

Wupperverband
Untere Lichtenplatzer Straße 100
42289 Wuppertal
mbr@wupperverband.de
aser@wupperverband.de

2025-12-18
Dipl.-Geol. Matthias Strötges
tel: +49 172 28 88 154
matthias.stroetges@cdmsmith.com

Projekt-Nr. CDM Smith: 276817
(bitte im Schriftverkehr
stets angeben)

Neubau / Erweiterung der Kläranlage Leverkusen-Bürrig

Fachbrief 10: Geotechnische Stellungnahme zur Herstellung der Pendelleitung und der zugehörigen Baustraße

Sehr geehrte Damen und Herren,

gemäß Projektbesprechung vom 19.11.2025 sowie den E-Mails der ARGE Planung vom 20.11.2025 und 21.11.2025 wurde CDM Smith beauftragt, eine geotechnische Stellungnahme inkl. Angabe der Homogenbereiche für den Bau der Pendelleitung und die Herstellung einer Baustraße zur Verlegung der Rohre zu erarbeiten. Dabei soll ausschließlich auf vorhandene Feld- und Laborunterlagen ([U1], [U2], [U3]) zurückgegriffen werden. Der Verlauf der Leitung geht aus [U4] hervor. Der ungefähre Verlauf der geplanten Baustraße geht aus [U5] hervor.

Verwendete Unterlagen

- [U1] CDM Smith SE: „Neubau Kläranlage Leverkusen – Geotechnischer Bericht zur Vorplanung“; Bochum, 23.10.2023
- [U2] CDM Smith SE: „Neubau / Erweiterung Kläranlage Leverkusen-Bürrig, Fachbrief 3 ergänzende Fragen zum Gutachten“; 18.12.2023
- [U3] Halbach + Lange Ingenieurbüro: „KA Leverkusen, Muldenversickerung – Baugrunduntersuchung, Versickerungsversuch“; 06.10.2025, übermittelt per E-Mail vom 20.11.2025
- [U4] ARGE Planung: „Neubau der Kläranlage Leverkusen Bürrig, Genehmigungsplanung, Koordinationsmodell“; Lageplan 1: 250, Stand 27.06.2025, übermittelt per E-Mail vom 21.11.2025
- [U5] ARGE Planung: „Luftbild mit Skizze der Baustraße“; übermittelt per E-Mail vom 21.11.2025

Baumaßnahme

Entlang der westlichen Baufeldgrenze soll vom Hochwasserpumpwerk im Norden bis zum Bestandskanal an der südlichen Baufeldgrenze eine ca. 180 m lange Pendelleitung verlegt werden. Die Lage der Baumaßnahme innerhalb des Baufelds und die dort zur Verfügung stehenden Aufschlüsse gehen aus Anlage 1 hervor. Dieser Kanal DN 2100 bindet ca. 1 m unter künftiger Geländeoberkante (GOK) ein (s. Anlage 2). Die geplante Aushubsohle liegt bei ca. 39,4 mNHN. Die geotechnische Stellungnahme soll ausschließlich die Rohrleitung behandeln, nicht die Anschlusschächte.

Vorbehaltlich detaillierter Angaben zum Rohr ist von einem Leergewicht von ca. 4,5 t/lfdm auszugehen. Die vollständige Füllung mit Wasser wird ca. 3,5 m³/lfdm und somit ca. 3,5 t messen. Ergo werden auf den Baugrund ca. 8 t/lfdm wirken gegenüber ca. 4,9 m³ verdrängter Boden, der bei einem spezifischen Gewicht von 1,9 t/m³ ca. 9,3 t/lfdm wiegt.

Demnach ist davon auszugehen, dass die Pendelleitung auch in vollständig befülltem Zustand weniger wiegt als der verdrängte Boden.

Zur Herstellung der ca. 270 m langen, geplant ca. 4 m bis 5 m breiten Baustraße sind gutachterliche Angaben für den Ober- und Unterbau zu treffen. Diese Baustraße quert eine östlich der Kläranlage vorhandene Senke, die rund 1 m bis 2 m tiefer liegt als die Kläranlage. Hier wurden im Zuge von [U1] Höhen von 40,89 m NHN und 40,95 m NHN aufgenommen.

Der Verlauf der Pendelleitung sowie der Baustraße geht aus Anlage 1 hervor. Hier sind auch die für die gutachterliche Stellungnahme verwendeten Aufschlüsse eingetragen.

Abbildung 1: Lageskizze der Pendelleitung und der andienenden Baustraße (blau)



Geologie

Im Untersuchungsgebiet stehen unterhalb des humosen Oberbodens und örtlicher Auffüllungen die bindigen Böden des Holozäns an (Hochflutlehm, Auenlehm). Zur Tiefe schließen die pleistozänen Terrassensedimente an, die hier meist als sandiger Kies und kiesiger Sand ausgebildet sind. Auch grobe Gerölle und Blockgerölle können hier vorkommen.

Die quartären Lockergesteinssedimente werden vom devonischen Festgestein unterlagert, welches aufgrund der Tiefenlage für die Verlegung der Pendelleitung und die Herstellung der Baustraße irrelevant ist.

Hydrogeologie und Bemessungswasserstand

Hydrogeologisch ist im Lockergestein ein Porengrundwasserleiter ausgebildet, der insbesondere in den Terrassensedimenten eine hohe Durchlässigkeit aufweist und damit bei einer Grundwasserhaltung hohe Ergiebigkeit aufweist.

Der Grundwasserstand schwankt im Projektgebiet zwischen 33,5 mNHN und 41,0 mNHN. Für den Bauzustand wurde bei zeitrelevanten Bautätigkeiten ein Bemessungswasserstand

$GW_{\text{Bau}} = 41,00$ mNHN empfohlen. Kleinere und ggfs. zeitlich etwas verschiebbare Einzelmaßnahmen können mit einem Bauwasserstand $GW_{\text{Bau}} = 39,00$ mNHN ausgeführt werden. Dieser kann in Perioden mit starken Niederschlägen oder Flusshochwasser temporär überschritten werden und dann zu einer Bauunterbrechung führen.

Für den Betriebszustand wird für die Bemessung der Bauwerksabdichtung ein Höchstgrundwasserstand GW_{max} entsprechend der Geländeoberkante empfohlen. Auftrieb ist im Betriebszustand auch bei Annahme eines geleerten Rohres nicht anzusetzen, da das Rohrgewicht von ca. 4,5 t/lfdm mit dem verdrängten Bodenvolumen von 4,9 m³/lfdm (entspricht 4,9 t Wasser) nahezu identisch ist.

Bodenkennwerte und -eigenschaften (aus [U1])

Die Bodenkennwerte und Bodeneigenschaften der für eine offene Verlegung relevanten Baugrundsichten sind im Folgenden aufgelistet.

Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte der Baugrundsichten

BGS Nr.	Geologische Bezeichnung	Lagerungsdichte Konsistenz	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	k [m/s]
1	Humoser Oberboden	locker bis mitteldicht						
2 2A	Auffüllung <i>grob- und gemischtkörnig</i>	locker bis mitteldicht	18 bis 21	9 bis 12	30 bis 35	0 bis 2	15 bis 60	5×10^{-3} bis 1×10^{-6}
2B	<i>feinkörnig</i>	weich bis steif	18 bis 20	9 bis 11	22,5 bis 27,5	2,5 bis 10	4 bis 14	1×10^{-6} bis 1×10^{-9}
3	Hochflutlehm <i>feinkörnig</i>	weich bis steif	18 bis 20	9 bis 11	25 bis 27,5	2,5 bis 15	4 bis 15	1×10^{-6} bis 1×10^{-9}
4	Kies und Sand Rheinterrasse <i>grob- und gemischtkörnig</i>	mitteldicht	19 bis 21	9,5 bis 12	32,5 bis 37,5	0 bis 2,5	40 bis 150	1×10^{-2} bis 1×10^{-5}

(...) Klammerwerte: untergeordnet

Die im Projektgebiet erbohrten Böden sind den in nachfolgender Tabelle angegebenen Boden-
gruppen nach DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB zuzuordnen.

Tabelle 2: Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen der Baugrundsichten

BGS	Bezeichnung	Bodengruppe	Frostempfindlichkeitsklasse
1	Oberboden	OH	
2A	Auffüllung, grob- und gemischtkörnig	[GU, GU*, GT, GT*] ([SE, SU, SU*])	F2 (F1)
2B	Auffüllung, feinkörnig	[TL, TM, UL, UM, OU, OT]	F3
3	Hochflutlehm, feinkörnig	UL, UM, (TL), (TM), OT	F3
4	Terrassensedimente, grob- und gemischtkörnig	GW, GU, GT, SW, SU, ST	F1 (F2)

(...) untergeordnet, lokal bzw. auf einzelne Lagen begrenzt

Homogenbereiche (aus [U2])

Es ist davon auszugehen, dass die Pendelleitung in offener Bauweise verlegt wird. Für die Erstellung der Leitung und der Baustraße ist damit das Bauverfahren *Erdbau* relevant. Daher werden die relevanten Baugrundsichten diesbezüglich Homogenbereichen zugeordnet.

Tabelle 3: Zuordnung der Baugrundsichten (BGS) zu Homogenbereichen

Baugrundsicht	Bezeichnung	Homogenbereich gemäß DIN 18300
BGS 1	Oberboden	
BGS 2	Auffüllungen	Erd-A
BGS 3	Hochflutlehm	Erd-B
BGS 4	Kiessand	Erd-C

Die Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche Erd-A bis Erd-C für das Gewerk Erdarbeiten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4: Einteilung der Homogenbereiche für Erdarbeiten

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich Erdarbeiten		
	Erd A	Erd B	Erd C
Baugrundschrift [-]	BGS 2	BGS 3	BGS 4
Bezeichnung [-]	Auffüllungen	Hochflutlehm	Kiessand
Bodengruppe [-]	[GU, GW, SU, SW] ([SE, SU*, GU*, UL])	UL, UM, (TL), (TM), (OT)	SU, SE, SU*, GI, (GW), (GE), (SW), (SI)
Stein- und Blockanteile [%] -Steine -Blöcke -große Blöcke	≤ 15 ≤ 10 ≤ 5	≤ 10 ≤ 5 ≤ 5	≤ 10 ≤ 5 ≤ 5
Korngrößenverteilung [-]	grob- bis gemischt- körnig, untergeordnet feinkörnig	fein- bis gemischt- körnig	grob- bis gemischtkörnig
Dichte ρ [g/cm ³]	1,8 – 2,1	1,8 – 2,0	1,8 – 2,2
Undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²] ⁽²⁾	0 – 80	60 – 200	0 - 120
Wassergehalt w [%]	5 - 45	5 - 35	0 - 30
Konsistenzzahl I_c [-] ⁽¹⁾	--	0,5 – 1,25	--
Plastizitätszahl I_P [%] ⁽¹⁾	--	10 – 40	--
Bez. Lagerungsdichte ⁽²⁾	0 – 65	--	15 - 85
Organischer Anteil [%]	< 5	< 10	< 5
Chemische Einstufung	BM-F1	BM-0*	BM-0*

⁽¹⁾: gilt nur für die bindigen Anteile der jeweiligen Baugrundschrift

⁽²⁾: gilt nur für die nichtbindigen Anteile der jeweiligen Baugrundschrift

--: nicht bestimmt (...) untergeordnet, lokal bzw. auf einzelne Lagen begrenzt

Allgemeine Randbedingungen für Erd- und Gründungsarbeiten

- Der humose Oberboden (BGS 1) ist nicht zum Lastabtrag geeignet. Er ist abzutragen, sachgerecht aufzumieten und nach Fertigstellung der Baumaßnahme bedarfsweise wieder als Oberboden auszubringen.

- Die inhomogen aus umgelagerten natürlich gewachsenen Böden und Fremdstoffen zusammengesetzten Auffüllungen (BGS 2) sind kleinräumig unterschiedlich sowie teils gering tragfähig.
- Die BGS 2A ist nach einer Nachverdichtung für geringe und mittlere Bauwerkslasten geeignet.
- Ohne Baugrundverbesserungs- bzw. Homogenisierungsmaßnahmen sind die Auffüllungen der BGS 2B für eine direkte Gründung von Verkehrswegen i.d.R. nicht geeignet. Zur Vergleichmäßigung und Reduzierung von Setzungen kann eine Baugrundverbesserung z.B. durch Bodenaustausch bzw. die Herstellung von Polsterschichten zur Ausführung kommen.
- Die unter der BGS 2 anstehenden quartären Hochflutlehme (BGS 3) wurden in den Baugrunduntersuchungen als tonige, teilweise (stark) sandige, schwach feinkiesige Schluffe erkundet. In den Laborversuchen werden sie als leicht bis mittel plastische Tone beschrieben. Dementsprechend ist die BGS 3 aufgrund der hohen Empfindlichkeit gegenüber Grundwasserschwankungen als stark setzungsempfindlicher Baugrund zu beurteilen. Die o.g. Hinweise zu Gründungen innerhalb der BGS 2B sind auf die BGS 3 direkt übertragbar.
- Unterhalb der Hochflutlehme der BGS 3 wurden die Sande und Kiese der Rheinterrasse (BGS 4) erkundet. Im Allgemeinen sind diese Böden als gut tragfähig einzustufen. Die hohen Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen vor allem in den Kiesen der Rheinterrasse weisen ebenfalls auf eine gute Tragfähigkeit hin.
- Der Grundwasserstand schwankt im Projektgebiet jahreszeitlich und witterungsbedingt zwischen 33,5 mNHN und 41,0 mNHN. Soweit ggfs. einige Wochen Aufschub zulässig sind, wird ein Bauwasserstand von 39 m NHN empfohlen.
- In aufgefüllten Böden können Hohlräume (z.B. Leitungen, Kabelkanäle) sowie Bauwerksreste nicht ausgeschlossen werden.
- Die Auffüllungen (BGS 2) sowie die quartären Hochflutablagerungen (BGS 3) sind zum Wiedereinbau meist nur bedingt geeignet. Hier sind baubegleitend die bautechnische und umwelttechnische Eignung zu beurteilen.

Baugruben und Gräben

Für die Herstellung geböschter Baugruben sind grundsätzlich die Forderungen, Empfehlungen und Hinweise der DIN 4124 zu beachten, ungeachtet dessen, ob sie im Folgenden spezifiziert werden oder nicht.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen lassen die Baugrundverhältnisse die Ausführung von geböschten Baugruben zu. Nicht durch Lasten beeinflusste Böschungen bis 5,0 m Höhe können oberhalb des Grundwasserspiegels in den anstehenden Baugrundsichten (BGS 1, BGS 2A, BGS 4) grundsätzlich unter 45 Grad und im Bereich bindiger Böden (BGS 2B und BGS 3) von mindestens steifer Konsistenz unter 60 Grad ohne besonderen Nachweis hergestellt werden.

Die Baugrubenböschungen sind vor Durchfeuchtung, Erosion und Frost zu schützen.
Als Witterungs-/ Erosionsschutz wird eine Abdeckung der Böschungen mit Folie empfohlen.

Bei mit Auflasten beanspruchten Böschungen und/oder bei Grundwasser oberhalb der Sohle ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen.

Sollte ein verbauter Graben zum Einsatz kommen, kann hier auf Normelemente des Kanalbaus zurückgegriffen werden. Auch hier ist eine sorgfältige Ausführung gemäß DIN 4124 zu beachten, u.a. eine kraftschlüssige Hinterfüllung.

Gemäß DIN EN 1610 ist die Grabenbreite mindestens OD plus 1,0 m zu wählen, bei einem angenommenen Rohraußendurchmesser OD von 2,5 m (2,1 m Nennweite + 2 x 0,2 m Wandstärke) resultieren hier 3,5 m Grabenbreite.

Gründung der Pendelleitung

Für die Herstellung der Pendelleitung ist die DIN EN 1610: 2015-12 anzuwenden.

Empfohlen wird der Bettungstyp 1 mit einer 0,3 m dicken Unteren Bettungsschicht aus steinfreiem Sand o.ä. zwischen Aushubsohle und UK Rohr.

Für den Aushub sollte ein glatte Baggerschaufel eingesetzt werden, um das Planum nicht unnötig aufzulockern.

Nach Grabenaushub bis zur gewünschten Tiefe ist das offenstehende Planum von der geotechnischen Fachbauleitung abzunehmen. Soweit in der Sohle nicht tragfähige Böden (organisches Material, aufgeweichter Lehm, o.ä.) ansteht, ist ein entsprechender Mehraushub zu planen und auszuführen.

Anschließend ist die Sohle nachzuverdichten und die Untere Bettungsschicht einzubauen und zu verdichten. Da in der Grabensohle voraussichtlich mind. teilweise bindige, wasserempfindliche und frostempfindliche Böden anstehen, sollte nach Erreichen der Aushubsohle unverzüglich die Bettungsschicht eingebaut werden, um ein Aufweichen zu vermeiden.

Nach Verlegen des Rohrs ist die gesamte Leitungszone sorgfältig zu verdichten. Anschließend ist der Leitungsgraben zu verfüllen. Die Anforderungen an den Verdichtungsgrad der Leitungszone richten sich nach der geplanten Nutzung der späteren Oberfläche. Mindestens abschnittsweise wird vermutlich eine befestigte Zuwegung für spätere Revisions- und Inspektionstätigkeiten oder für die Erreichbarkeit während des Baubetriebs (Baustraße) aufgebaut. Dann sollten die für die Baustraße (s.u.) formulierten Vorgaben (mindestens) auch hier erfüllt sein.

Bei der Verfüllung des Kanalgrabens ist besonderes Augenmerk darauf zu richten, die beim Ziehen des Verbaus entstehenden Hohlräume vollständig zu verfüllen und auch hier eine Verdichtung zu erzielen.

Der Grad der Verdichtung muss mit den Angaben in der statischen Berechnung der Rohrleitung übereinstimmen. Die Obere Bettungsschicht ist sorgfältig einzubauen, um sicherzustellen, dass die Zwickel unter dem Rohr mit verdichtetem Material verfüllt sind. Unmittelbar oberhalb des Rohrs ist bei der Verdichtung mit entsprechender Sorgfalt vorzugehen. Genauer beschreibt die DIN EN 1610.

Grundsätzlich sind die erzielten Verdichtungsgrade im Zuge der Eigenüberwachung (EÜ) in geeigneter Form nachzuweisen und im Zuge der Fremdüberwachung durch die geotechnische Fachbauleitung des Auftraggebers zu überprüfen.

Herstellen der Baustraßen

Für die Baustraßen wird überwiegend eine Dammschüttung erforderlich, um die zu querende Senke zu überbrücken. Dazu ist zunächst der humose Oberboden abzutragen und seitwärtig sachgerecht auf Mieten zu lagern.

Auf dem Planum (Untergrund) ist eine Tragfähigkeit von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ sicherzustellen. Organische oder aufgeweichte bindige Böden sind ggfs. auszutauschen. Dies ist durch die Fachbauleitung zusammen mit der Auftraggeberin und der ausführenden Firma festzulegen.

Nach unserer vorläufigen Einschätzung kann als Baugrundverbesserung über gering tragfähigen Böden z.B. ein zusätzlicher Bodenaustausch mit einer mittleren Dicke von etwa 30 cm vorgesehen werden. Als Austauschmaterial sollten nichtbindige, gut verdichtbare, frostsichere Kiese und Sande (SW, GW, SI, GI) verwendet werden. Alternativ ist auch eine Konditionierung der anstehenden Böden mit Kalk oder Mischbinder grundsätzlich denkbar.

Anschließend sind lagenweise ($d \leq 0,3 \text{ m}$) Trag- und Frostschutzschichten bis zum Erreichen der Planhöhe der Baustraße aufzubringen und zu verdichten. Mindestens ab 1,0 m unter finaler Straßenoberfläche sollte eine Proctordichte von $D_{Pr} = 100\%$ nachgewiesen werden.

Auf die bewegungsempfindlichen Böden in der Aushubsohle ist ausdrücklich hinzuweisen. Daher sind die Erdarbeiten im Bereich der Bausohlen sehr sorgfältig auszuführen, um Aufweichungen in den bindigen Sohlbereichen während des Bodeneinbaus bzw. der Verdichtung zu vermeiden. Über bindigen Böden sind die 1. und 2. Lage eines Bodenaustausches bzw. der Dammschüttung lediglich mittels mehrfacher statischer Übergänge (ohne Vibration) zu verdichten. Anfallendes Wasser ist möglichst umgehend einem seitwärtigen Pumpensumpf zuzuführen. Zur Verhinderung von Ausschlammungen empfiehlt es sich, zwischen Bodenaustausch und bindigem Untergrund ein Geotextil aufzubringen.

Folgende Bedingungen sind bei einem Bodenaustausch oder bei der Dammschüttung einzuhalten:

- Kornabstufung zur Untergrundverbesserung 0/45 bis 0/56 mm, Kiesfilter ca. 16/32 mm
- lagenweiser Einbau ($d_{\max} = 0,3 \text{ m}$)

- Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$
- Einsatz von mindestens mittelschwerem Verdichtungsgerät bei mindestens 4 bis 6 Übergängen, im Einflussbereich unterlagernder bindiger Böden ohne Vibration
- Überprüfung der erzielten Verdichtung (EÜ, FBL)

Abschließende Bemerkungen

Soweit Bodenaushub anfällt, sind voraussichtlich „frische“ chemische Analysen erforderlich, um das Material bezüglich einer Entsorgung (Verwertung bzw. Beseitigung) zu klassifizieren.

Ab einer temporären Nutzung von $> 3.000 \text{ m}^2$ ist eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) erforderlich, die bereits in der Planungsphase einzubinden ist.

Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

CDM Smith SE

i. V.


Dipl.-Geol. Matthias Strötges

i. A.


Dipl.-Ing. Barbara Brun

Anlagen

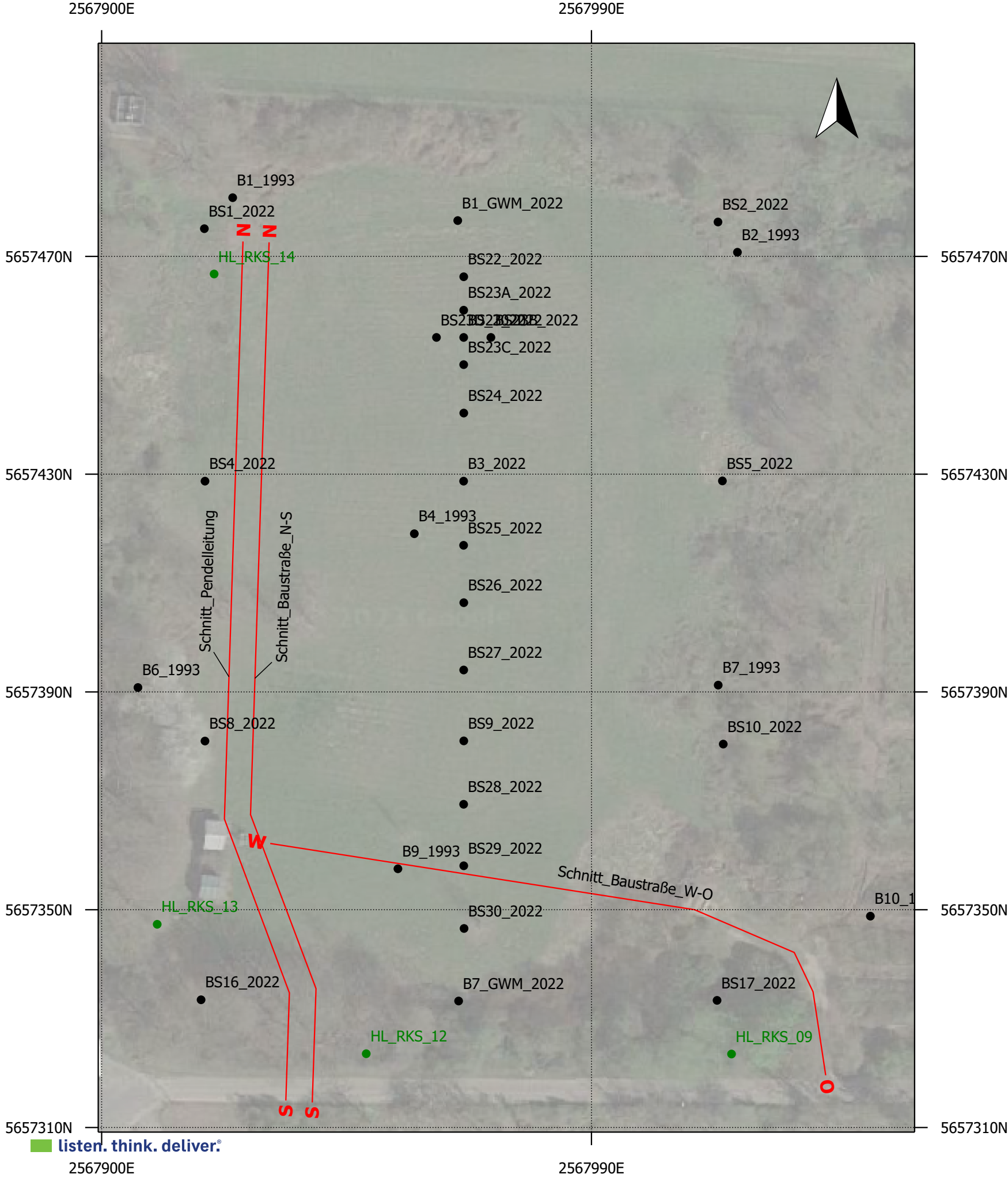
Anlage 1: Lageplan mit Aufschlussstellen und Schnittverlauf

Anlage 2: Baugrundschnitt N-S der Pendelleitung

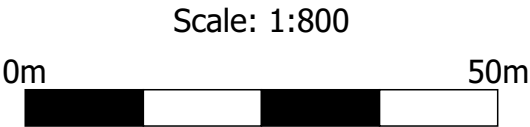
Anlage 3: Baugrundschnitt N-S der Baustraße

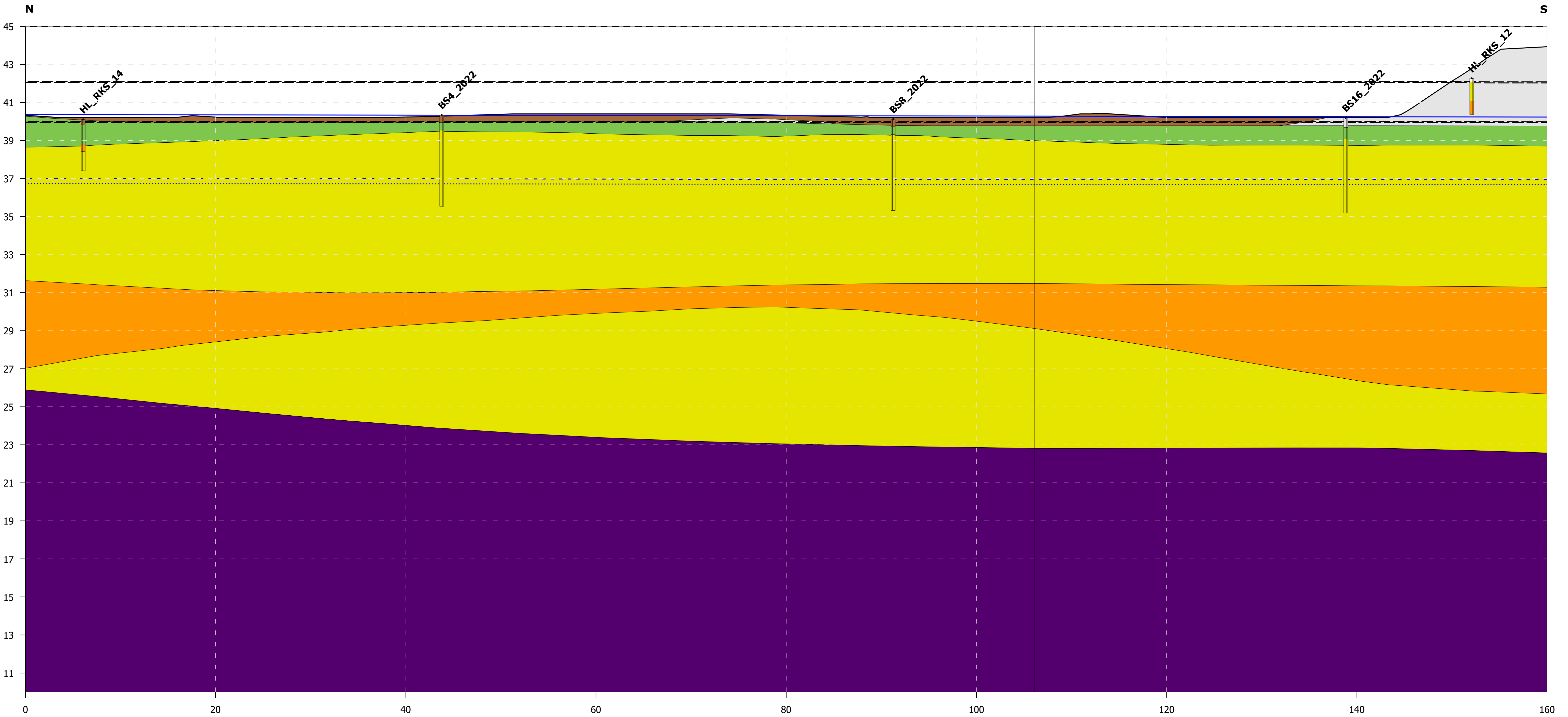
Anlage 4: Baugrundschnitt W-O der Baustraße

Lageplan Pendelleitung



- Legende**
- Schnitt_Pendelleitung
 - Schnitt_Baustraße_N-S
 - Schnitt_Baustraße_W-O



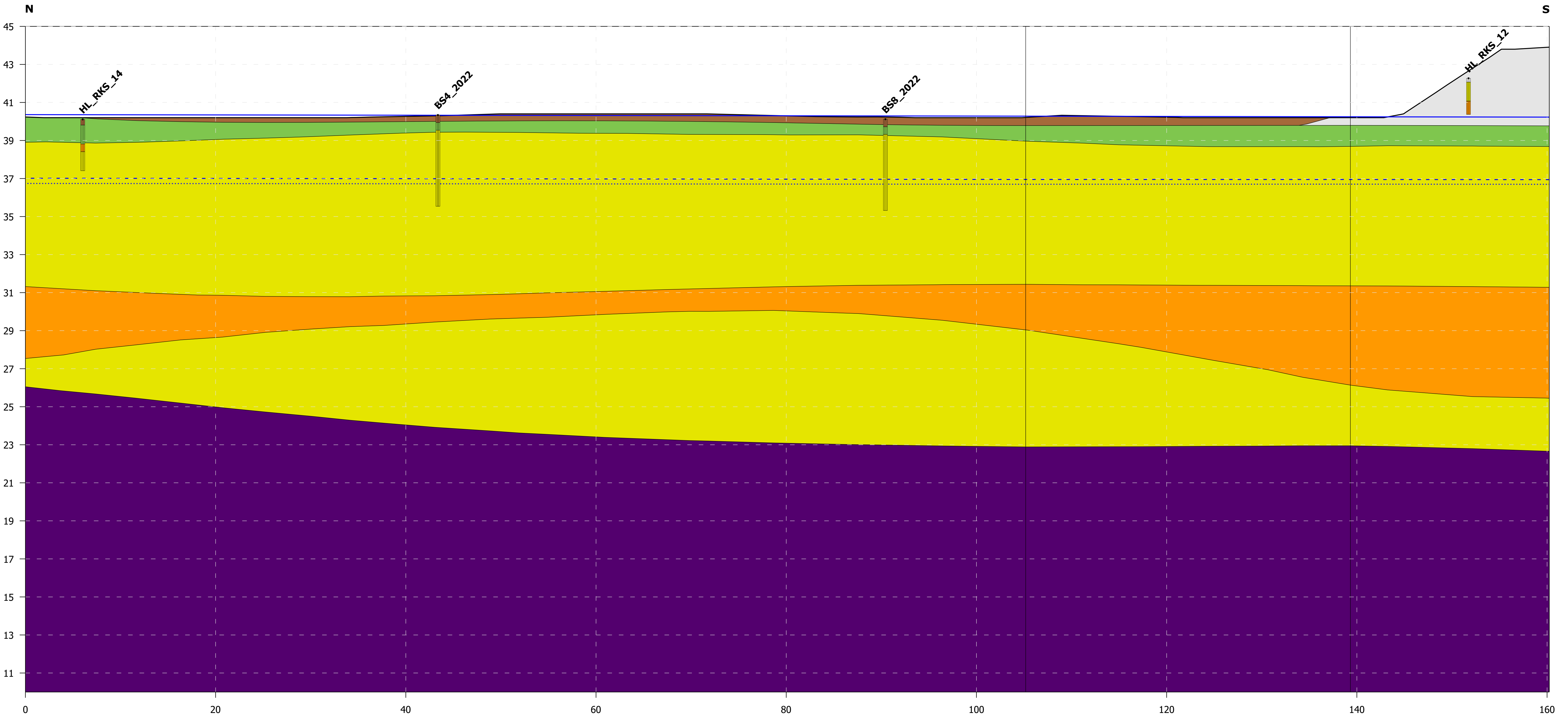


Legende

- Mutterboden
- Auffüllung
- Kies
- Sand
- Schluff
- Tonstein
- Pendelleitung
- GW_max (Stand: 03.04.2025)
- GW_mid (Stand: 03.04.2025)
- GW_min (Stand: 03.04.2025)

Scale: 1:200
Vertical exaggeration: 2x



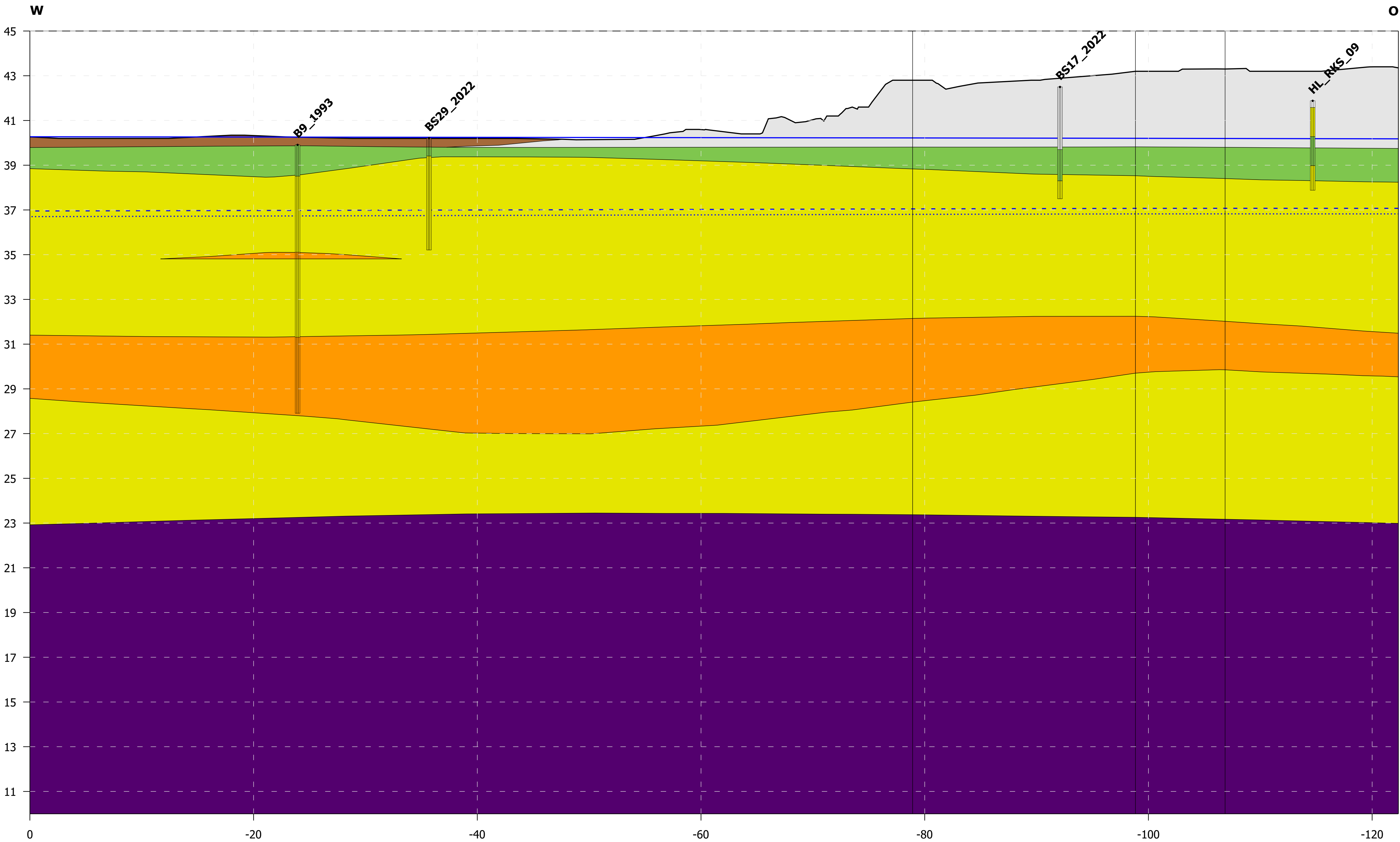


Legende

- Mutterboden
- Auffüllung
- Kies
- Sand
- Schluff
- Tonstein
- GW_max (Stand: 03.04.2025)
- GW_mid (Stand: 03.04.2025)
- GW_min (Stand: 03.04.2025)

Scale: 1:200
Vertical exaggeration: 2x

0m 50m



Legende

- Mutterboden
- Auffüllung
- Kies
- Sand
- Schluff
- Tonstein
- GW_max (Stand: 03.04.2025)
- GW_mid (Stand: 03.04.2025)
- GW_min (Stand: 03.04.2025)

Scale: 1:200
Vertical exaggeration: 2x
0m 50m