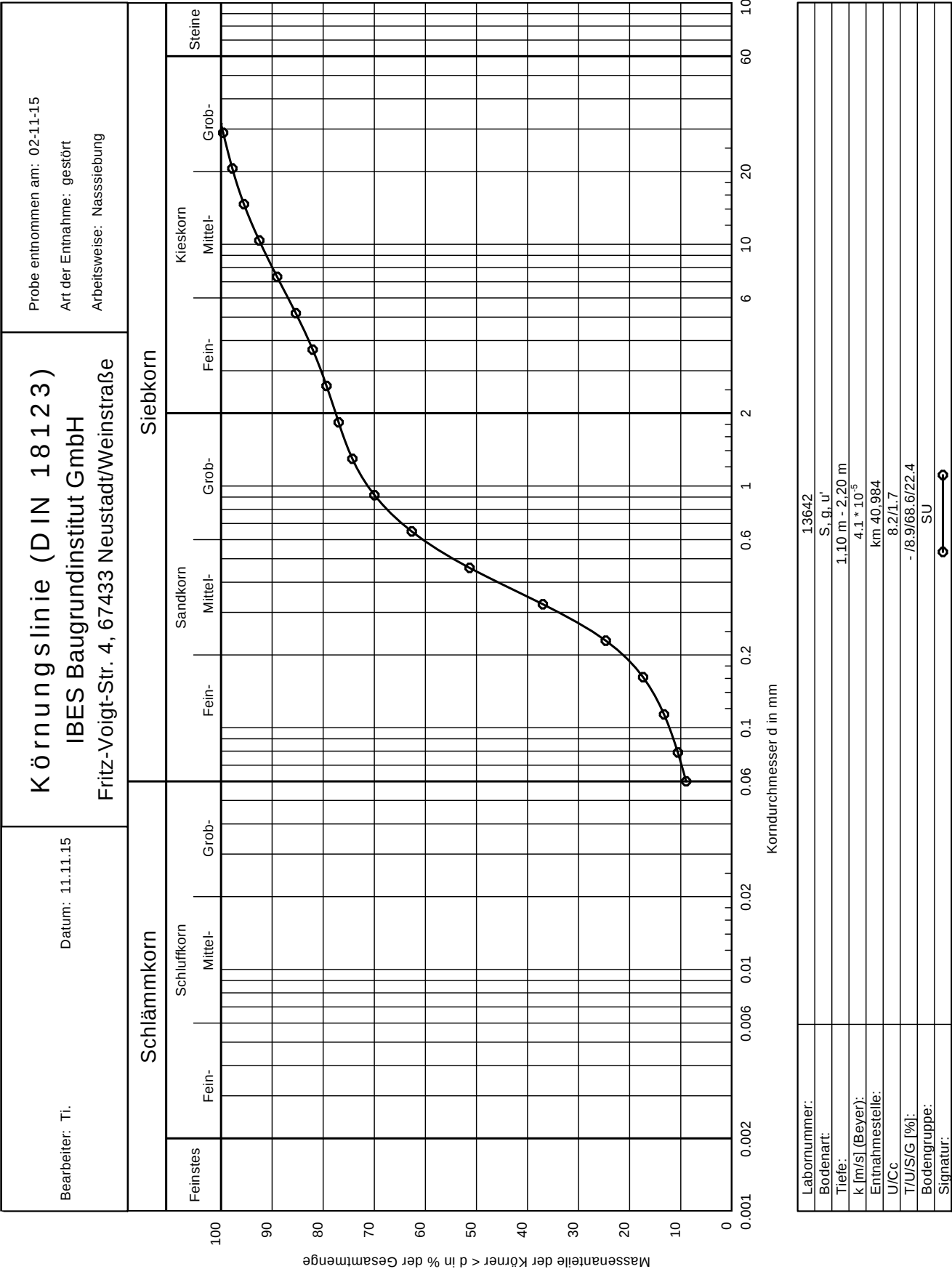
19 Kabelsuchschlitz bei km 41.310
M. 1:25

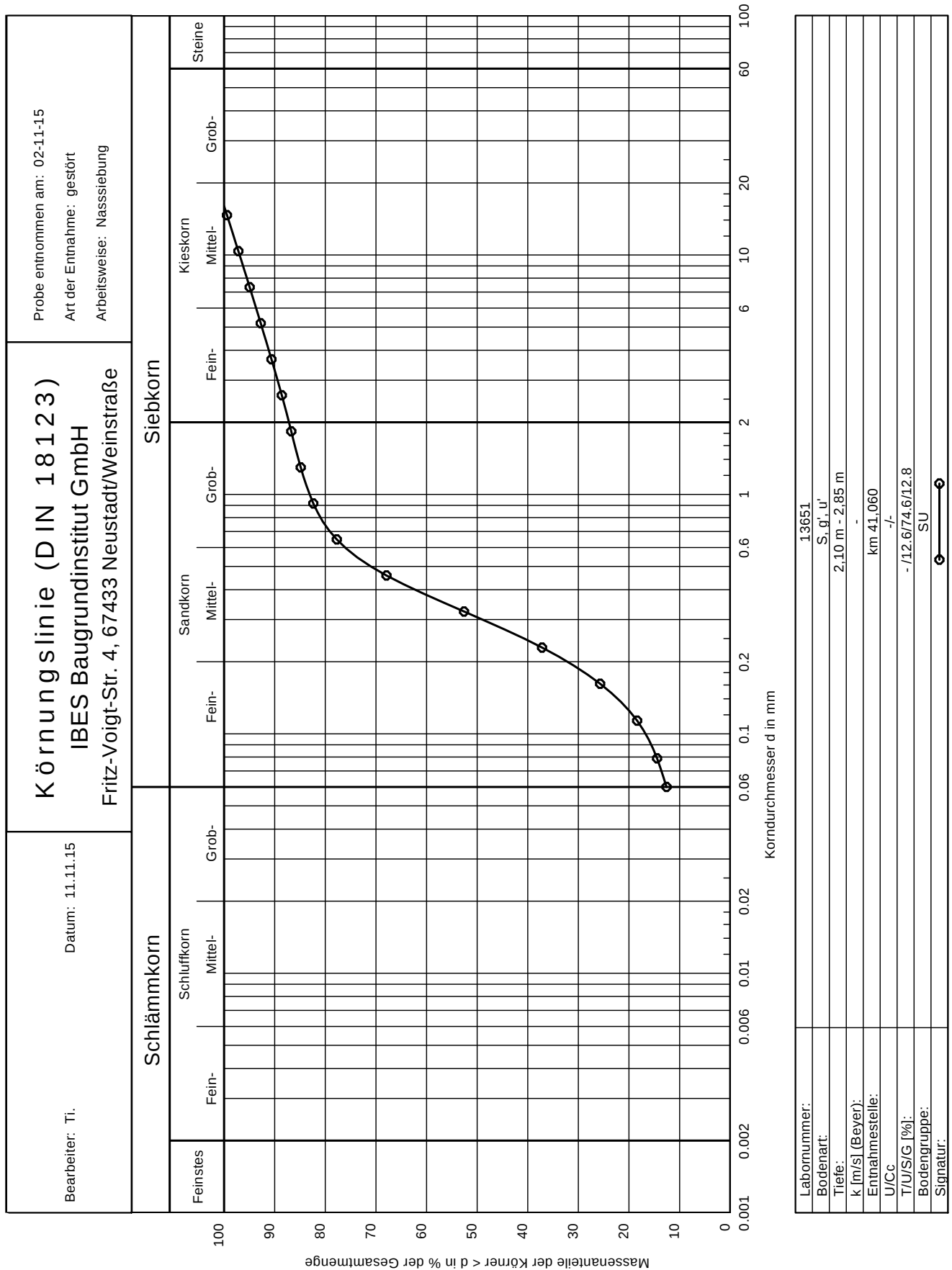


Bilddokumentation:











Untersuchungsergebnisse chemische Analysen

gefertigt von

AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg

(Deckblatt + 3 Blatt)

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

IBES BAUGRUNDINSTITUT GMBH
FRITZ-VOIGT-STR. 4
67433 NEUSTADT A.D. WEINSTRASSE

Datum 18.11.2015
Kundennr. 27014775

PRÜFBERICHT 1715971 - 681943

Auftrag 1715971 15.514.4
Analysennr. 681943
Probeneingang 12.11.2015
Probenahme 16.10.2015
Probenehmer Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung BMP 1

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Feststoff				
Analyse in der Gesamtfraction				keine Angabe
Trockensubstanz	%	* 94,3	0,1	DIN ISO 11465 / DIN EN 14346
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,66	0,1	DIN EN 13137
Cyanide ges.	mg/kg	<0,30	0,3	DIN ISO 17380
EOX	mg/kg	<1,0	1	DIN 38414-17 (S 17)
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657
Arsen (As)	mg/kg	9,7	2	DIN EN ISO 11885
Blei (Pb)	mg/kg	49	4	DIN EN ISO 11885
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,3	0,2	DIN EN ISO 11885
Chrom (Cr)	mg/kg	48	1	DIN EN ISO 11885
Kupfer (Cu)	mg/kg	54	1	DIN EN ISO 11885
Nickel (Ni)	mg/kg	39	1	DIN EN ISO 11885
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,71	0,05	DIN EN 1483 (E 12-4)
Thallium (Tl)	mg/kg	0,1	0,1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Zink (Zn)	mg/kg	141	2	DIN EN ISO 11885
Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC)	mg/kg	<50	50	DIN EN 14039 + LAGA KW/04
Kohlenwasserstoffe C10-C40 (GC)	mg/kg	120	50	DIN EN 14039
Naphthalin	mg/kg	0,09	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthylen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Acenaphthen	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoren	mg/kg	<0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Phenanthren	mg/kg	0,37	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Anthracen	mg/kg	0,07	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Fluoranthren	mg/kg	1,1	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Pyren	mg/kg	1,1	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)anthracen	mg/kg	0,54	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Chrysen	mg/kg	0,56	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	0,62	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	0,33	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,50	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	0,05	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,34	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	0,26	0,05	Merkblatt LUA NRW Nr. 1
PAK-Summe (nach EPA)	mg/kg	5,93		Merkblatt LUA NRW Nr. 1
Dichlormethan	mg/kg	<0,2	0,2	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4

DOC-0-5355001-DE-P1

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

Seite 1 von 3

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes
Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt
für die in der Urkunde
aufgeführten
Prüfverfahren.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 18.11.2015

Kundennr. 27014775

PRÜFBERICHT 1715971 - 681943

Kunden-Probenbezeichnung

BMP 1

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
<i>cis-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>trans-1,2-Dichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Trichlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>1,1,1-Trichlorethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Trichlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Tetrachlormethan</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Tetrachlorethen</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
LHKW - Summe	mg/kg	n.b.		DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Benzol</i>	mg/kg	0,18	0,05	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Toluol</i>	mg/kg	0,42	0,05	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Ethylbenzol</i>	mg/kg	<0,05	0,05	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>m,p-Xylol</i>	mg/kg	0,23	0,05	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>o-Xylol</i>	mg/kg	0,10	0,05	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Cumol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>Styrol</i>	mg/kg	<0,1	0,1	DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
Summe BTX	mg/kg	0,93		DIN ISO 22155 / HLUG, Handb. Altlasten Bd.7, Tl.4
<i>PCB (28)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN ISO 10382 / DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
<i>PCB (52)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN ISO 10382 / DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
<i>PCB (101)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN ISO 10382 / DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
<i>PCB (118)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
<i>PCB (138)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN ISO 10382 / DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
<i>PCB (153)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN ISO 10382 / DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
<i>PCB (180)</i>	mg/kg	<0,01	0,01	DIN ISO 10382 / DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
PCB-Summe	mg/kg	n.b.		DIN ISO 10382 / DIN EN 15308 / DIN 38414-20 (S 20)
PCB-Summe (6 Kongenere)	mg/kg	n.b.		gem. LAGA-Z-Stufen (Summe ohne Faktor)

Eluat

Eluaterstellung					DIN 38414-4 (S 4)
pH-Wert		8,10	0		DIN 38404-5 (C 5)
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	34	10		DIN EN 27888 (C 8)
Chlorid (Cl)	mg/l	<1,0	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO4)	mg/l	<1,0	1		E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Phenolindex	mg/l	<0,01	0,01		DIN EN ISO 14402
Cyanide ges.	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 14403-1
Arsen (As)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei (Pb)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	0,0005		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,005		DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Seite 2 von 3

AG Landshut
HRB 7131
Ust/VAT-Id-Nr.:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes
Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt
für die in der Urkunde
aufgeführten
Prüfverfahren.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 18.11.2015

Kundennr. 27014775

PRÜFBERICHT 1715971 - 681943

Kunden-Probenbezeichnung

BMP 1

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	Methode
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	DIN EN 1483 (E 12-4)
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Atrazin	µg/l	<0,10	0,1	DIN EN ISO 11369 (F 12)
Dimefuron	µg/l	<0,10	0,1	DIN EN ISO 11369 (F 12)
Diuron	µg/l	<0,05	0,05	DIN EN ISO 11369 (F 12)
Flumioxazin	µg/l	<0,10	0,1	DIN EN ISO 11369 (F 12)
Simazin	µg/l	<0,10	0,1	DIN EN ISO 11369 (F 12)
Flazasulfuron	µg/l	<0,10	0,1	DIN EN ISO 11369 (F 12)
AMPA	µg/l	<0,05	0,05	ISO 21458
Glyphosat	µg/l	<0,05	0,05	ISO 21458

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

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

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz

AGROLAB Labor GmbH, Barbara Bruckmoser, Tel. 08765/93996-24

barbara.bruckmoser@agrolab.de

Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 12.11.2015

Ende der Prüfungen: 18.11.2015

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

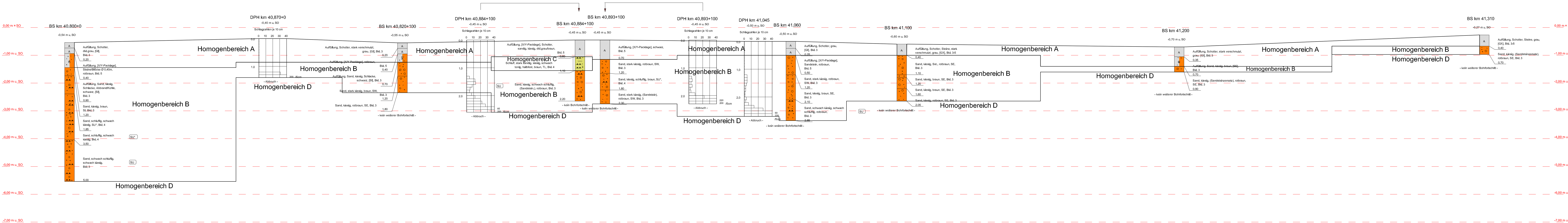


Darstellung der Homogenbereiche
nach DIN 18300
Ingenieurgeologischer Schnitt / Kennwerttabelle /
Kornsummenbänder

(Deckblatt + 8 Blatt)



Ingenieurgeologischer Schnitt
mit Homogenbereichen
M. 1:500/50



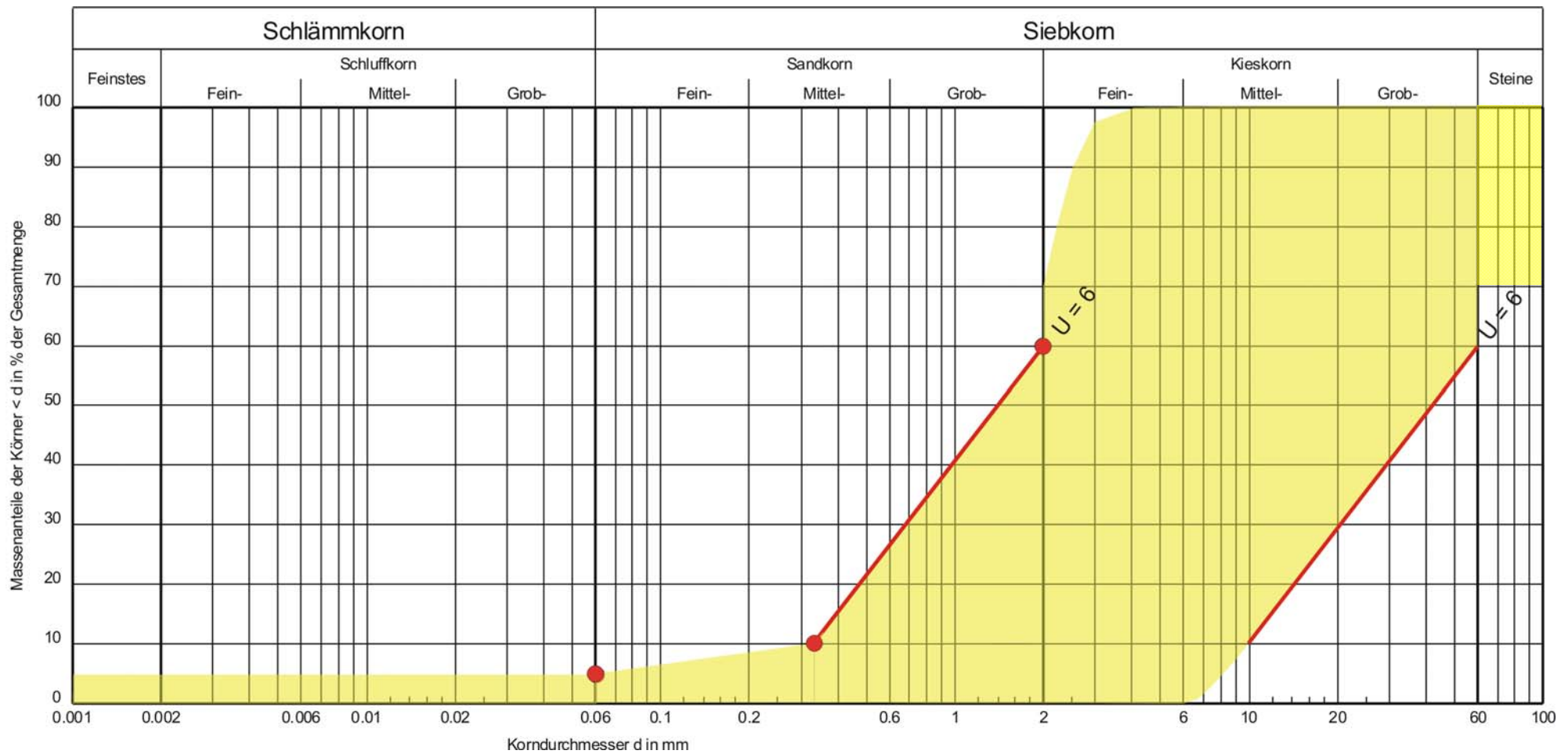
Kennwerttabelle Homogenbereiche

15.514.4 DB Strecke 3280 Homburg-Ludwigshafen
Lärmsanierung Kaiserslautern, km 40.785 bis 41.338

Anlage 8.2

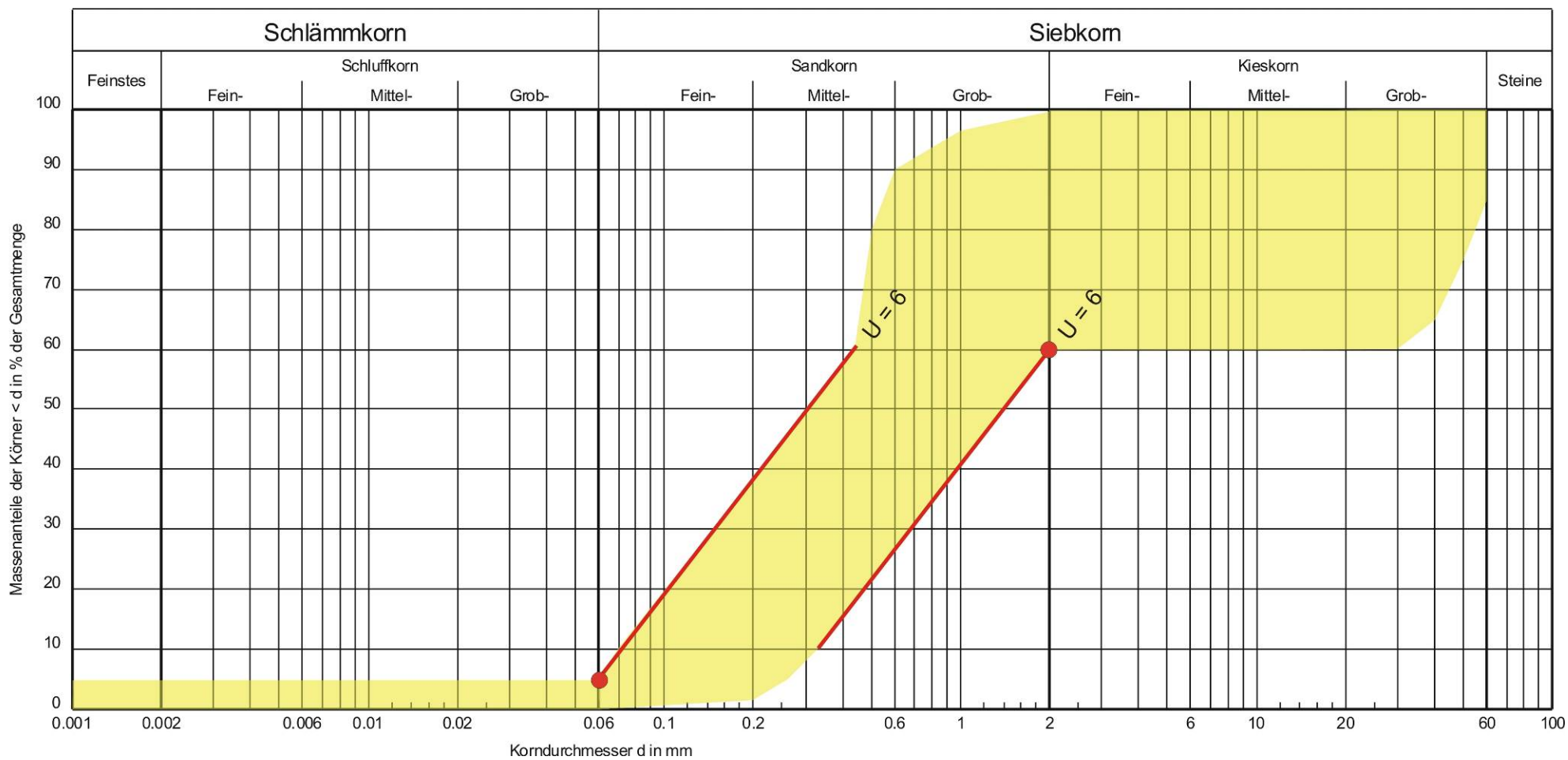
Nr.	Eigenschaften	Kürzel [Einheit]	Homogenbereiche			
			Schicht 1	Schicht 2	Schicht 3	Schicht 4
			A (Auffüllungen)	B (Sande)	C (Schluffe)	D (Festgestein, verwittert) ²⁾
1	Ortsübliche Bezeichnung	-	Sand, Kies, Schotter, Steine, Blöcke	Sand	Schluffe	Sandstein ²⁾
2	Kornverteilungen nach DIN 18123 ¹⁾	-	KSB 1 / 3 / 4	KSB 3 / 4 / 6 / 8	KSB 9	_____
3	Massenanteil Steine, Blöcke, und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	[M-%]	< 5 bis ≥ 30 ([GX], [X/Y])	<5	<5	nicht bestimmbar (> 30)
4	Dichte nach DIN 18125-1 oder DIN 18125-2	[g/cm³]	1,8 - 2,0	1,9 - 2,1	1,9-2,0	> 1,9
5	Undrainierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2	c _u [kN/m²]	0	0, ≤ 5 (SU*)	20-50	nicht bestimmbar
6	Wassergehalt nach DIN 18121-1 (oberhalb GW)	w [%]	8-15	8-15	15-25	nicht bestimmbar
7	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	I _p [%]	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar	10-25	nicht bestimmbar
8	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	I _c [-]	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar	0,5-1,0	nicht bestimmbar
9	Durchlässigkeit nach der Normenreihe DIN 18130	k _f [m/s]	SI, SE, GI, GX, X/Y: 10 ⁻⁵ -10 ⁻³	SE, SI, SW, SU: 10 ⁻⁵ -10 ⁻³ SU*: 10 ⁻⁷ -10 ⁻⁵	<10 ⁻⁷	nicht bestimmbar
10	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	I _D [-]	locker 0,15-0,3	locker-dicht 0,15-1,0	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar (sehr dicht, ≥ 1,0)
11	Organische Bestandteile nach DIN 18128	V _{GL} [%]	<2	<2	<2	<2
12	Abrasivität nach NF P18-579 bzw. NF P94-430-1	-	schwach abrasiv bis abrasiv	schwach abrasiv	nicht abrasiv	schwach abtrassiv bis abrasiv
13	Bodengruppe nach DIN 18196	-	[SI], [SE], [GI], [GX], [X/Y]	SE, SI, SW, SU, SU*	TL	(VZ / GX)

²⁾ nur indirekt aufgeschlossen



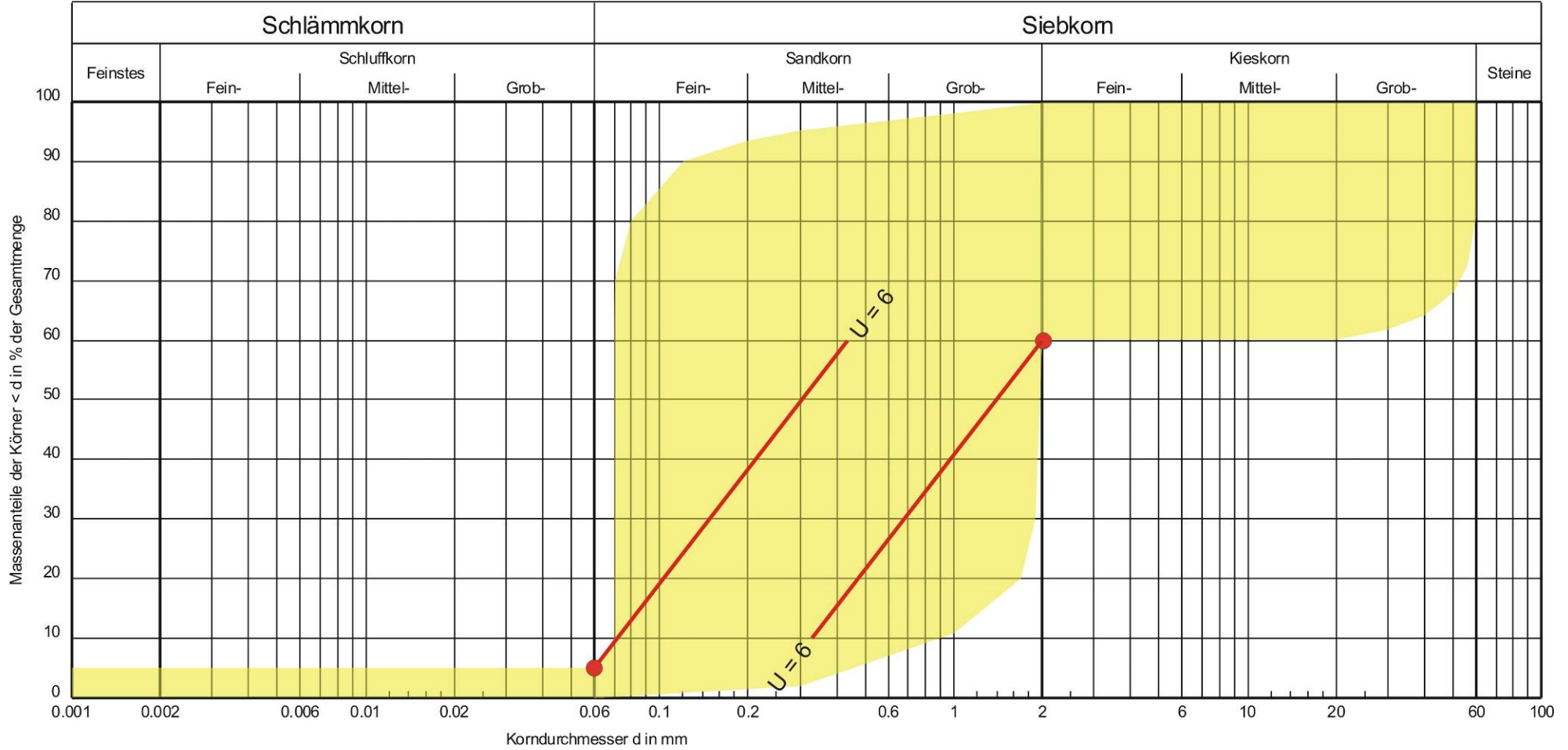
Kornsummenband 1: GI, GX





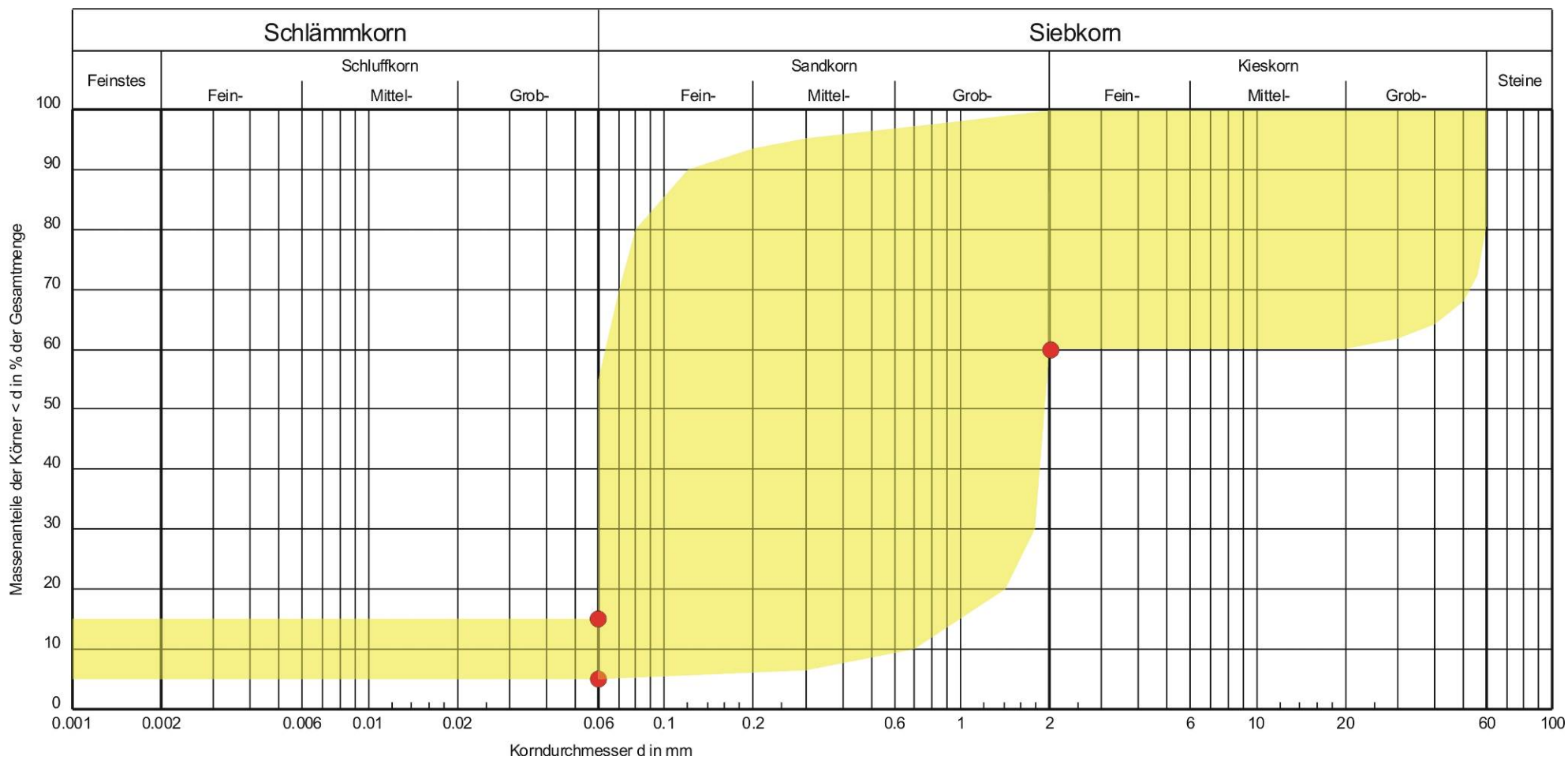
Kornsummenband 3: SW und SI





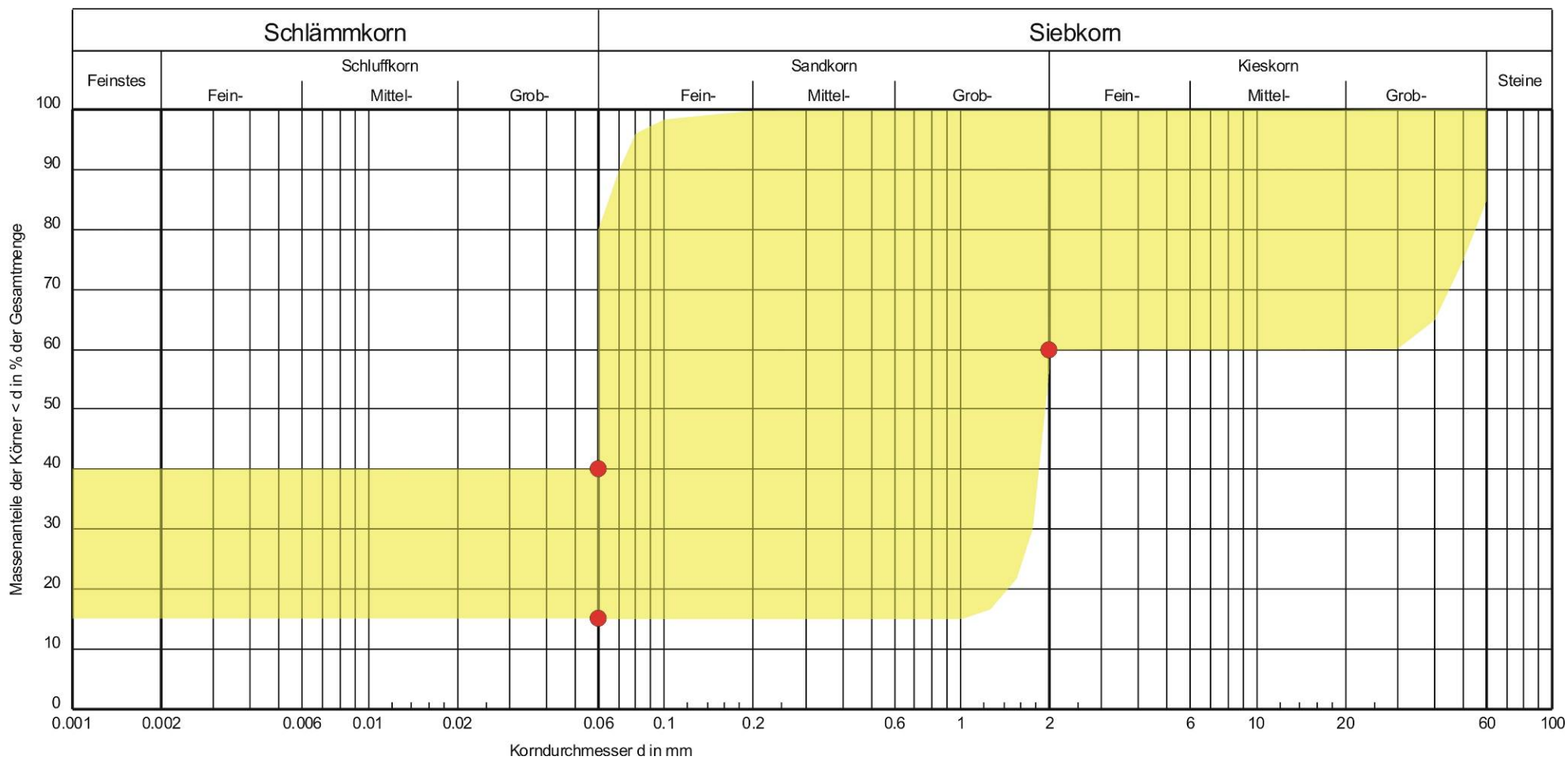
Kornsummenband 4: SE





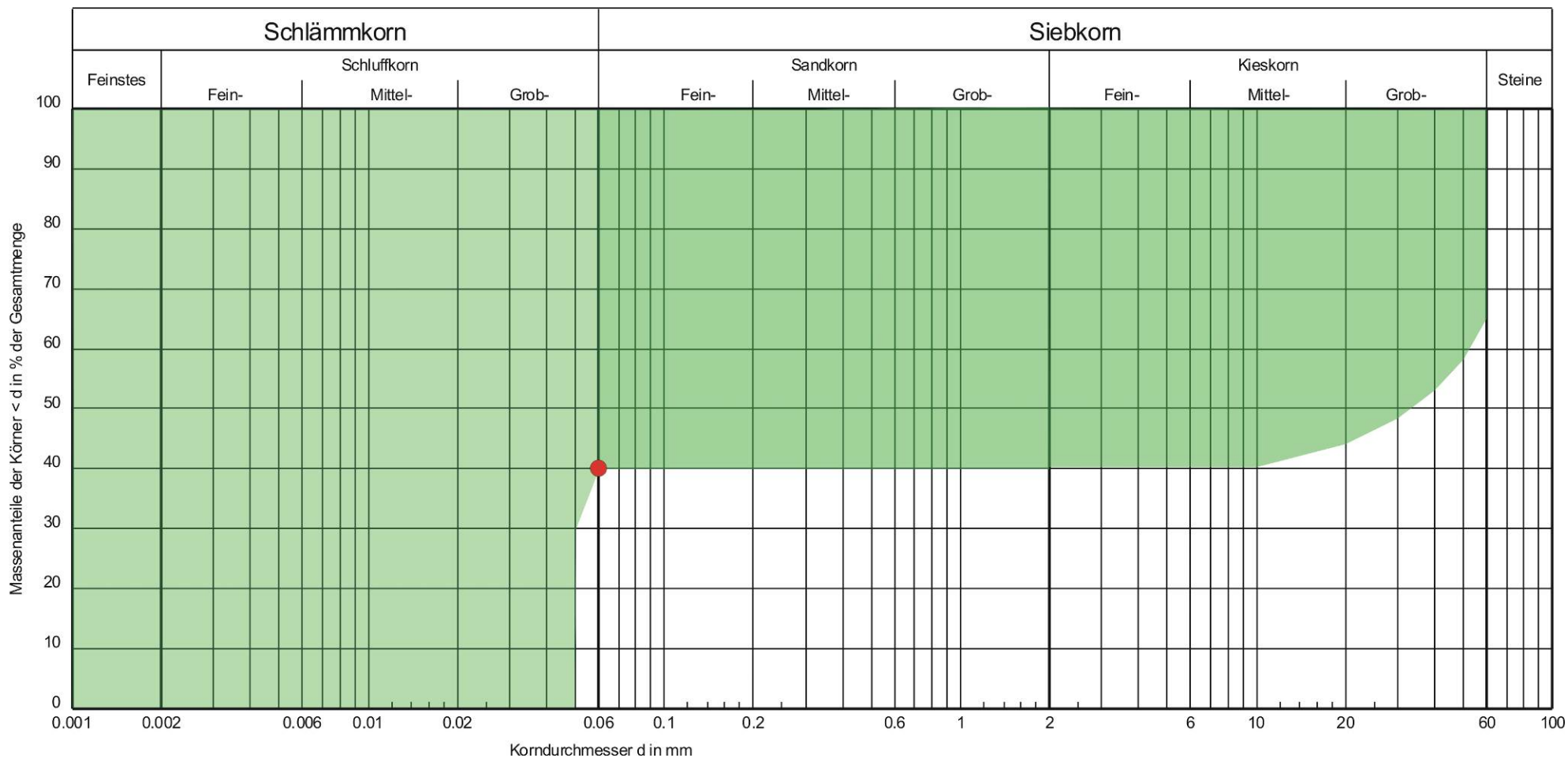
Kornsummenband 6: SU





Kornsummenband 8: SU*





Kornsummenband 9: UL bis TA

