



Ingenieurgesellschaft
von Lieberman
» Bauen und Umwelt «

Geotechnischer Bericht

**ZIP 2 – Münster - Westbevern;
Baugrund, Bausubstanz, Schadstoffe**

28 Seiten, 10 Anlagen

Auftraggeber:

DB Station & Service AG

Regionalbereich West
I.SF-W
Willi-Becker-Allee 11
40227 Düsseldorf

Verfasser:

von Lieberman GmbH

Ruhrstraße 57
22761 Hamburg
Tel.: 040 / 500 993-0
Fax: 040 / 500 993-33

Projektbearbeitung:

Dr. U. Knieß, Dipl.-Geol.
Dipl.-Ing. G. Moser
D. Fischer, B. Sc.
Dr.-Ing. T. Albers

Projektnummer:

15308-19

Bestellung:

0011 / MXC / 27374757

Rahmenvertragsnummer:

1000 / EBO / 92252127

Hamburg, 02.03.2018

Wissenschaftlicher Beirat:
Prof. Dr.-Ing. N. v. Lieberman
RA Dr. rer.-pol. N. Küper
Dipl.-Ing. P. Köpcke
Oberbaurat a.D.

von Lieberman GmbH
Ruhrstraße 57, D-22761 Hamburg
Telefon: +49 (0) 40 – 500 993 – 0
Telefax: +49 (0) 40 – 500 993 – 33
E-Mail: info@vonlieberman.de
Internet: www.vonlieberman.de

Gesch. Gesell.: Arndt von Lieberman

ö.b.u.v. Asbestsachverständige

HIK Nr. 332

ATV-DVWK, BVB, DGG, GDCh, HTG,
ITVA, VBI, VDEI, VDI, AHO



Bankverbindung:

Hamburger Sparkasse

IBAN: DE97200505501221126145

BIC: HASPDE33XXX

Amtsgericht HH HRB 79210

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung</i>	5
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	5
1.2	Verwendete Planungsunterlagen	5
1.3	Baugelände und mögliche Baumaßnahme	6
2	<i>Geotechnische Untersuchungen</i>	7
2.1	Regionale Geologie	7
2.2	Baugrund- und Schadstofferkundung	7
2.3	Probenahme - Laboruntersuchungen	8
3	<i>Baugrundverhältnisse</i>	11
3.1	Schichtenfolge	11
3.2	Charakteristische Bodenkennwerte	12
3.3	Grund- bzw. Stauwasserstände	15
3.3.1	Durchlässigkeit der anstehenden Baugrundsichten	16
3.3.2	Versickerungsmöglichkeiten in den Untergrund	16
4	<i>Gründungsbeurteilung</i>	18
4.1	Bahnsteigkanten	18
4.2	Aufzugsanlagen	20
5	<i>Hinweise zur Bauausführung</i>	22
5.1	Hinweise zu Erd-, Gründungs- und Verdichtungsarbeiten	22
5.2	Hinweise zur Verbautechnik und Wasserhaltung während der Bauzeit	23
6	<i>Umweltgeologische Untersuchungen</i>	25
6.1	Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen	25
6.1.1	Zuordnung zu Abfallschlüsseln bzw. Einstufung nach Gefährlichkeit	25
6.2	Ergebnisse der Bauschadstoffuntersuchungen	26
7	<i>Schlussbemerkung</i>	27

Anlagenverzeichnis

Anlage 1

Übersichtsplan (Maßstab 1:3.000)

Anlage 2

**Lageplan der Aufschlusspunkte inkl. Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
(Maßstab der Höhen der Bohrprofile 1:100)**

Anlage 3

Schichtenverzeichnisse - Feldprotokolle

Anlage 4

Prüfbericht B 5597 der AMM-GmbH

Anlage 5

Grundbruch- und Setzungsberechnungen der von Lieberman GmbH

Anlage 6

Einwertung der umweltgeologischen Untersuchungen

Anlage 7

Einwertung der Analyse der Beton- und Stahlaggressivität

Anlage 8

Prüfbericht-NR. 18121711 der Dr. Döring Laboratorien GmbH

Anlage 9

Fotodokumentation

Anlage 10

Angaben zu Homogenbereichen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Sondierungen.....	8
Tabelle 2: Zusammenstellung der Bodenproben und Entnahmebereiche zur bodenmechanischen Laboruntersuchung.....	9
Tabelle 3: Zusammenstellung der Mischproben und Entnahmebereiche der Einzelproben zur Analytik gem. LAGA (M20, Fassung 2004) bzw. zur Analyse auf die Beton- und Stahlaggressivität.....	9
Tabelle 4: Entnahmebereiche der Einzelproben zur Analytik gem. Parameterumfang.....	10
Tabelle 5: Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen.....	11
Tabelle 6: Erkundete Baugrundsichten.....	12
Tabelle 7: Ansatzwerte für erdstatische Berechnungen / charakteristische Bodenkennwerte	13
Tabelle 8: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden.....	15
Tabelle 9: Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130, T1.....	16
Tabelle 10: Bahnsteigkanten: Annahmen für die Grundbruch- und Setzungsberechnung	19
Tabelle 11: Bahnsteigkanten: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnung (Bahnsteig 1).....	19
Tabelle 12: Bahnsteigkanten: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnung (Bahnsteig 2).....	19
Tabelle 13: Aufzugsanlagen: Annahmen für die Grundbruch- und Setzungsberechnung	20
Tabelle 14: Aufzugsanlagen: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnung	20
Tabelle 16: Zuordnung von Verdichtungsgrad und Verformungsmodul EV2 bzw. EVd (nach ZTVE-StB 94, ZTVT-StB 95, Bundesbahnrichtlinie A2015).....	22
Tabelle 17: Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach Laga M20 TR Boden.....	25
Tabelle 19: Einordnung der Beton- und Stahlaggressivität des Bodenmaterials der MP 3	26
Tabelle 20: Darstellung des Analyseumfangs und der Ergebnisse der Bauschadstoffuntersuchungen	26

1 Einleitung

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die DB Station & Service AG, Regionalbereich West, I.SF-W, Willi-Becker-Alle 11 in 40227 Düsseldorf (AG), plant in Zusammenarbeit mit Schüßler-Plan GmbH (PL) im Rahmen der ZIP 2 Projekte die barrierefreie Zuwegung zu Bahnsteig 1 und der Personenunterführung und eine Erhöhung und Verbreiterung der beiden Bahnsteige in Münster - Westbevern.

Die Lage des Untersuchungsgebiets ist Anlage 1 zu entnehmen.

Die von Lieberman GmbH wurde auf Grundlage des Rahmenvertrages 1000 / EBO / 92252127 Ende November 2017 vom AG mit der Erstellung eines geotechnischen Berichtes inklusive vertiefender Baugrunduntersuchungen beauftragt. Dies umfasst im Wesentlichen folgende Punkte:

- Grundlagenermittlung und Erkundungskonzept
- Beschreibung und Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- Gründungsempfehlungen zu allen geplanten Bauwerken
- Bewertung der Schadstoffe im Boden und rückzubauender Bausubstanz hinsichtlich Entsorgung, Umweltschutz und Arbeitsschutz

1.2 Verwendete Planungsunterlagen

Neben den gegenwärtigen gültigen Normen, Richtlinien und Vorschriften für Erd- und Grundbau standen der von Lieberman GmbH für die Ausarbeitung des geotechnischen Berichts folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] *Erkundungs- und Sondierungskonzeptpläne der von Lieberman GmbH*
- [U2] *Fotodokumentation der von Lieberman GmbH*
- [U3] *umfassende Leitungspläne in unterschiedlichen Maßstäben*
- [U4] *Bohr- und Rammprofile und Schichtenverzeichnisse der Geländearbeiten der von Lieberman GmbH*
- [U5] *Prüfbericht Nr. 18121711 der Dr. Döring Laboratorien GmbH, Haferwende 12 in 28357 Bremen*
- [U6] *Handbuch EC 7-1: Handbuch Eurocode 7 . Geotechnische Bemessung, Band 1 Allgemeine Regeln. 1. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2011.*
- [U7] *Handbuch EC 7-2: Handbuch Eurocode 7 . Geotechnische Bemessung, Band 2 Erkundung und Untersuchung. 1. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2011.*
- [U8] *GGU-Footing Software Berechnung von Flachgründungen*

- [U9] *Typzulassung, Regeleinbau und Produktbeschreibungen Bahnsteigkonstruktionen für Eisenbahnen der RAILBETON HAAS KG*
- [U10] *DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 04/2005*
- [U11] *Prüfbericht Nr. B 5597 der AMM-GmbH, Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß*

Planänderungen oder neuere Erkenntnisse können Einfluss auf unsere Bewertung haben.

1.3 Baugelände und mögliche Baumaßnahme

Das Plangebiet befindet sich in im Münsterland, im Ruhrgebiet in Nordrhein-Westfalen.

Im Bahnhof Münster - Westbevern sollen die Bahnsteige erneuert bzw. ausgebaut werden. Hierzu wird die Neugründung der zu erneuernden Bahnsteigkanten erforderlich. Genaue Planunterlagen lagen zum Zeitpunkt der Untersuchungen nicht vor, das Erkundungskonzept wurde aber grob mit dem AG und PL abgestimmt.

Die Baugrundaufschlüsse im November / Dezember 2017 wurden durch die Ingenieurgesellschaft von Lieberman GmbH projektiert, koordiniert, durchgeführt und ingenieurgeologisch bewertet. Chemische Untersuchungen des Baugrunds erfolgten durch die Dr. Döring Laboratorien GmbH, Haferwende 12 in 28357 Bremen. Bodenmechanische Untersuchungen oblagen der AMM-GmbH, Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß.

Der geotechnische Bericht wird im Folgenden mit Stand März 2018 vorgelegt. Bei der weiteren Projektentwicklung (Entwurfsoptimierung, Ausschreibung, Ausführungsplanung, Ausführung) sollte das empfohlene Ingenieurmodell überprüft werden. Bei technischem und/oder wirtschaftlichem Erfordernis müssen danach ggf. das Modell und die Parameter modifiziert werden.

2 Geotechnische Untersuchungen

2.1 Regionale Geologie

Der oberflächennahe Untergrund besteht aus Tonmergel-, Kalkmergel-, Kalk- und Mergelsteinen, aber auch aus unverfestigten Sanden und Sandmergeln des Erdmittelalters (überwiegend Oberkreide). Diese Gesteine liegen über einem Sockel aus gefalteten Gesteinen des Erdaltertums (Devon, Karbon, Zechstein). In großen Teilen des Münsterlandes liegen die Kreideschichten unter einer meist sandigen Lockergesteinsdeckschicht aus dem Eiszeitalter, die aus Flusssedimenten und eiszeitlichen Ablagerungen wie Grundmoräne oder Schmelzwassersanden besteht.

Im Untersuchungsraum sind die obersten Lagen zum Teil durch anthropogene Auffüllungen ersetzt oder überschüttet. Eine klare Abgrenzung zwischen dem eingebrachten Auffüllmaterial und unterliegenden, aufgeschütteten Bodenschichtungen ist nicht immer eindeutig möglich.

Nach DIN EN 1998 (Eurocode 8) gehört Münster - Westbevern keiner Erdbebenzone und keiner Untergrundklasse an.

Das Untersuchungsgebiet liegt nach der Karte der Frosteinwirkungen in der Frosteinwirkungszone 1.

2.2 Baugrund- und Schadstofferkundung

Eine Auskunft zur Kampfmittelsituation im Untersuchungsgebiet lag nicht vor. Gemäß aktueller Gesetzgebung in NRW war der Einsatz von Feuerwerkern für die durchgeführten Baugrunduntersuchungen nicht notwendig (Sondierdurchmesser < 80 mm).

Zum Nachweis und zur Sicherstellung der Kabel- und Leitungsfreiheit wurde für alle Kleinrammbohrungen (KRB) und schweren Rammsondierungen (DPH) per Hand bis mind. 1,2 m vorgeschachtet.

Folgende Feldarbeiten wurden vom 05.12.2017 bis 06.12.2017 durchgeführt:

- 8 Kleinrammbohrungen (KRB) gem. DIN EN ISO 22475, Bohrdurchmesser 36-50 mm, Sondiertiefe bis max. 8,4 m unter Geländeoberkante (GOK) (Tabelle 1)
- 8 schwere Rammsondierungen (DPH) gem. DIN EN ISO 22476-2, Sondiertiefe bis max. 9,0 m u. GOK (Tabelle 1)
- Abschlag und Abspitzproben von Fliesen, Fliesenkleber und Fugen (Tabelle 4)

Nach dem Erreichen der Endteufen aller Bohrungen, Sondierungen und Schürfe wurden alle Ansatzpunkte fach- und sachgerecht wiederverfüllt.

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Sondierungen

Bezeichnung		Tiefe [m u. GOK]	Ansatz [m SO]
Bereich	Aufschluss-Nr.		
Bstg. 1	KRB 5	6,0	+ 0,36
	KRB 6	8,4	+ 0,36
	KRB 7	6,0	+ 0,36
	KRB 8	6,0	+ 0,36
	DPH 5.2	6,0	+ 0,36
	DPH 6	9,0	+ 0,36
	DPH 7	6,0	+ 0,36
	DPH 8.3	6,0	+ 0,36
Bstg. 2	KRB 1	6,0	+ 0,36
	KRB 2	6,0	+ 0,36
	KRB 3	6,0	+ 0,36
	KRB 4	6,0	+ 0,36
	DPH 1	9,0	+ 0,36
	DPH 2	6,0	+ 0,36
	DPH 3	6,0	+ 0,36
	DPH 4	6,0	+ 0,36

Die Ansatzpunkte und Bezeichnungen der ausgeführten Baugrundaufschlüsse und Rammsondierungen sind in Anlage 2 dargestellt.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen sind in Schichtenverzeichnissen gemäß DIN EN ISO 14688 und 14689 dokumentiert (Feldprotokolle, Anlage 3). Die Bohrprofile gemäß DIN 4023 in Anlage 2 wurden aus den Feldprotokollen und bodenmechanischen Laborergebnissen unter Berücksichtigung der örtlichen geologischen Verhältnisse interpretiert. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Stufendiagramme ebenfalls in Anlage 2 festgehalten.

2.3 Probenahme - Laboruntersuchungen

Das Sondiergut der Kleinrammbohrungen wurde schichtweise insgesamt 45-mal beprobt und ausgewählte Proben gemäß Tabelle 2 bodenmechanisch vom Labor AMM-GmbH untersucht. Die kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse, sowie die Nasssiebung wurde entsprechend der DIN 18123 durchgeführt, die Bestimmung der Zustands- und Konsistenzgrenzen erfolgte gemäß DIN 18122 Teil 1.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Bodenproben und Entnahmebereiche zur bodenmechanischen Laboruntersuchung

Probe	Tiefe unter GOK [m]	Bodenmechanische Laboruntersuchung
BP 1/3	1,0 – 2,6	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 1/4	2,6 – 3,3	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 und Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
BP 1/5	3,3 – 4,1	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 und Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
BP 1/9	5,2 – 6,0	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 und Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
BP 2/3	0,7 – 3,6	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 3/3	0,6 – 3,6	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 5/3	0,9 – 2,5	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 6/4	1,5 – 4,0	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 und Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
BP 6/5	4,0 – 5,3	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 7/4	1,4 – 2,6	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 8/3	0,7 – 2,1	Siebanalyse nass nach DIN 18123

Für die abfallrechtliche Bewertung gemäß LAGA TR Boden, die Bestimmung der Betonaggressivität (DIN 16502) und die Bestimmung der Stahlaggressivität (DIN 50929-2) wurden 23 umweltgeologische Einzelproben (Tabelle 3) zu 3 Mischproben zusammengefasst und von der Dr. Döring Laboratorien GmbH chemisch analysiert.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Mischproben und Entnahmebereiche der Einzelproben zur Analytik gem. LAGA (M20, Fassung 2004) bzw. zur Analyse auf die Beton- und Stahlaggressivität

Mischprobe (LAGA)	Entnahmebereich [m u. GOK]
MP 1 → KRB 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 3/1, 3/2 (Auffüllung, Sand, kiesig, tw. Bauschutt)	0,0 – 1,0
MP 2 → KRB 5/1, 5/2, 6/1, 6/2, 6/3, 7/1, 7/2, 7/3, 8/1, 8/2 (Auffüllung, Sand, Kies, tw. Schlackereste)	0,0 – 1,4
Mischprobe (Beton- und Stahlaggressivität)	Entnahmebereich [m u. GOK]
MP 3 → KRB 1/3, 2/3, 3/3, 5/3, 6/3, 7/3, 8/3	0,3 – 3,6

Die Entnahmebereiche der einzelnen gestörten Bodenproben können den Schichtenverzeichnissen in der Anlage 3 entnommen werden.

Die Ergebnisse und Einwertungen der Analysen sind dem Bericht in der Anlage 7 und der Anlage 8 beigelegt, die Schlussfolgerungen stehen in Kapitel 6.

Für die abfallrechtliche Bewertung der Abspitzproben wurde entsprechend Tabelle 4 der Untersuchungsumfang von der von Lieberman GmbH festgelegt.

Tabelle 4: Entnahmebereiche der Einzelproben zur Analytik gem. Parameterumfang

Probenahme- datum	Proben- bezeichnung	Material	Entnahme- stelle	Parameter
05.12.2017	SP 1	Fliese + Fliesenkleber	PU	Blei + Asbest
05.12.2017	SP 2	Fuge	PU	PCB

Die Bauschadstoffproben wurden ebenfalls von der Dr. Döring Laboratorien GmbH analysiert, die Ergebnisse sind der Anlage 8 zu entnehmen. Eine Bewertung erfolgt in Kapitel 6.

3 Baugrundverhältnisse

3.1 Schichtenfolge

Der erkundete Baugrundaufbau ist nach dem Schichtenverzeichnis und der kornanalytischen und geologischen Klassifizierung der vor Ort entnommenen Bodenproben in Form von Sondierprofilen in der Anlage 2 dargestellt. Feinkörnige Böden wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1 (2016) entweder als Schluff oder als Ton beschrieben, die Einteilung in Bodengruppe erfolgte gemäß DIN 18196 anhand der Plastizität. In Tabelle 5 sind die daraus resultierenden Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche dargestellt.

Tabelle 5: Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Probe	Tiefe u. GOK [m]	Bodengruppe / Bodenart gem. DIN 18196	Zustandsform gem. DIN 18122
BP 1/3	1,0 – 2,6	fS, ms, u → SU	-
BP 1/4	2,6 – 3,3	U + fS, ms' → UL	breiig
BP 1/5	3,3 – 4,1	U + fS, ms' → UL	halbfest
BP 1/9	5,2 – 6,0	T → TA	steif
BP 2/3	0,7 – 3,6	fS, ms, $\bar{u}$ → $S\bar{U}$	-
BP 3/3	0,6 – 3,6	fS, $\bar{m}\bar{s}$, $\bar{u}$ → $S\bar{U}$	-
BP 5/3	0,9 – 2,5	fS, ms, $\bar{u}$ → $S\bar{U}$	-
BP 6/4	1,5 – 4,0	U, $\bar{s}$, mg' → UL	breiig
BP 6/5	4,0 – 5,3	fS, $\bar{u}$, ms → $S\bar{U}$	-
BP 7/4	1,4 – 2,6	fS, ms, u → SU	-
BP 8/3	0,7 – 2,1	mS, $\bar{f}s$, u' → SU	-

Der Baugrund weist einen relativ homogenen Aufbau auf. Die Baugrundsichten sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: *Erkundete Baugrundsichten*

1. Baugrundsicht	<u>Auffüllung</u>
2. Baugrundsicht	<u>Sand (sehr locker)</u>
3. Baugrundsicht	<u>Auenlehm</u>
4. Baugrundsicht	<u>Sand (mitteldicht)</u>
5. Baugrundsicht	<u>Auenton</u>

Da es sich bei den durchgeführten Arbeiten um punktuelle und vertikale Untersuchungen mit den entsprechenden Abständen handelt, sind Abweichungen nicht auszuschließen.

3.2 Charakteristische Bodenkennwerte

Die zur Beurteilung und Berechnung von Gründungen erforderlichen bodenspezifischen Ansatzwerte wurden nach bekannten Versuchsergebnissen vergleichbarer Bodenarten und unter Berücksichtigung der von uns festgestellten Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten ausreichend sicher geschätzt.

Für erdstatische Berechnungen sollen die in Tabelle 7 aufgeführten Ansatzwerte zugrunde gelegt werden. Die Angaben zu den Homogenbereichen ist Anlage 10 zu entnehmen.

Tabelle 7: Ansatzwerte für erdstatische Berechnungen / charakteristische Bodenkennwerte

Parameter	1. Baugrundschrift <i>Auffüllung</i>	2. Baugrundschrift <i>Sand (sehr locker)</i>	3. Baugrundschrift <i>Auenlehm</i>	4. Baugrundschrift <i>Sand (mitteldicht)</i>	5. Baugrundschrift <i>Auenton</i>
Mächtigkeit [m]	0,6 – 1,5	1,6 – 3,4	0,5 – 3,8	0,4 – 1,8	1,3 – 1,5*
Schichtunterkante [m SO]	0,3 – 1,1	1,2 – 3,4	3,7 – 4,9	4,1 – 6,7*	8,0*
Lagerungsdichte / Konsistenzen	sehr locker	sehr locker	breiig - weich	mitteldicht	steif - fest
Bodengruppe gem. DIN 18196	[SE/SW/SI/GE]	SU/S $\bar{U}$	UL	SU/S $\bar{U}$	TA
Bodenklasse gem. DIN 18300	3 / 5	3 / 4	2	3 / 4	5
Bodenklasse gem. DIN 18301	BN 1 / (BS 1)	BN 1 / BN 2	BB1 / BB 2	BN 1 / BN 2	BB 2 / BB 3
Frostgefährdung ^(a)	F1	F2 – F3	F3	F2 – F3	F3
Verdichtbarkeitsklassen (ZTVA-StB97)	V 1	V1 – V2	V3	V1 – V2	V3
Wichten cal γ_k (γ'_k) [kN/m³]	17 (9,5)	17,5 (10)	20 (10)	19 (11)	19 (9)
effektiver Reibungswinkel cal φ'_k [°]	30	30	27,5	32,5	17,5
effektive Kohäsion cal c'_k [kN/m²]	0	0	0	0	10

Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	5	10	1,5	50	12
Durchlässigkeit k_f [m/s] gem. DIN 18130	$10^{-2} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-8} - 10^{-10}$

*: Endteufe

Alle angegebenen Werte sind Mittelwerte für die Schicht in ihrer Gesamtheit. Lokal können abweichende Werte auftreten, was im Bedarfsfall gesondert zu untersuchen ist.

Die o.g. Bodenparameter beziehen sich auf die erbohrten Bodenschichten im ungestörten Zustand und gelten für die von uns festgestellten Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen. Durch Störungen wie z.B. starke Durchfeuchtungen, Aufweichungen oder Auflockerungen können sich die angegebenen Werte entsprechend verringern. Im wassergesättigten Zustand und unter Grundwasser können die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zutreffen.

Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o.ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu verwenden. Ein evtl. einzu bauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 8 zu erfüllen.

Tabelle 8: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe nach DIN 18196:	Ersatz- und Füllböden, nichtbindige, grobkör- nige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE	Tragschicht Korn- gemisch 1 (KG 1) nach DBS 918062 GW, GI	Tragschicht Korn- gemisch 2 (KG 2) nach DBS 918062 GW, GI
Feinstkornanteil ($d \leq 0,02$ mm)	-	≤ 3 Gew. %	-
Schlammkornanteil ($d \leq 0,063$ mm):	≤ 5 Gew. %	≤ 5 Gew. %	≤ 5 Gew. %
Steinanteil ($d \geq 63$ mm):	≤ 10 Gew. %	-	-
Größtkorndurchmesser d_{max}	≤ 100 mm, in Abhängig- keit von der Schichtdi- cke	0-32 mm Größtkorn 63 mm	0-32 mm 0-45 mm 0-56 mm
Ungleichförmigkeit U	-	>15	>15
Glühverlust V_{GI}	≤ 1 Gew. %	≤ 1 Gew. %	≤ 1 Gew. %
Proctordichte ρ_{Pr}	≥ 1800 kg/m ³	siehe DBS 918062	siehe DBS 918062
Einbau und Verdichtung	lagenweise	lagenweise	lagenweise
Schütthöhe:	je nach Verdichtungsge- rät 20 - 40 cm	je nach Verdich- tungsgerät 20 - 40 cm	je nach Verdich- tungsgerät 20 - 40 cm
Wichte erdfeucht γ	17 - 21 kN/m ³	17 - 21 kN/m ³	17 - 21 kN/m ³
Scherwinkel ϕ'	32,5 - 35°	32,5 – 37,5°	32,5 – 37,5°
Kohäsion c'	(0 kN/m ²)	(0 kN/m ²)	(0 kN/m ²)
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]	40 - 60	40 - 60	40 - 60
Durchlässigkeit k_f [m/s] gem. DIN 18130	$10^{-3} - 10^{-6}$	$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	$\geq 5 \cdot 10^{-5}$

Im Bereich vom Planum bis 0,5 m darunter sind $D_{Pr} \geq 100$ % zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{Pr} \geq 100$ % gefordert.

3.3 Grund- bzw. Stauwasserstände

Im Untersuchungsraum wurde im Zuge der Bohrarbeiten in Grundwasserspiegel im Bereich von 0,9 – 1,8 m u. SO festgestellt.

Schichten-, Stau- und Grundwasserstände sind stark witterungsabhängig. Nach niederschlagsreichen Wetterperioden sowie nach der Schneeschmelze kann von einem Anstieg des Wasserspiegels, sowie dem Vorhandensein eines oberflächennahen Stauwassers ausgegangen werden. Die Hinweise zur Bauausführung sind diesbezüglich zu beachten.

Quantitative Aussagen zu den tatsächlich auftretenden Grundwasserständen und Grundwasserspiegelschwankungen können nur nach Langzeitbeobachtungen von Grundwasserbeobachtungspegeln getroffen werden. Daher wird empfohlen, bis zum Baubeginn Grundwassermessstellen zu installieren und in regelmäßigen Abständen Wasserstandsmessungen vorzunehmen und zu dokumentieren.

Wir empfehlen, aufgrund der erkundeten bindigen und wasserundurchlässigen Schichten, für die Bemessungsberechnungen von Stauwasser insbesondere nach Starkregenereignissen bis SO -0,2 m auszugehen.

3.3.1 Durchlässigkeit der anstehenden Baugrundsichten

Zur Beurteilung der Versickerungseigenschaften wurde aus den ermittelten Kornverteilungskurven der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) für grobkörnige Böden nach Hazen und Beyer bzw. für feinkörnige Böden nach Kaubisch und Seiler ermittelt und gemäß Tabelle 9 die Durchlässigkeit nach DIN 18130 bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 mit aufgeführt.

Tabelle 9: Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130, T1

Durchlässigkeit nach DIN 18130, T1	k_f -Werte [m/s]
sehr stark durchlässig	$> 10^{-2}$
stark durchlässig	10^{-2} bis $> 10^{-4}$
durchlässig	10^{-4} bis $> 10^{-6}$
schwach durchlässig	10^{-6} bis 10^{-8}
sehr schwach durchlässig	$< 10^{-8}$

3.3.2 Versickerungsmöglichkeiten in den Untergrund

Gemäß Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 (Januar 2002) der „Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.“: "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" sollten für Versickerungsanlagen zwei Voraussetzungen erfüllt werden:

- *Lockergesteine müssen eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen, wobei der k_f -Wert zwischen 1×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s liegen sollte.*
- *Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand grundsätzlich mind. 1,00 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.*

Die durch Kornverteilungen, Erfahrungswerten und Handspezifizierung ermittelten kf-Werte liegen vereinzelt innerhalb der Grenzwerte des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138. Der Mindest-Sickerraum von 1,00 m kann nur bereichsweise eingehalten werden. Generell ist der Boden jedoch primär als schwach wasserdurchlässig zu bezeichnen. Die Versickerung von Regenwasser ist nur eingeschränkt möglich, bei starken Niederschlägen muss im Plangebiet außerdem mit Stauwasser gerechnet werden.

Generell dürfen Versickerungsanlagen nicht in belasteten Böden oder Auffüllungen errichtet werden, um mögliche Schadstoffeinträge in das Grundwasser auszuschließen. Andernfalls ist bei Altstandorten und Auffüllungen der Nachweis zu erbringen, dass sich im hydraulischen Einflussbereich der Versickerungsanlage keine Verunreinigungen befinden. Im Zweifelsfall ist durch eine geeignete Vorerkundung nachzuweisen, dass keine anthropogenen oder geogenen Stoffanreicherungen mit hohem Freisetzungspotenzial in die geplante Maßnahme einbezogen werden. Weiter muss durch geeignete Voruntersuchungen oder Qualitätsprüfungen sichergestellt werden, dass sämtliche in den Sickerraum der Anlage eingebrachten Materialien im Dauerbetrieb der Anlage keine nachteiligen Veränderungen des Sicker- und Grundwassers hervorrufen können.

Die Mächtigkeit des Sickerraums ist an der Station Westbevern großteils gegeben (Auffüllungen, locker gelagerte Sande). Der Sickerraum ist nach LAGA den Zuordnungsklassen Z2 zugeordnet, allerdings weist lediglich das Eluat der Probe MP 1 den Zuordnungswert Z1.2 auf – aufgrund eines leicht erhöhten pH-Werts.

Die Versickerung von Regenwasser ist daher nach ATV-DVWK-A 138 bedingt möglich.

4 Gründungsbeurteilung

Bei einer Flachgründung müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Die Gründung muss frostsicher ausgeführt werden
2. Sicherheit vor Grundbruch gemäß DIN 4017
3. Setzungen, die nicht als schädlich für das Bauwerk eingestuft werden

Die für den Nachweis gegen Grundbruch und für die Setzungsberechnungen getroffenen Angaben sind jeweils für das Bauwerk tabellarisch zusammengefasst. In der jeweiligen Ergebnistabelle werden verschiedene Szenarien dargestellt:

Für den Nachweis gegen Grundbruch wird ein Bemessungswert für den Sohldruckwiderstand angegeben bis zu dem kein Grundbruch zu erwarten ist. Sollte diese Lasten aber voll zum Tragen kommen ist in der Regel die dort angegebene Setzung zu hoch.

Des Weiteren wird nun die Sohlpressung soweit vermindert, dass die auftretenden Setzungen als für das Bauwerk akzeptabel angesehen werden.

Im letzten Fall werden nun realistische Lastannahmen getroffen, und die auftretenden wahrscheinlichen Setzungen angegeben bzw. wenn diese zu hoch sind ein Bodenaustausch zur Bodenverbesserung empfohlen.

Besondere Randbedingungen, zusätzliche Hinweise bzw. spezielle Gründungshinweise werden im jeweiligen Abschnitt zum Bauwerk gegeben.

Sollten im weiteren Planungsverlauf die Voraussetzungen stark von den hier angenommenen Randbedingungen abweichen, so müssen die gemachten Gründungsempfehlungen neu bewertet werden.

4.1 Bahnsteigkanten

Aufgrund der unterschiedlich erkundeten Schichttiefen unterhalb der beiden Bahnsteige, wurden die Grundbruch- und Setzungsberechnungen für jeden Bahnsteig extra durchgeführt.

Aus den in Tabelle 10 gegebenen Annahmen ergeben sich aus den Grundbruch- und Setzungsberechnungen die Ergebnisse in

Tabelle **11** (Bahnsteig 1) bzw. Tabelle 12 (Bahnsteig 2).

Tabelle 10: Bahnsteigkanten: Annahmen für die Grundbruch- und Setzungsberechnung

Bemessungswert Sohlpressung	70 kN/m ²
Charakteristische Lasten Verhältnis Veränderliche/Gesamt	0,2
Abmessungen Fundament	Breite: 0,85 m; Länge: 60 m (für die Erhöhung)
Gründungsebene	1,0 m u. GOK; 0,6 m u. SO
Bemessungswasserstand	Stauwasser bei 0,5 m u. GOK
Baugrundprofile	KRB 5,6,7,8 (Bahnsteig 1) / KRB 1,2,3,4 (Bahnsteig 2)
Vorbelastung	15 kN/m ²

Tabelle 11: Bahnsteigkanten: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnung (Bahnsteig 1)

	bei Grundbruch	bei kritischen Setzungen	bei gegebener Sohlpressung und empfohlenem Bodenaustausch
Bemessungswert Sohldruckwiderstand	154 kN/m²	75 kN/m ²	70 kN/m ²
Setzung	3,4 cm	1,0 cm	0,9 cm
Bodenaustausch unter Fundament	0,4 m	0,3 m	0,3 m
Bettungsmodul	3,3 MN/m ³	5,4 MN/m ³	6,0 MN/m ³

Tabelle 12: Bahnsteigkanten: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnung (Bahnsteig 2)

	bei Grundbruch	bei kritischen Setzungen	bei gegebener Sohlpressung und empfohlenem Bodenaustausch
Bemessungswert Sohldruckwiderstand	180 kN/m²	82 kN/m ²	70 kN/m ²
Setzung	4,4 cm	1,0 cm	0,6 cm
Bodenaustausch unter Fundament	0,4 m	0,4 m	0,4 m
Bettungsmodul	2,9 MN/m ³	5,8 MN/m ³	8,7 MN/m ³

Die Bahnsteigkanten können somit flach gegründet werden. Aufgrund der heterogenen Verhältnisse, die überwiegend in der Gründungsebene anstehenden Auffüllungen und um das im

Regeleinbau geforderte Verformungsmodul des Erdplanums von $E_{vd} = 50 \text{ kN/m}^2$ ($E_{v2} = 120 \text{ kN/m}^2$) erreichen zu können, wird generell ein Bodenaustausch von 40 cm unter Fundamentunterkante empfohlen.

Die detaillierten Grundbruch- und Setzungsberechnungen sind dem Anhang in der Anlage 5 beigefügt. Diesen können bei Bedarf die zulässigen Sohlpressungen bzw. Setzungsprognosen für andere Fundamentbreiten entnommen werden.

4.2 Aufzugsanlagen

Aus den in Tabelle 13 gegebenen Annahmen ergeben sich aus den Grundbruch- und Setzungsberechnungen die Ergebnisse in Tabelle 14.

Tabelle 13: Aufzugsanlagen: Annahmen für die Grundbruch- und Setzungsberechnung

Bemessungswert Sohlpressung	280 kN/m ²
Charakteristische Lasten Verhältnis Ständige/Gesamt	0,5
Abmessungen Fundament	Breite: 2,9 m; Länge: 3,4 m
Gründungsebene	5,0 m u. GOK (2,0 m u. Fußboden PU)
Bemessungswasserstand	Stauwasser bei 0,5 m u. GOK
Baugrundprofile	KRB 1 + 6

Tabelle 14: Aufzugsanlagen: Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnung

	bei Grundbruch	bei kritischen Setzungen		bei gegebener Sohlpress- ung und empfohlenem Bo- denaustausch	
Bemessungswert Sohldruckwider- stand	380 kN/m²	240 kN/m²	330 kN/m²	280 kN/m ²	280 kN/m ²
Setzung	2,6 cm	1,0 cm	2,0 cm	1,5 cm	1,0 cm
Bodenaustausch unter Fundament	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	1,5 m
Bodenaustausch unter Gelände- oberkante	5,5 m	0,5 m	5,5 m	5,5 m	6,5 m
Bettungsmodul	10,4 MN/m ³	16,3 MN/m ³	11,6 MN/m ³	13,5 MN/m ³	19,2 MN/m ³

Die Fundamente für die Aufzüge können somit flach gegründet werden. Aufgrund der in der Gründungsebene anstehenden bindigen Böden mit unterschiedlichen Konsistenzen, empfohlen wird grundsätzlich einen Bodenaustausch von mindestens 0,5 m. Sollte in der Aushubene

bindiger Boden mit breiiger bis weicher Konsistenz angetroffen werden, so ist dieser komplett aus dem Lastabtragsbereich zu entfernen und durch geeignetes Bodenaustauschmaterial zu ersetzen (Tabelle 8). Sollte die zu erwarteten Setzungen von ca. 1,5 cm für das Bauwerk als unverträglich eingestuft werden, so ist der Bodenaustausch auf 1,5 m unterhalb der Fundamentunterkante zu erweitern, um die Setzungen auf 1,0 cm zu begrenzen. Es ist die Filterstabilität gegenüber der unterlagernden Baugrundsicht 5 zu berücksichtigen oder alternativ durch ein Geotextil zu herzustellen.

Die detaillierten Grundbruch- und Setzungsberechnungen sind dem Anhang in Anlage 5 beigefügt. Diesen können bei Bedarf die zulässigen Sohlpressungen bzw. Setzungsprognosen für andere Fundamentbreiten entnommen werden.

5 Hinweise zur Bauausführung

5.1 Hinweise zu Erd-, Gründungs- und Verdichtungsarbeiten

- Generell wird empfohlen sämtliche Gründungssohlen geotechnisch abnehmen zu lassen.
- Für unterschiedliche Gründungstiefen bei benachbarten Fundamenten muss der gegenseitige Einfluss der Lastabtragungswinkel beachtet werden.
- Die Verdichtungsanforderung liegt bei 97% der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 0,50 m darunter sind $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell $D_{Pr} \geq 100 \%$ gefordert. Entsprechend des Bodenmaterials resultieren folgende Verformungsmodule:

Tabelle 15: Zuordnung von Verdichtungsgrad und Verformungsmodul E_{V2} bzw. E_{Vd} (nach ZTVE-StB 94, ZTVT-StB 95, Bundesbahnrichtlinie A2015)

Bodengruppen nach DIN 18196	Verdichtungsgrad D_{Pr} in %	Verformungsmodul stat. Plattendruckversuch E_{V2}	Verformungsmodul dyn. Plattendruckversuch E_{Vd}
Kiese und Sande mit ≤ 7 Gew.-% $< 0,063$ mm (GW, GI, GT, GU)	≥ 100	$\geq 100 \text{ MN/m}^2$	$\geq 50 \text{ MN/m}^2$
	≥ 98	$\geq 80 \text{ MN/m}^2$	$\geq 40 \text{ MN/m}^2$
	≥ 97	$\geq 70 \text{ MN/m}^2$	$\geq 35 \text{ MN/m}^2$
Enggestufte Kiese und Sande, weitgestufte und intermittierende Sande (GE, SE, SW, SI)	≥ 100	$\geq 80 \text{ MN/m}^2$	$\geq 40 \text{ MN/m}^2$
	≥ 98	$\geq 70 \text{ MN/m}^2$	$\geq 35 \text{ MN/m}^2$
	≥ 97	$\geq 60 \text{ MN/m}^2$	$\geq 32 \text{ MN/m}^2$
Gemischtkörnige Kiese und Sande mit $7 - 15$ Gew.-% $< 0,063$ mm, (GU, GT, SU, ST)	≥ 100	$\geq 70 \text{ MN/m}^2$	$\geq 35 \text{ MN/m}^2$
	≥ 97	$\geq 45 \text{ MN/m}^2$	$\geq 25 \text{ MN/m}^2$
Schluffige und tonige sowie und gemischtkörnige Böden mit $15 - 40$ Gew.-% $< 0,063$ mm (U, T, GU*, GT*, SU*, ST*)	≥ 97	$\geq 45 \text{ MN/m}^2$	$\geq 25 \text{ MN/m}^2$
	≥ 95	$\geq 30 \text{ MN/m}^2$	$\geq 20 \text{ MN/m}^2$

- Für Bodenaustausch, Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen und Geländeauffüllungen ist lagenweise verdichteter Ersatzboden (vgl. Tabelle 8) zu verwenden. Der Einbau hat mit optimalem Wassergehalt des Materials unter lagenweiser Verdichtung und weiteren stichprobenhaften Verdichtungs- und Tragfähigkeitsprüfungen zu erfolgen.
- Bei Austausch- oder Verfüllmächtigkeiten von $d \geq 0,50$ m ist die Lagerungsdichte der eingebauten und verdichteten Sande (optimaler Wassergehalt) z.B. mit Hilfe der Rammsonde DPL-5 gemäß DIN EN ISO 22476-2 und oberflächennah mit dem dynamischen Plattendruckversuch zu überprüfen. Mit der DPL-5 sind, um eine mitteldichte

Lagerung der Sande nachzuweisen, unterhalb einer oberflächigen Störzone von 30 cm dicke, Schlagzahlen je 10 cm Eindringung der Sonde von i.M. $N_{10} \geq 10$ und Kleinstwerte $N_{10} \geq 7$ zu erzielen.

- Die erreichten Verdichtungsgrade des Bodenaustausches, die Verdichtung der Gründungssohlen und der Hinterfüllungen sind gemäß der Ril 836.0501 zu dokumentieren.
- Baugruben- und Gründungssohlen sind von Wasser, Frost und lockeren und aufgeweichten Massen freizuhalten. Eine erforderlich frostfreie Gründungstiefe ist mit min. $t \geq \text{GOK} - 1,0 \text{ m}$ zu gewährleisten.
- Die Bodenverhältnisse können bei Zutritt von Oberflächenwasser oder mechanischen Einwirkungen zu erheblichen Behinderungen führen (nach der Freilegung andecken). Daher sollten die zum Einsatz kommenden Arbeitsgeräte und Maschinen für möglichen Bodenabtrag und für die Verdichtung auf die unter den Arbeitsebenen anstehenden Böden und die unterlagernden Böden abgestimmt werden.
- Bevor die Sauberkeitsbetonschicht eingebaut wird, kann eine dünne Lage eines normalen Kiessandes darüber aufgebracht werden, um den groben Porenraum zu verschließen.
- Die Gleislage, sowie ggf. Oberleitungs- und Signalmaste, sollten im Rahmen eines Beweissicherungsverfahrens aufgenommen und bei Betrieb während der Arbeiten messtechnisch überwacht werden.
- Sollten in der Gründungsebene der Aufzüge bindige Böden mit breiiger oder weicher Konsistenz vorliegen, so sind diese komplett aus dem Lastabtragsbereich zu entfernen und durch geeignetes Bodenaustauschmaterial zu ersetzen.

5.2 Hinweise zur Verbautechnik und Wasserhaltung während der Bauzeit

Ausgehend von den o.g. Aushubtiefen für den Bodenaustausch, der Gründungstiefe der Bahnsteigkanten und Aufzugsanlagen, den Wasserständen und unter Beachtung technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte wird zur Sicherung der Geländeauffüllungen ein Verbausystem (Injektionswand, Trägerbohlverbau, Winkelstützsystem, Spundwand) ggf. mit Rückverankerung bzw. Aussteifung zur Ausführung kommen. Aus statischer Sicht ist in jedem Bauzustand eine ausreichend große Auftriebssicherheit gemäß DIN 1054 für einzubauende Betonbauteile sicherzustellen. Das gewählte Verbausystem ist hinsichtlich Standsicherheit, Tragfähigkeit und hydraulischem Grundbruch nachzuweisen.

Bei ausreichenden Besitz- und Platzverhältnissen können die angesprochenen Erd- und Tiefbaumaßnahmen abgebösch hergestellt werden. Hierbei ist ein Böschungswinkel von $\leq 45^\circ$ einzuhalten.

Laut DIN 4124 (10/2002) dürfen Baugruben und Gräben bis zu einer Tiefe von 1,75 m ohne zusätzliche Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden, wenn der mehr als 1,25 m über Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel von 45° gebösch wird und die Geländeoberfläche nicht steiler als 1:10 ansteigt. An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Streifen von mindestens 1,00 m einzuhalten, bei schweren Lasten und Baufahrzeugen mindestens 2,00 m.

Bei der Anlage der Baugrube sind grundsätzlich die EAU 2004, DIN 4124, DIN 1054 und EAB 5. Auflage zu beachten.

Zur Gewährleistung einer ausreichend entwässerten und somit verdichtbaren und tragfähigen Gründungssohle ist ein bauzeitlicher Grundwasserstand von rd. 0,50 m tief unter der Arbeits- und Gründungsebene zu gewährleisten. Daher wird generell empfohlen die Erd- und Tiefbaumaßnahmen in niederschlagsarmen Monaten bzw. Jahreszeiten durchzuführen.

Für den Fall, dass zum Zeitpunkt der Bauausführung höhere Wasserstände als angenommen anstehen und aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der erkundeten Schluffe und der damit verbundenen Gefahr der Bildung von Stau- und Schichtenwasser empfehlen wir, offene Wasserhaltungsmaßnahmen (Pumpen) für die Bauausführung vorsorglich vorzuhalten.

Die Einleitung von Baugrubenwässern in die Vorflut oder in Siele, ist rechtzeitig bei der zuständigen Genehmigungsbehörde zu beantragen. Hierfür ist u.a. die Vorlage einer chemischen Analyse des Grundwassers hinsichtlich der maßgeblichen Einleitparameter erforderlich.

Sollten im Zuge der Baumaßnahme Rammarbeiten erforderlich werden, ist infolge der Rammung mit Setzungen in den Gleisbereichen und ggf. auch mit Schädigungen der naheliegenden Erdbauwerke zu rechnen. Eine kontinuierliche Beobachtung und Überwachung der Gleisanlagen und Erdbauwerke ist während und auch nach Beendigung der Arbeiten erforderlich.

6 Umweltgeologische Untersuchungen

6.1 Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen

Fallen bei Bauvorhaben mineralische Reststoffe als Abfall im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes an, so ist deren Belastung zu überprüfen. Die Deklaration der Stoffe dient als Entscheidungsgrundlage für die Entsorgung (Verwertung bzw. Beseitigung).

Für die Bewertung der Analyse der untersuchten Objekte standen der von Lieberman GmbH die gegenwärtigen gültigen Normen, Richtlinien und Vorschriften zur Verfügung.

Die Zuordnung des Bodenmaterials in Einbauklassen erfolgte nach LAGA, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, Pkt. 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), vom 05.11.2004. Für Material, dass nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden kann gelten gem. LAGA die Zuordnungswerte Z 0 der Tabelle II.1.2-2 für die Bodenart Lehm/Schluff und die Zuordnungswerte Z 0 der Tabelle II.1.2-3. Für das Bodenmaterial wurden entsprechend die Zuordnungswerte für die Bodenart Sand berücksichtigt.

6.1.1 Zuordnung zu Abfallschlüsseln bzw. Einstufung nach Gefährlichkeit

Die Zuordnung des Abfallschlüssels wird auf der Grundlage der Gefährlichkeitseinstufung gemäß Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis – Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV, vom 10.12.2001 vorgenommen.

Aus dem Abfallschlüssel wird abschließend das Entsorgungsnachweisverfahren abgeleitet. Dabei gilt:

- Für gefährlichen Abfall ist ein Entsorgungsnachweis zu führen.
- Für nicht gefährlichen Abfall ist ein Nachweisverfahren gemäß Nachweisverordnung nicht zwingend vorgeschrieben.

Die vollständigen Analyseergebnisse befinden sich in Anlage 8, die Einwertung ebendieser gemäß TR Boden befindet sich in Anlage 6. Die Einwertungen zusammen mit den ausschlaggebenden Parametern sind in Tabelle 16 zusammengefasst.

Tabelle 16: Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach Laga M20 TR Boden

Proben – Nr.	Untersuchungsobjekt	Zuordnung in Einbauklassen nach LAGA M20	Ausschlaggebende Parameter	Abfallschlüssel gem. AVV
MP 1 (Mischprobe aus KRB 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 3/1, 3/2)	Auffüllungen bis 1,0 m Bahnsteig 2	Z 2	Feststoff: TOC Eluat: pH-Wert	17 05 04
MP 2 (Mischprobe aus KRB 5/1, 5/2, 6/1, 6/2, 6/3, 7/1, 7/2, 7/3, 8/1, 8/2)	Auffüllungen bis 1,4 Bahnsteig 1	Z 2	Feststoff: Zink , TOC, PAK, Cadmium, Benzo(a)pyren, Blei, Quecksilber	17 05 04

6.1.2 Einordnung der Beton- und Stahlaggressivität des Bodens

Die Einordnung der gemäß DIN 16502 ermittelten Betonaggressivität geschieht anhand der Grenzwerte nach DIN 4030. Die Einordnung der gemäß DIN 50929-2 ermittelten Stahlaggressivität geschieht anhand der Grenzwerte nach DIN 50929-3. Dem Prüfbericht in Anlage 8 sind die Analyseergebnisse zu entnehmen, die Einordnung ist Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Einordnung der Beton- und Stahlaggressivität des Bodenmaterials der MP 3

Proben – Nr.	Untersuchungsobjekt	Einordnung nach DIN 4030-1 / DIN 50929-3
MP 3 (Mischprobe aus KRB 1/3, 2/3, 3/3, 5/3, 6/3, 7/3, 8/3)	Unterlagernde Böden (GOK -0,6 m / -4,0 m)	nicht betonangreifend Stahlaggressivität: niedrig /sehr gering-gering

6.2 Ergebnisse der Bauschadstoffuntersuchungen

Die Ergebnisse der durchgeführten Bauschadstoffuntersuchungen sind der Anlage 8 Anlage 8 zu entnehmen und in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Darstellung des Analyseumfangs und der Ergebnisse der Bauschadstoffuntersuchungen

Probenahme- datum	Probenbezeich- nung	Material	Entnahme- stelle	Para- meter	Analyseer- gebnis
05.12.2017	SP 1	Fliese + Fliesen- kleber	PU	Blei + Asbest	87 mg/kg n.n.
05.12.2017	SP 2	Fuge	PU	PCB	n.n

n.n. = nicht nachgewiesen

Asbest bzw. PCB konnten in den Proben nicht nachgewiesen werden. Bei dem Bleigehalt handelt es sich um einen geringen Wert. Eine Überschreitung des internationalen Grenzwerts von 0,15 mg/m³ für eine 8-stündige Exposition ist bei einem fachgerechten Abbruch nicht zu erwarten.

7 Schlussbemerkung

Der vorliegende geotechnische Bericht umfasst das Ergebnis der durchgeführten Baugrunduntersuchungen für die Erneuerung von 2 Bahnsteigen und der Errichtung von Aufzugsanlagen im Bahnhof Münster - Westbevern. Die Bahnsteigerneuerungen können ohne größeren Bodenaustausch flach gegründet werden. Der anfallende Boden wird voraussichtlich umweltchemische Belastungen der LAGA-Klasse Z2 aufweisen. Die Aufzüge können mit einem Bodenaustausch von max. 1,5 m ebenfalls flach gegründet werden. Die Fliesen, der Fliesenkleber sowie die Fugen der Personenunterführung werden voraussichtlich kein Asbest, kein PCB und keine erhöhten Bleibelastungen aufweisen, so dass diesbezüglich keine besonderen Maßnahmen nötig werden.

Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht auszuschließen. Bei Abweichungen gegenüber den im Bericht angenommenen Bodenverhältnissen und Bauwerken sind die genannten Empfehlungen zu überprüfen. Die Entscheidungen über Notwendigkeit und Realisierung der Empfehlungen sowie allgemein der weiteren Vorgehensweise bleiben generell den Aufsichts- und Fachbehörden, ggf. in Rücksprache mit dem Bauherrn, vorbehalten. Diese sollten aber letztendlich nicht grundlegend von den hier vorliegenden Empfehlungen abweichen, da sonst anderweitige Umstände maßgebend werden könnten, die es dann erneut zu untersuchen und zu beurteilen gilt.

Der Bericht besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit.

Die von Lieberman GmbH ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfen zu geben.

von Lieberman GmbH

»Bauen und Umwelt«

i.V. Dr.-Ing. T. Albers

i.A. Dr. U. Knieß, Dipl.-Geol.

i.A. G. Moser, Dipl.-Ing.



Ingenieurgesellschaft

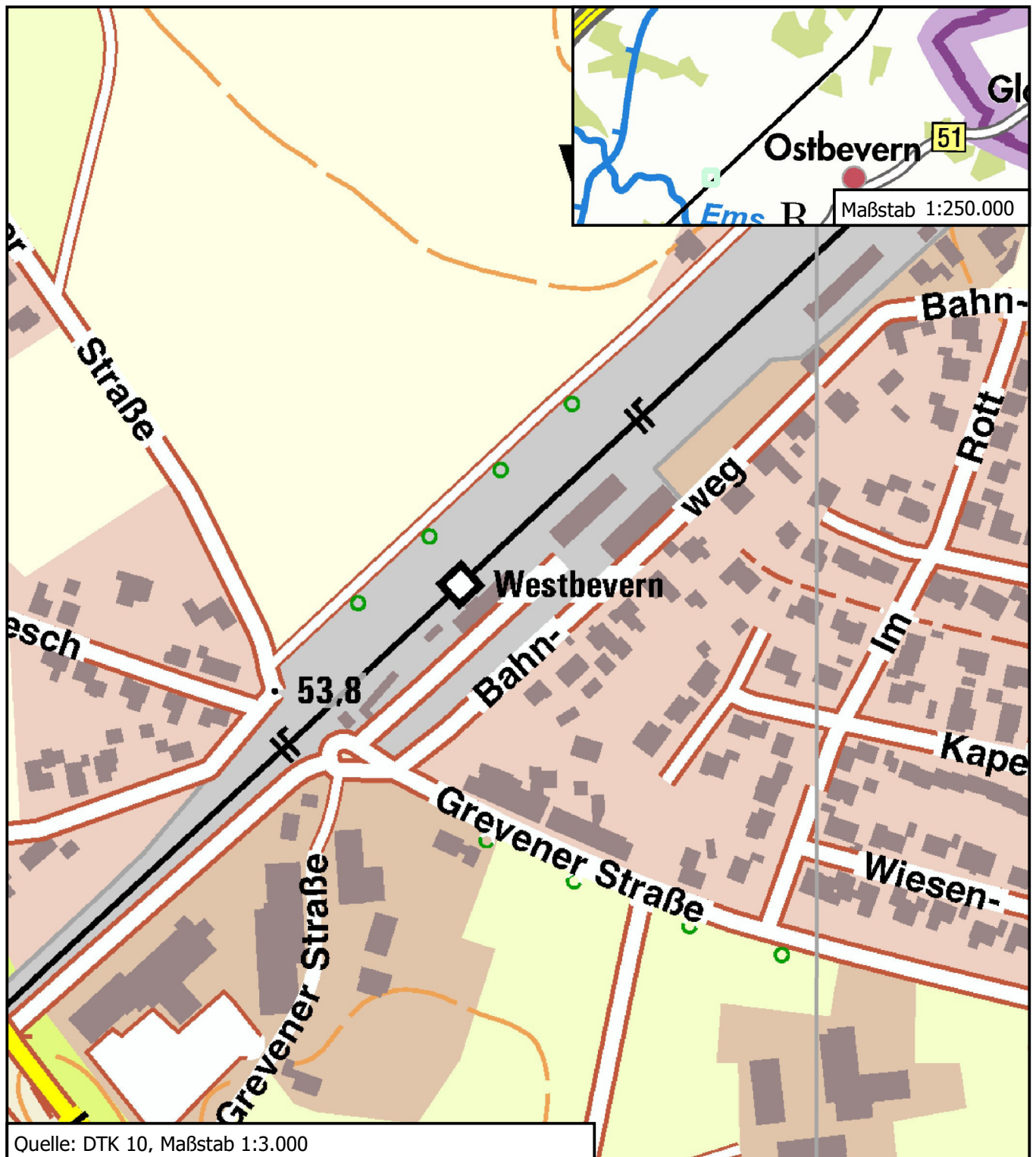
von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 1

Übersichtsplan (Maßstab 1:3.000)

[1 Plan] [1 Seite]



Übersichtskarte

Bahnhof Westbevern

Adresse:
Bahnweg 1
48291 Telgte

Ingenieurgesellschaft
von Lieberman
» Bauen und Umwelt «



Ingenieurgesellschaft

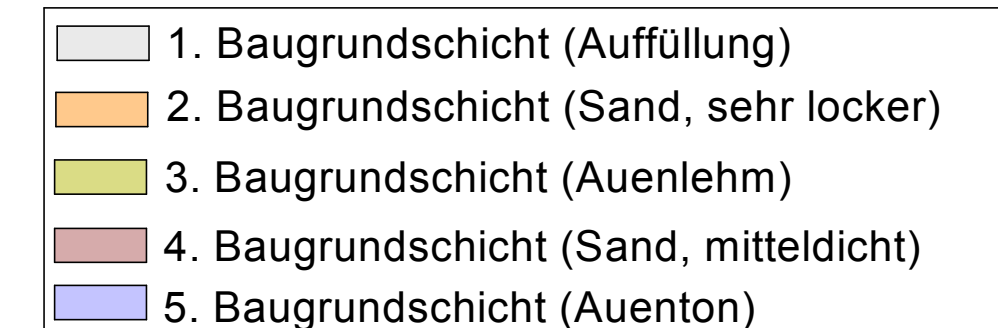
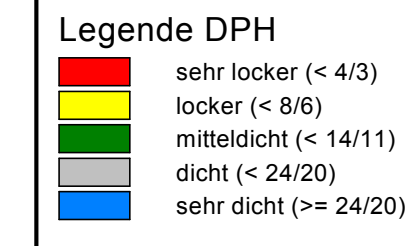
von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

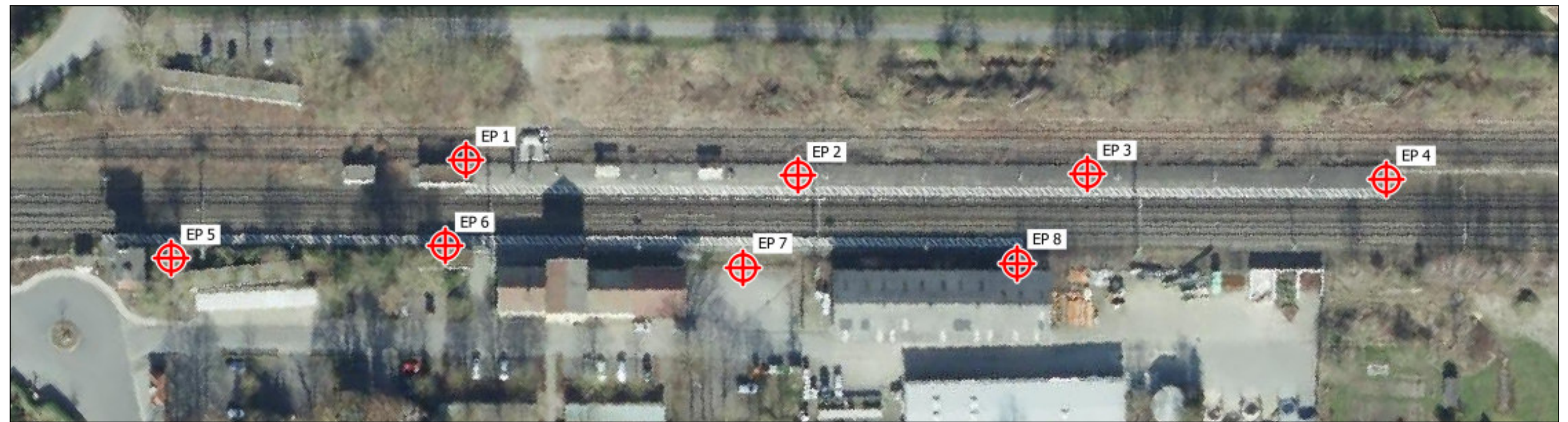
Anlage 2

***Lageplan der Aufschlusspunkte inkl. Bohrprofile und Rammsondierdiagramme
(Maßstab der Höhen der Bohrprofile 1:100)***

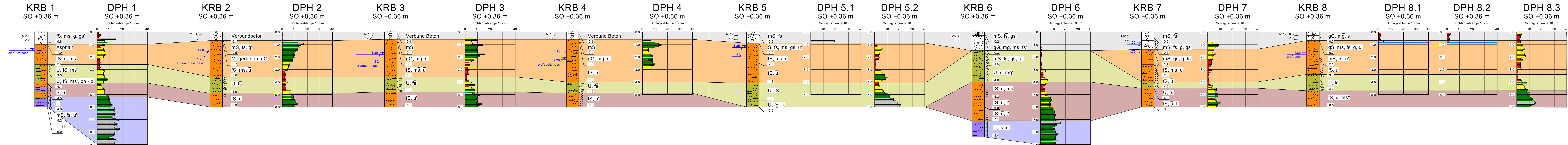
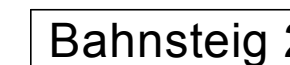
[1 Plan] [1 Seite]



MP = Mischprobe; Untersuchung nach Laga (Z-Wert)



Bahnsteig 1



Auftraggeber DB Station&Service AG Regionalbereich West Willi-Becker-Allee 11 40227 Düsseldorf		
 Ingenieurgesellschaft von Lieberman » Bauen und Umwelt «		<i>Hamburg - Berlin</i> <i>Erfurt - Herne - Lüneburg</i> <i>Rostock - Wismar</i> Ruhrstraße 57 22761 Hamburg Tel.: 040/5009930 Fax: 040/5009933
  Deutsche Ingenieurgesellschaft G 01 13006-GI 00		www.vonlieberman.de info@vonlieberman.de
Westbevern Bhf.		
Lageplan Bohrprofile (RKS) Rammsondierdiagramme (DPH)		
Maßstab d. Hbse (Bohrprofile) 1:100	Datum 01.03.2018	Anlage 2
Blattgröße 1533 x 297 mm	gez. GM gepr. KN	Zeichnungs-Nr. 15308-19



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 3

Schichtenverzeichnisse - Feldprotokolle

[11 Seiten]

von Lieberman GmbH DB West KRB 50-80 mm Projektbezeichnung: Westbevern		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.1 Aufschluss: KRB 1 Projektnr: 15308-19
Datum: 15308-19 Neigung:		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.80	Feinsand, mittelsandig, kiesig, schwach grobsandig	hellbraun			BP1/0.80	erdfeucht
	Bausand					
1.00	Asphaltreste	schwarz			BP2/1.00	erdfeucht
	Asphalt					
2.60	Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig	braun - beige			BP3/2.60	GW (1.5), ab 1,5m nass
	Sand					
3.30	Schluff, stark feinsandig	braun - beige	breiig - weich		BP5/3.30	naß
	Schluff					
4.10	Schluff, feinsandig	braun - beige	halbfest		BP5/4.10	erdfeucht
	Schluff					
4.50	Sand, schluffig	braun - beige			BP6/4.50	erdfeucht
	Sand					

von Lieberman GmbH		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1			Seite: 3.2	
DB West					Aufschluss: KRB 1	
KRB					ProjektNr: 15308-19	
Datum: 15308-19						
50-80 mm						
Neigung:						
Projektbezeichnung: Westbevern		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
4.80	Ton	braun - grau	fest		BP7/4.80	erdfeucht
	Aueton					
5.20	Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig	braun - grau			BP8/5.20	erdfeucht
	Sand					
6.00	Ton, schluffig	braun - grau	fest		BP9/6.00	erdfeucht
	Aueton					

von Lieberman GmbH		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1			Seite: 3.3	
DB West					Aufschluss: KRB 2	
KRB	Datum: 05.12.17				Projektnr: 15308-19	
50-80 mm		Neigung:				
Projektbezeichnung: Westbevern		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.08						
	Verbundbeton					
0.50	Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig, vz. Schotter	beige		mittelschwer bohrbar	BP1/0.50	erdfeucht
	Bausand, Auffüllung					
0.70	Magerbeton, Grobkies	grau		sehr schwer bohrbar	BP2/0.70	erdfeucht
	Kies, Magerbeton, Auffüllung					
3.60	Feinsand, schwach schluffig	beige		mittelschwer bohrbar	BP3/3.60	GW angebohrt (1.6), GW (1.7), erdfeucht bis nass
	Sand					
4.90	Schluff, stark feinsandig	grau	breiig - weich	mittelschwer bohrbar	BP4/4.90	
	Lehm					
6.00	Feinsand, stark schluffig	grau		mittelschwer bohrbar	BP5/6.00	naß
	Sand					

von Lieberman GmbH DB West KRB 50-80 mm Datum: 05.12.17 Neigung: Projektbezeichnung: Westbevern		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.4 Aufschluss: KRB 3 Projektnr: 15308-19
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.08						
	Verbund Beton					
0.40	Mittelsand	hellbeige		mittelschwer bohrbar	BP1/0.40	erdfeucht
	Sand, Auffüllung					
0.60	Grobkies, mittelmäßig, schwach sandig	bunt		sehr schwer bohrbar	BP2/0.60	erdfeucht
	Kies, Auffüllung					
3.60	Feinsand, schluffig	grau		mittelschwer bohrbar	BP3/3.60	GW angebohrt (1.8), erdfeucht-nass, GW angebohrt (1.8), GW (1.8)
	Sand					
4.80	Schluff, stark feinsandig	grau	breiig - weich	leicht bohrbar	BP4/4.80	
	Lehm					
4.90	Kies, Feinsand, schwach schluffig	beige		mittelschwer bohrbar		
	Kies, Sand					

von Lieberman GmbH DB West KRB 50-80 mm Datum: 05.12.17 Neigung: Projektbezeichnung: Westbevern		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.5 Aufschluss: KRB 4 Projektnr: 15308-19
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.08						
	Verbund Beton					
0.40	Mittelsand	beige		mittelschwer bohrbar		erdfeucht
	Bausand, Auffüllung					
0.60	Grobkies, mittelmäßig, schwach sandig	bunt		sehr schwer bohrbar		erdfeucht
	Kies, Auffüllung					
4.00	Feinsand, schluffig	hellbeige		mittelschwer bohrbar		GW angebohrt (1.7), GW (2.2), erdfeucht-nass
	Sand					
4.90	Schluff, stark feinsandig	grau	breiig - weich	leicht bohrbar		
	Lehm					
6.00	Feinsand, schwach schluffig	grau		mittelschwer bohrbar		naß
	Sand					

von Lieberman GmbH DB West KRB 50-80 mm Projektbezeichnung: Westbevern		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.6 Aufschluss: KRB 5 Projektnr: 15308-19
Datum: 06.12.17 Neigung:		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.20	Mittelsand, feinsandig	hellbeige			BP1/0.20	erdfeucht
	Bausand					
0.90	Sand, feinsandig, mittelsandig, grobsandig, schwach schluffig	braun - dunkelbraun			BP2/0.90	erdfeucht
	Kies, Auffüllung					
2.50	Feinsand, schluffig, 1,8-2,5m kleine schwarze Einhlüsse	braun - orange		mittelschwer bohrbar	BP3/2.50	nass-erdfeucht, BL zu: 1,1 GW (1.25), GW angebohrt (1.3)
	Sand					
4.10	Feinsand, stark schluffig, zwischen 3,0 und 3,5m schwach grobkiesig	braun - grau		schwer bohrbar	BP4/4.10	
	Sand					
5.50	Schluff, Feinsand	grau - braun	fest	schwer bohrbar	BP5/5.50	erdfeucht
	Schluff					
6.00	Schluff, sehr schwach feinkiesig, tonig	grau	fest	schwer bohrbar	BP6/6.00	erdfeucht
	Schluff					

von Lieberman GmbH DB West KRB 50-80 mm Datum: 06.12.17 Neigung: Projektbezeichnung: Westbevern		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.7 Aufschluss: KRB 6 Projektnr: 15308-19
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.15	Mittelsand, stark feinsandig, schwach grobsandig	hellbeige			BP1/0.15	erdfeucht
	Bausand, Auffüllung					
0.30	Grobkies, stark mittelkiesig, mittelsandig, schwach feinsandig	braun			BP2/0.30	erdfeucht
	Kies, Auffüllung					
1.50	Mittelsand, stark feinsandig, grobsandig, schwach feinkiesig	braun			BP3/1.50	erdfeucht Kernverlust 1,0-1,5m
	Sand, Auffüllung					
4.00	Schluff, stark feinsandig, Asphalt-, Kieseleinschlüsse (selten, schwach feinkiesig)	braun	breiig		BP4/4.00	Kernverlust 3-4m, ab 3,15m Schichtwasser nass
	Auelehm					
5.25	Feinsand, stark schluffig	grau - braun	breiig		BP5/5.25	naß
	Sand, Schluff					
6.00	Feinsand, stark schluffig, schwach tonig, Tonlinsen (ca. 5cm)		fest		BP6/6.00	erdfeucht
	Sand, Schluff					

von Lieberman GmbH		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1			Seite: 3.8	
DB West					Aufschluss: KRB 6	
KRB					ProjektNr: 15308-19	
Datum: 06.12.17						
50-80 mm						
Neigung:						
Projektbezeichnung: Westbevern		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
7.10	Feinsand, stark schluffig, schwach tonig, Tonlinsen (ca. 5cm)	grau	breiig		BP7/7.10	naß
	Sand, Schluff					
8.40	Ton, feinsandig, schwach schluffig, Schlufflinsen (ca. 5cm)	grau		sehr schwer bohrbar	BP8/8.40	erdfeucht kein BF mehr kalkhaltig
	Lehm					

von Lieberman GmbH DB West KRB 50-80 mm Datum: 06.12.17 Neigung: Projektbezeichnung: Westbevern		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.9 Aufschluss: KRB 7 Projektnr: 15308-19
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.50	Mittelsand, stark feinsandig	hellbeige			BP1/0.50	erdfeucht
	Bausand, Auffüllung					
0.70	Mittelsand, feinsandig, kiesig, schwach grobsandig	braun			BP2/0.70	erdfeucht
	Sand-Kies-Gemisch, Auffüllung					
1.40	Mittelsand, stark grobsandig, kiesig, schwach feinsandig	dunkelbraun - schwarz			BP3/1.40	naß, GW angebohrt (1.0)
	Sand-Kies-Gemisch, Auffüllung					
2.60	Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig	braun - beige			BP4/2.60	erdfeucht-nass GW (1.7)
	Sand					
4.00	Feinsand, stark schluffig	braun - orange	breiig		BP5/4.00	nass-erdfeucht
	Sand					
4.50	Schluff, feinsandig	braun	breiig		BP6/4.50	naß
	Schluff					

von Lieberman GmbH DB West KRB Datum: 06.12.17 50-80 mm Neigung: Projektbezeichnung: Westbevern		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1			Seite: 3.10	
					Aufschluss: KRB 7	
					Projektnr: 15308-19	
		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
6.00	Feinsand, stark schluffig, schwach tonig	braun			BP7/6.00	erdfeucht
	Sand-Schluff-Gemisch					

von Lieberman GmbH		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1			Seite: 3.11	
DB West					Aufschluss: KRB 8	
KRB					Projektnr: 15308-19	
Datum: 06.12.17						
50-80 mm						
Neigung:						
Projektbezeichnung: Westbevern		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers:				
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung (Stratigraphie)	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0.30	Grobkies, stark mittelkiesig, sandig	braun - beige			BP1/0.30	erdfeucht
	Kies-Sand-Gemisch					
0.70	Grobsand, stark mittelsandig, feinsandig, kiesig, schwach schluffig, Schlackereste	dunkelbraun			BP2/0.70	erdfeucht
	Sand, Auffüllung					
2.10	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig	hellbraun - orange			BP3/2.10	GW angebohrt (1.8), erdfeucht
	Sand					
3.40	Feinsand, schluffig	braun			BP4/3.40	naß
	Sand					
4.70	Schluff, stark feinsandig	braun	breiig - weich		BP5/4.70	naß
	Schluff					
6.00	Feinsand, stark schluffig, sehr schwach mittelsandig	braun			BP6/6.00	erdfeucht
	Sand					



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 4

Prüfbericht B 5597 der AMM-GmbH

[27 Seiten]

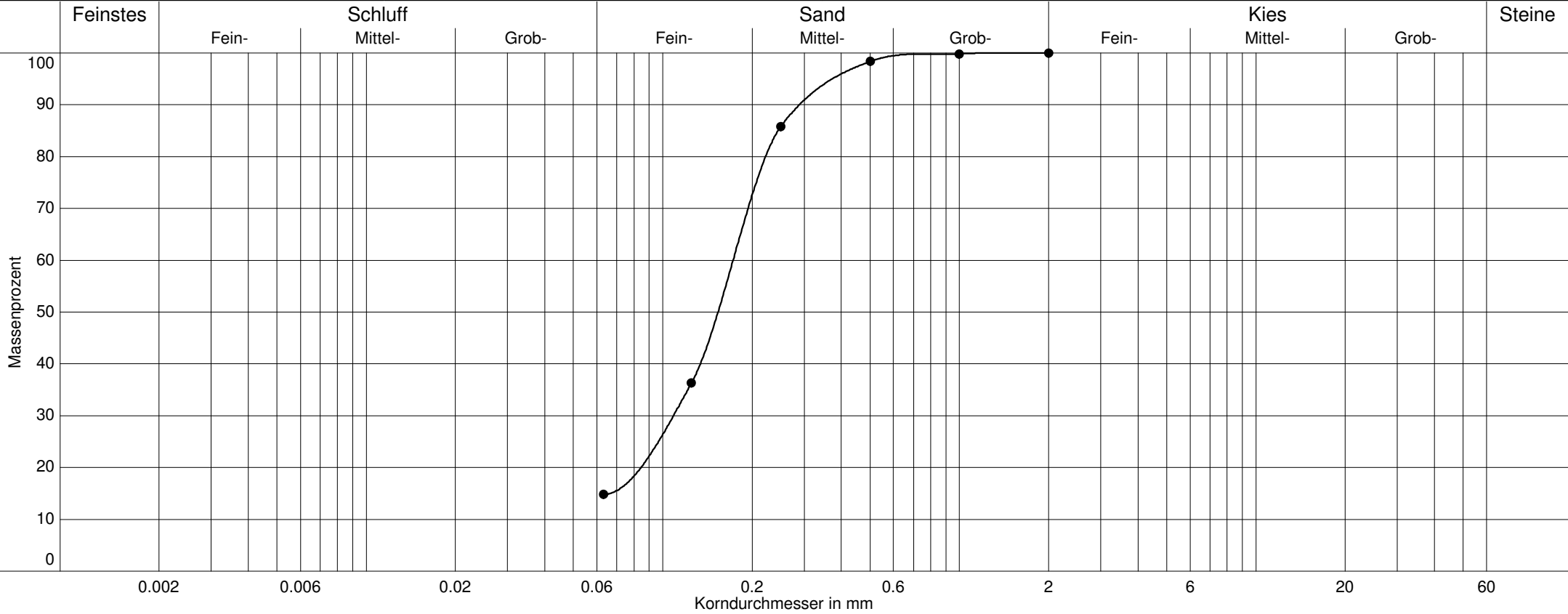
AMM GmbH

Gesellschaft für Altlastenmanagement, Mineralstoffverwertung und Materialprüfung mbH
Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß

Tel.: 0821 – 48 688-0
Fax.: 0821 – 48 688-66
e-mail: info@ammgmbh.com
web: www.ammgmbh.com

Untersuchungsbericht B 5597

Auftraggeber:	von Lieberman GmbH
Auftragsnummer:	1
Projektleiter:	Herr Moser
Projektnummer:	15308-19
Probenahmedatum:	Dezember 2017
Probenort:	Westbevern Bhf.
Probengefäß:	PE-Becher
Zu untersuchende Parameter:	Korngrößenverteilung, Zustandsgrenzen
Zeitraum der Prüfung:	22.12. – 29.12.2017



Labornummer	—● 1/3			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	fS,ms,u			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	- /0.173 mm			
Anteil < 0.063 mm	14.8 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/14.8/85.2/0.0 %			
Bodenklasse	3			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	5.6E-006 m/s			
kf nach Seiler	-			

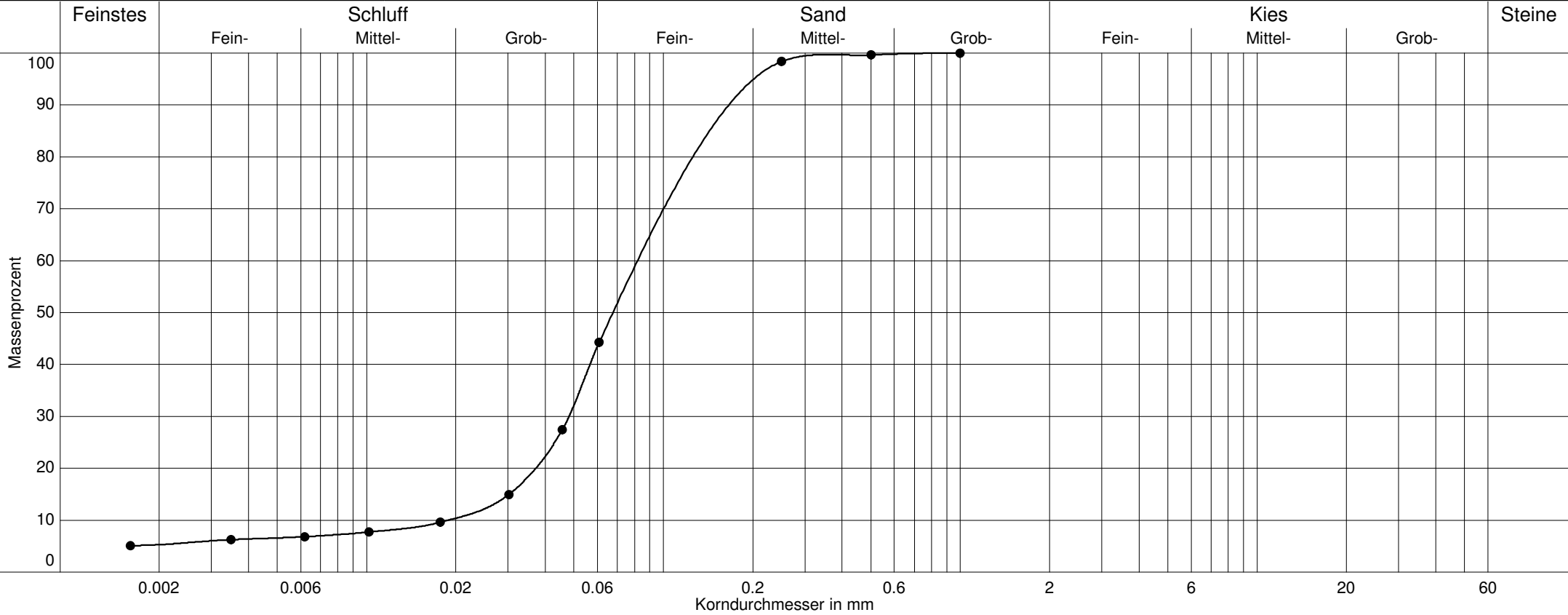
AMM GmbH	U-Bericht: B 5597
	BV / Projektnr.: Westbevern Bhf.
Gessertshausener Straße 3	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
86356 Neusäß	Datum: 29.12.2017
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

KORNVERTEILUNG

1/3

SIEBUNG					
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	21.63	0.0	2.000	0.00	100.0
0.063	31.49	14.8	4.000	0.00	100.0
0.125	72.35	36.3	8.000	0.00	100.0
0.250	18.37	85.8	16.0	0.00	100.0
0.500	2.16	98.4	31.5	0.00	100.0
1.000	0.24	99.8	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 146.24 g



Labornummer	—●— 1/4			
Ungleichförm. U	4.3			
Krümmungszahl Cc	1.5			
Bodenart	U+fS,ms'			
Bodengruppe	U			
d10 / d60	0.019/0.082 mm			
Anteil < 0.063 mm	46.2 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	5.3/40.9/53.8/0.0 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	4.1E-006 m/s			
kf nach Kaubisch	8.6E-009 m/s			
kf nach Seiler	-			

KORNVERTEILUNG

1/4

SIEBUNG

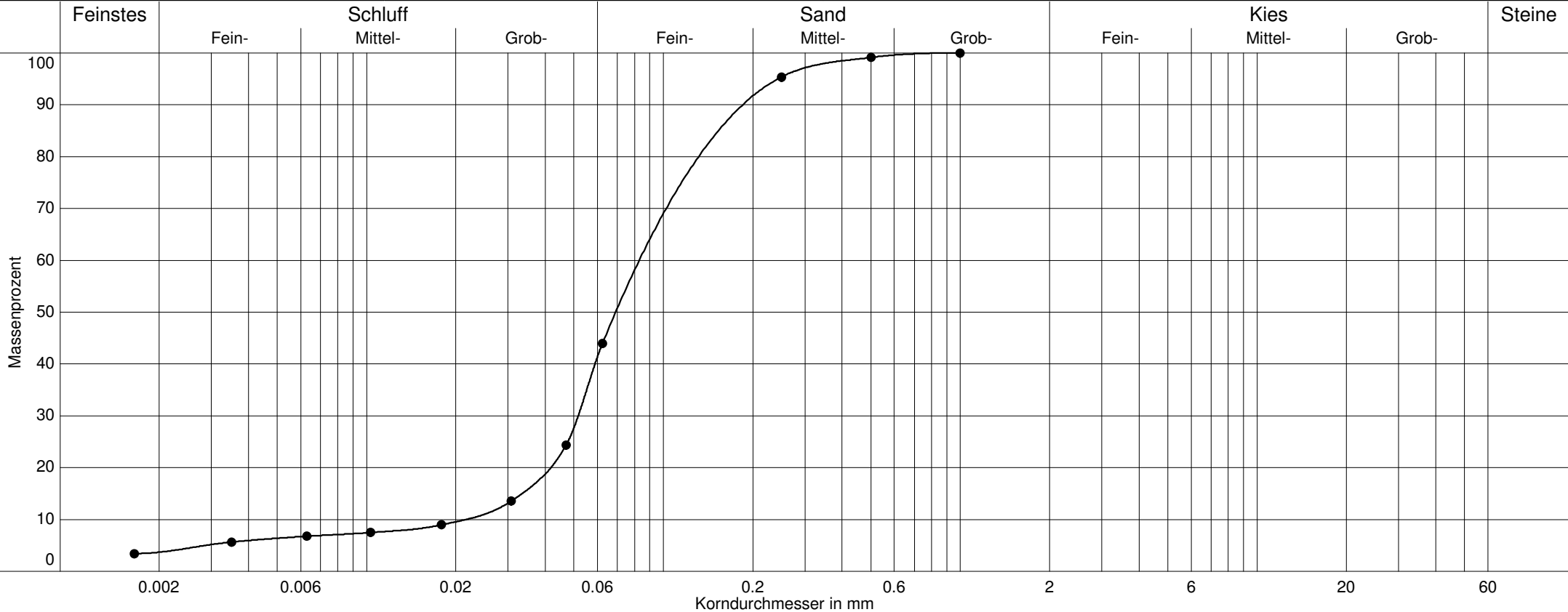
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	44.53	0.0	2.000	0.00	100.0
0.063	0.00	93.6	4.000	0.00	100.0
0.125	2.24	93.6	8.000	0.00	100.0
0.250	0.61	98.4	16.0	0.00	100.0
0.500	0.17	99.6	31.5	0.00	100.0
1.000	0.00	100.0	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 47.55 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	5.1	0.0302	15.0
0.0035	6.2	0.0457	27.4
0.0062	6.8	0.0608	44.3
0.0102	7.7	0.0806	59.4
0.0177	9.6		

Probengewicht: 44.40 g



Labornummer	—●— 1/5			
Ungleichförm. U	3.8			
Krümmungszahl Cc	1.5			
Bodenart	U+fS,ms'			
Bodengruppe	U			
d10 / d60	0.022/0.083 mm			
Anteil < 0.063 mm	44.6 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	3.7/40.9/55.4/0.0 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	5.5E-006 m/s			
kf nach Kaubisch	1.1E-008 m/s			
kf nach Seiler	-			

KORNVERTEILUNG

1/5

SIEBUNG

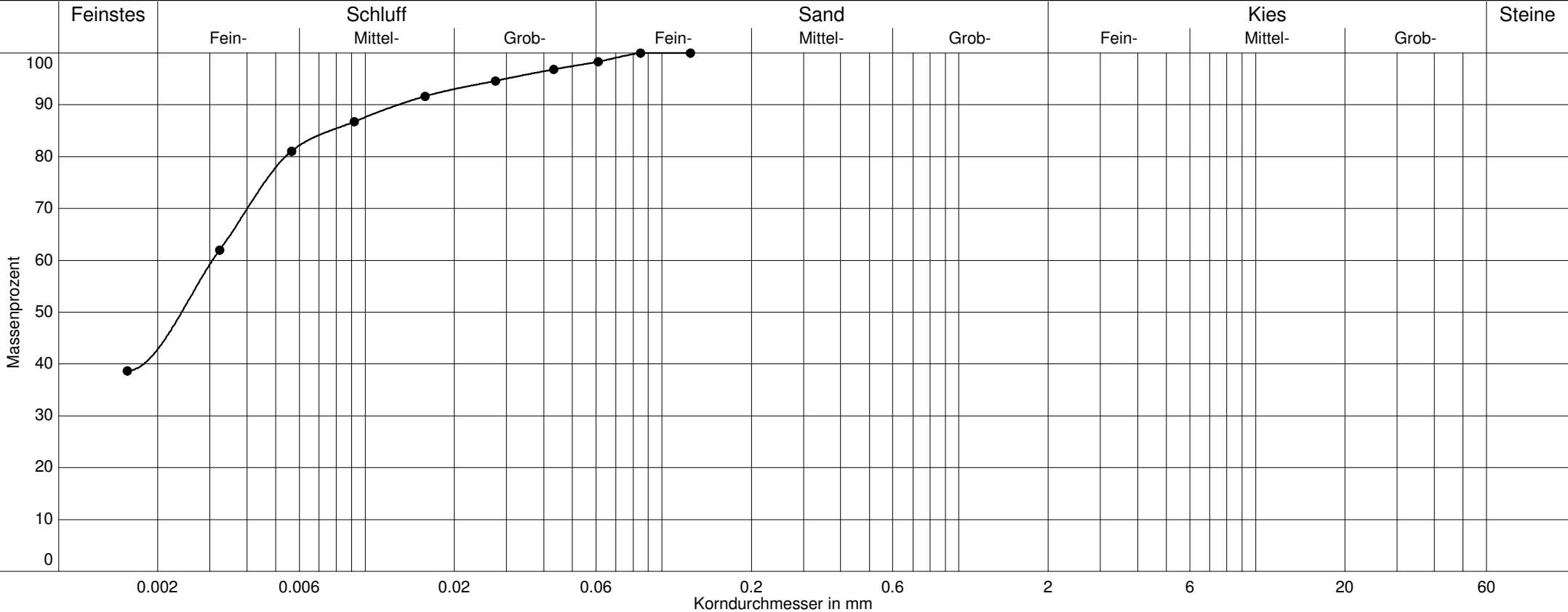
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	37.74	0.0	2.000	0.00	100.0
0.063	0.00	84.8	4.000	0.00	100.0
0.125	4.69	84.8	8.000	0.00	100.0
0.250	1.67	95.4	16.0	0.00	100.0
0.500	0.38	99.1	31.5	0.00	100.0
1.000	0.00	100.0	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 44.48 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0017	3.4	0.0307	13.6
0.0035	5.6	0.0470	24.4
0.0063	6.8	0.0623	43.9
0.0103	7.5	0.0837	60.2
0.0179	9.0		

Probengewicht: 32.50 g



Labornummer	—● 1/9			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	U			
Bodengruppe	U			
d10 / d60	- /0.003 mm			
Anteil < 0.063 mm	98.5 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	42.8/55.7/1.5/0.0 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)			
kf nach Seiler	-			

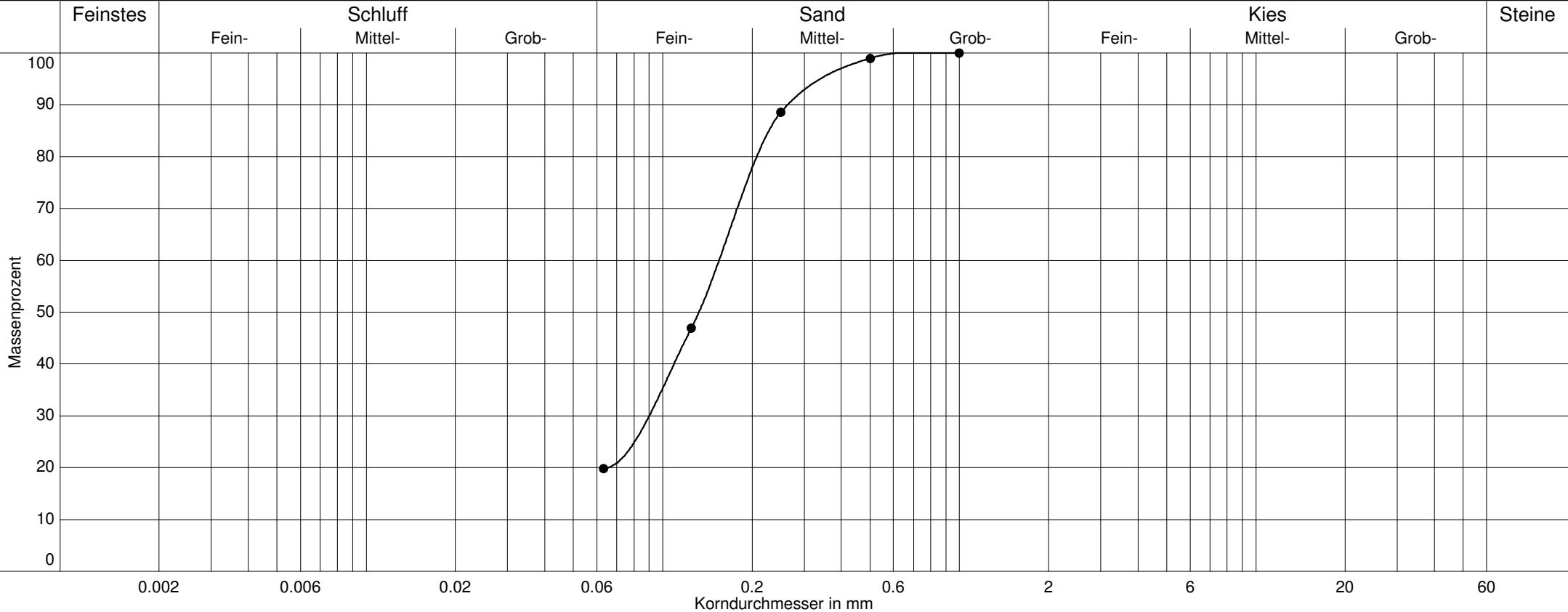
KORNVERTEILUNG

1/9

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	38.7	0.0274	94.6
0.0032	62.0	0.0433	96.8
0.0056	81.1	0.0610	98.3
0.0092	86.8	0.0849	100.0
0.0159	91.7		

Probengewicht: 21.50 g



Labornummer	—● 2/3			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	fS,ms,ū			
Bodengruppe	SŪ			
d10 / d60	- /0.155 mm			
Anteil < 0.063 mm	19.8 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/19.8/80.2/0.0 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	1.7E-006 m/s			
kf nach Seiler	-			

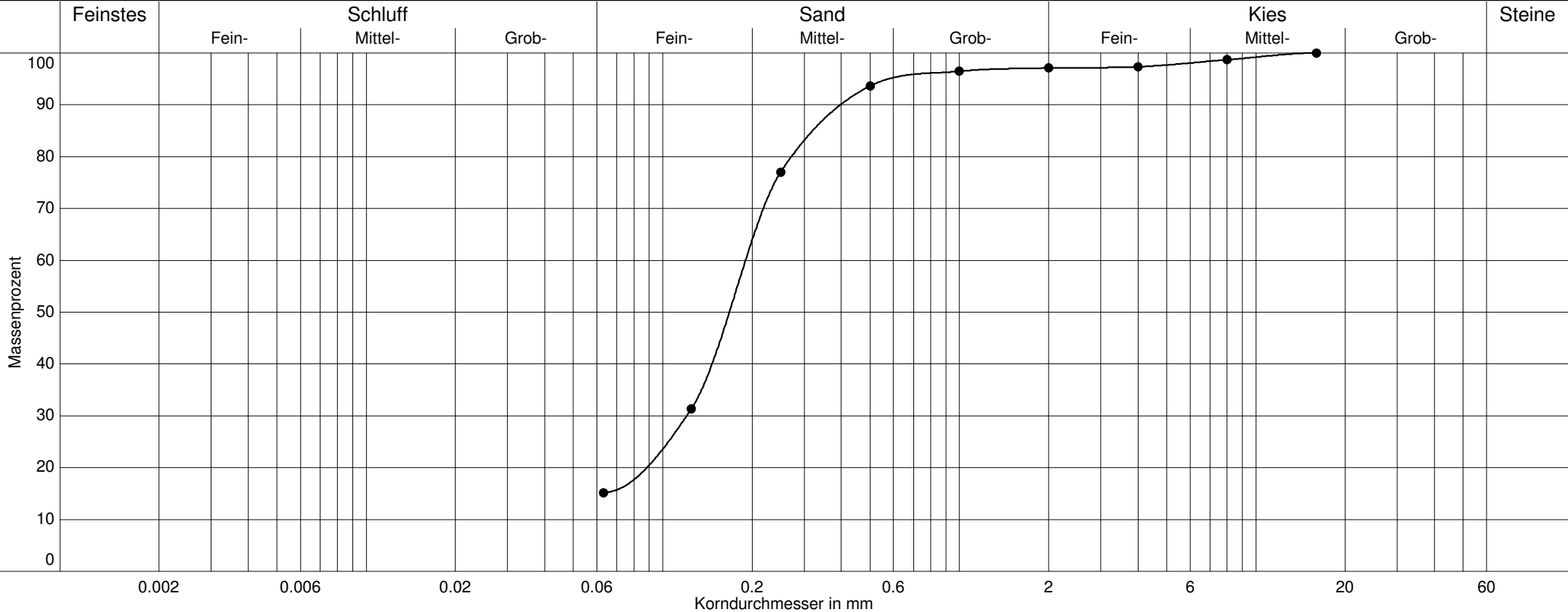
AMM GmbH	U-Bericht: B 5597
	BV / Projektnr.: Westbevern Bhf.
Gessertshausener Straße 3	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
86356 Neusäß	Datum: 29.12.2017
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

KORNVERTEILUNG

2/3

SIEBUNG					
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	24.59	0.0	2.000	0.00	100.0
0.063	33.61	19.8	4.000	0.00	100.0
0.125	51.54	47.0	8.000	0.00	100.0
0.250	12.94	88.5	16.0	0.00	100.0
0.500	1.26	99.0	31.5	0.00	100.0
1.000	0.00	100.0	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 123.94 g



Labornummer	—● 3/3			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	fS,ms,u			
Bodengruppe	SÜ			
d10 / d60	- /0.190 mm			
Anteil < 0.063 mm	15.2 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/15.2/81.9/2.9 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	5.0E-006 m/s			
kf nach Seiler	-			

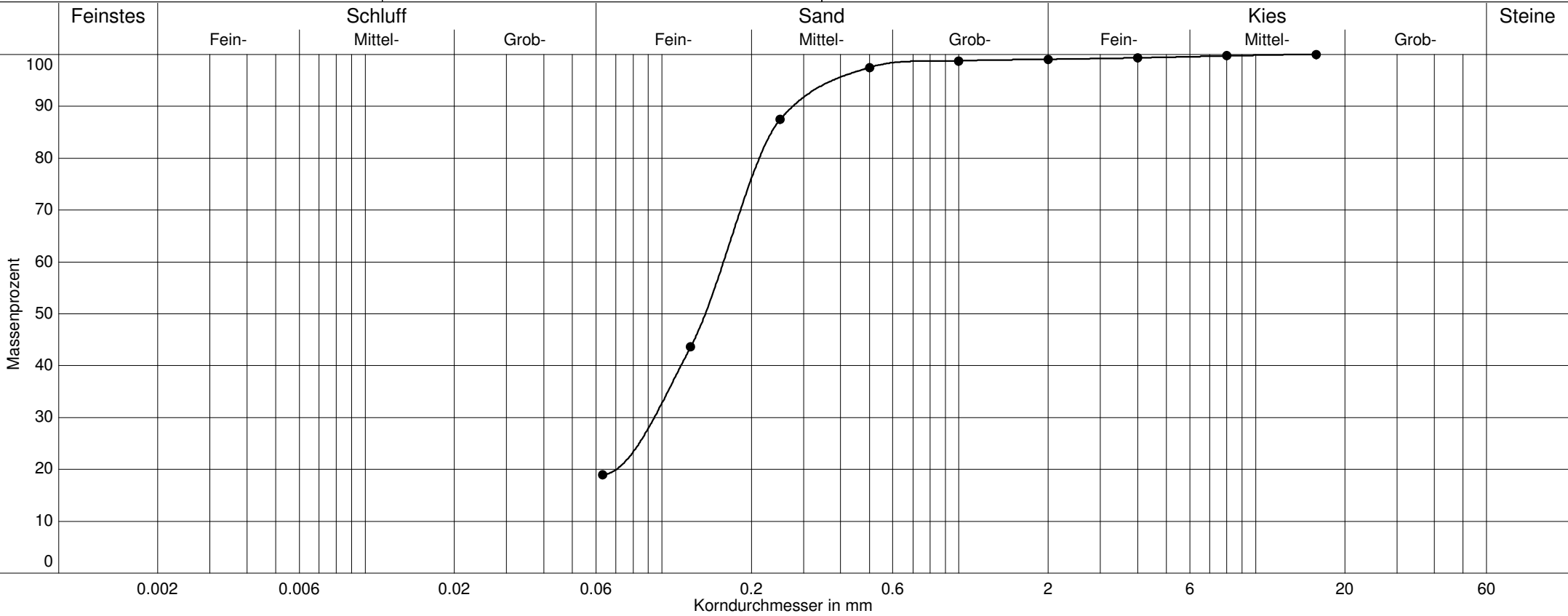
AMM GmbH	U-Bericht: B 5597
	BV / Projektnr.: Westbevern Bhf.
Gessertshausener Straße 3	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
86356 Neusäß	Datum: 29.12.2017
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

KORNVERTEILUNG

3/3

SIEBUNG					
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	24.13	0.0	2.000	0.35	97.1
0.063	25.71	15.2	4.000	2.16	97.3
0.125	72.51	31.4	8.000	2.07	98.7
0.250	26.32	77.1	16.0	0.00	100.0
0.500	4.52	93.6	31.5	0.00	100.0
1.000	1.01	96.5	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 158.78 g



Labornummer	—● 5/3			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	fS,ms,ū			
Bodengruppe	SŪ			
d10 / d60	- /0.161 mm			
Anteil < 0.063 mm	19.0 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/19.0/80.1/0.9 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	2.0E-006 m/s			
kf nach Seiler	-			

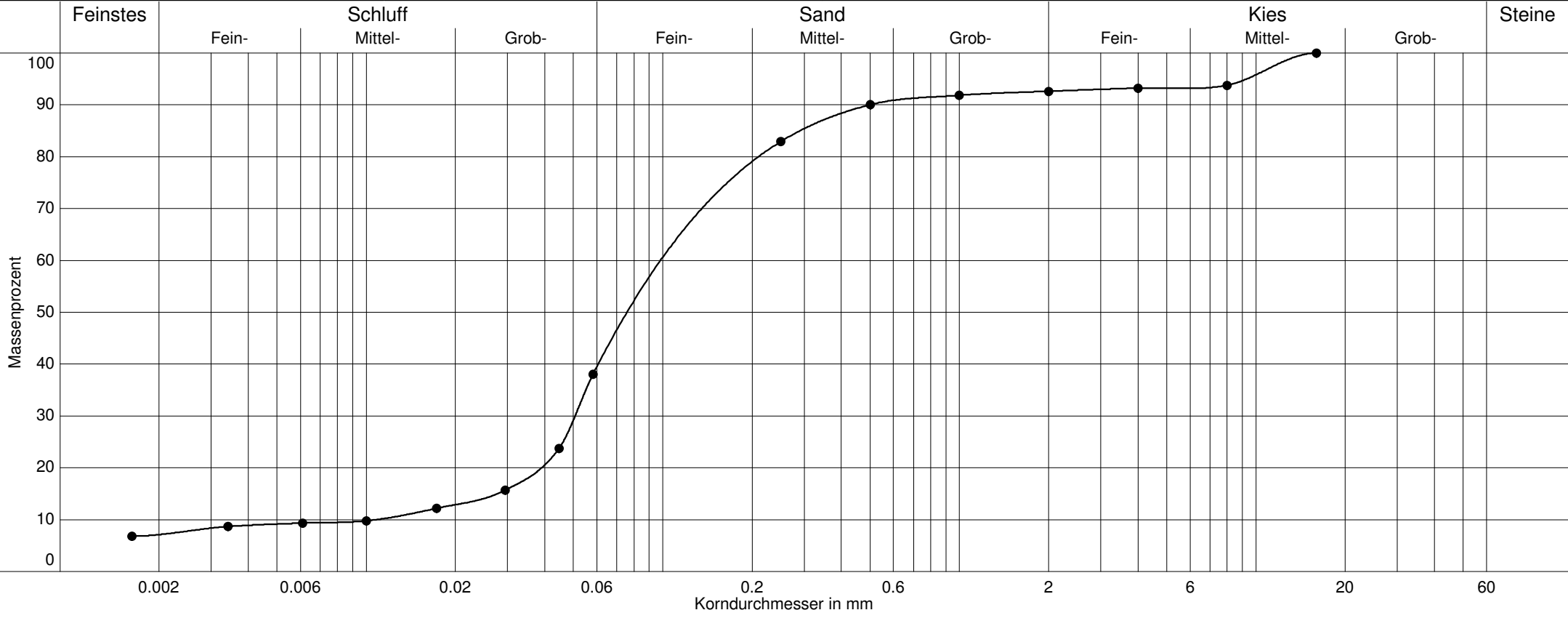
AMM GmbH	U-Bericht: B 5597
	BV / Projektnr.: Westbevern Bhf.
Gessertshausener Straße 3	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
86356 Neusäß	Datum: 29.12.2017
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

KORNVERTEILUNG

5/3

SIEBUNG					
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	27.42	0.0	2.000	0.42	99.1
0.063	35.49	19.0	4.000	0.54	99.4
0.125	63.26	43.6	8.000	0.38	99.7
0.250	14.49	87.4	16.0	0.00	100.0
0.500	1.83	97.5	31.5	0.00	100.0
1.000	0.45	98.8	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 144.28 g



Labornummer	—●— 6/4			
Ungleichförm. U	9.1			
Krümmungszahl Cc	2.4			
Bodenart	U, s, mg'			
Bodengruppe	U			
d10 / d60	0.011/0.098 mm			
Anteil < 0.063 mm	41.9 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	7.1/34.7/50.8/7.4 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Kaubisch	1.8E-008 m/s			
kf nach Seiler	-			

KORNVERTEILUNG

6/4

SIEBUNG

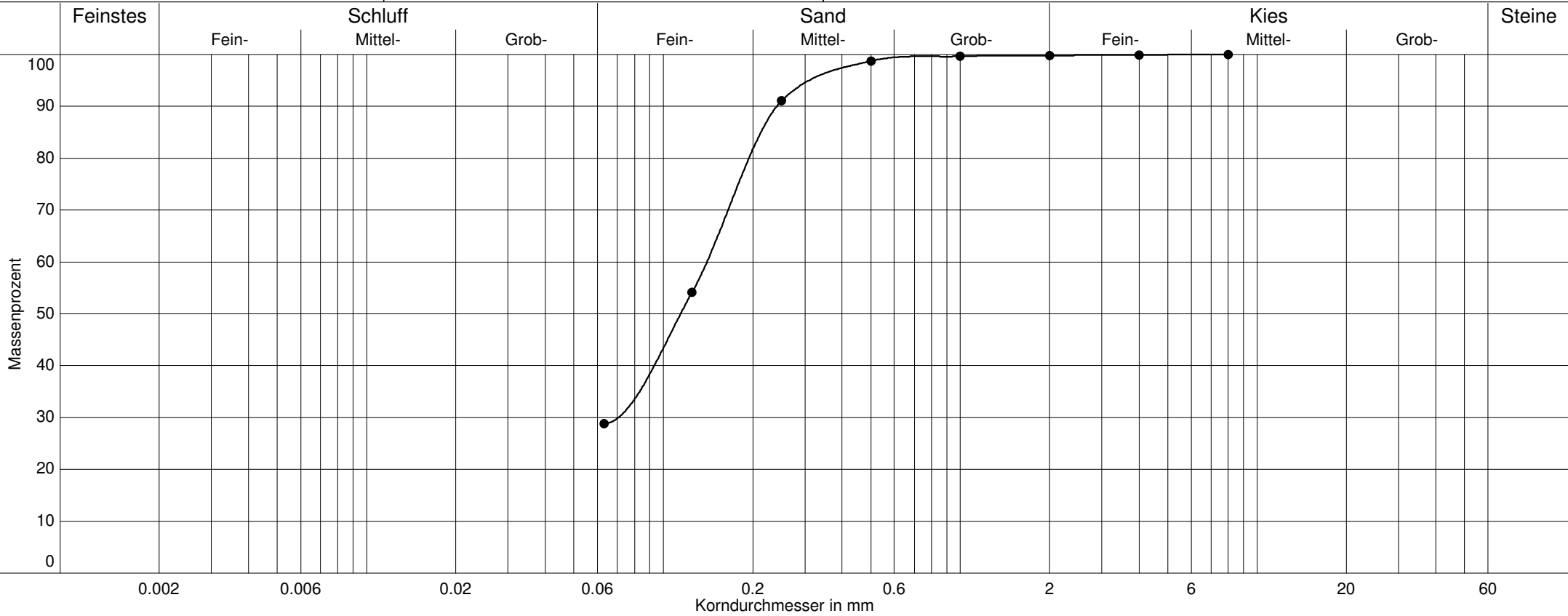
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	50.42	0.0	2.000	0.45	92.6
0.063	0.00	67.4	4.000	0.41	93.2
0.125	11.64	67.4	8.000	4.65	93.8
0.250	5.31	82.9	16.0	0.00	100.0
0.500	1.37	90.0	31.5	0.00	100.0
1.000	0.59	91.8	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 74.84 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	6.8	0.0294	15.7
0.0034	8.7	0.0447	23.7
0.0061	9.4	0.0582	38.0
0.0100	9.8	0.0805	41.6
0.0173	12.2		

Probengewicht: 42.80 g



Labornummer	—● 6/5			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	fS,ü,ms			
Bodengruppe	SÜ			
d10 / d60	- /0.140 mm			
Anteil < 0.063 mm	28.8 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/28.8/71.0/0.2 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	2.3E-007 m/s			
kf nach Seiler	-			

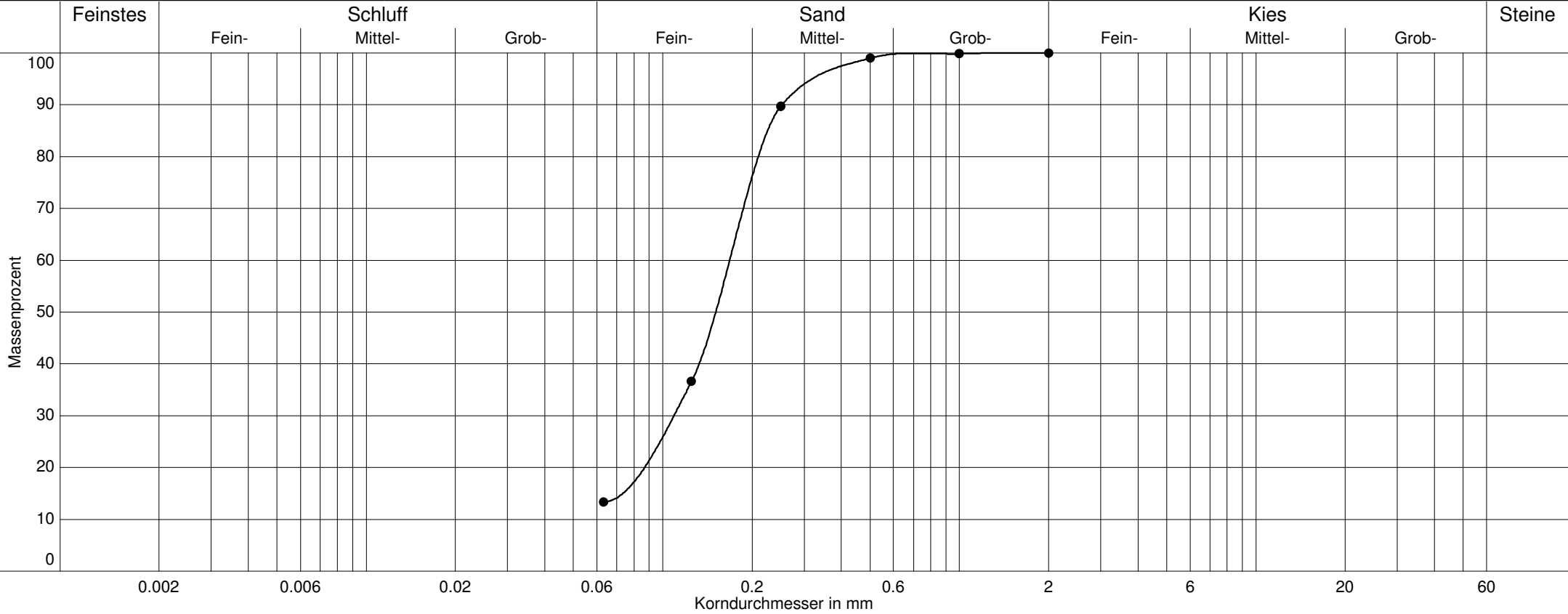
AMM GmbH	U-Bericht: B 5597
	BV / Projektnr.: Westbevern Bhf.
Gessertshausener Straße 3	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
86356 Neusäß	Datum: 29.12.2017
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

KORNVERTEILUNG

6/5

SIEBUNG					
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	42.19	0.0	2.000	0.15	99.8
0.063	37.04	28.8	4.000	0.13	99.9
0.125	53.97	54.2	8.000	0.00	100.0
0.250	11.24	91.1	16.0	0.00	100.0
0.500	1.35	98.7	31.5	0.00	100.0
1.000	0.22	99.7	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 146.29 g



Labornummer	—● 7/4			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	fS,ms,u			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	- /0.168 mm			
Anteil < 0.063 mm	13.3 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/13.3/86.7/0.0 %			
Bodenklasse	3			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	7.9E-006 m/s			
kf nach Seiler	-			

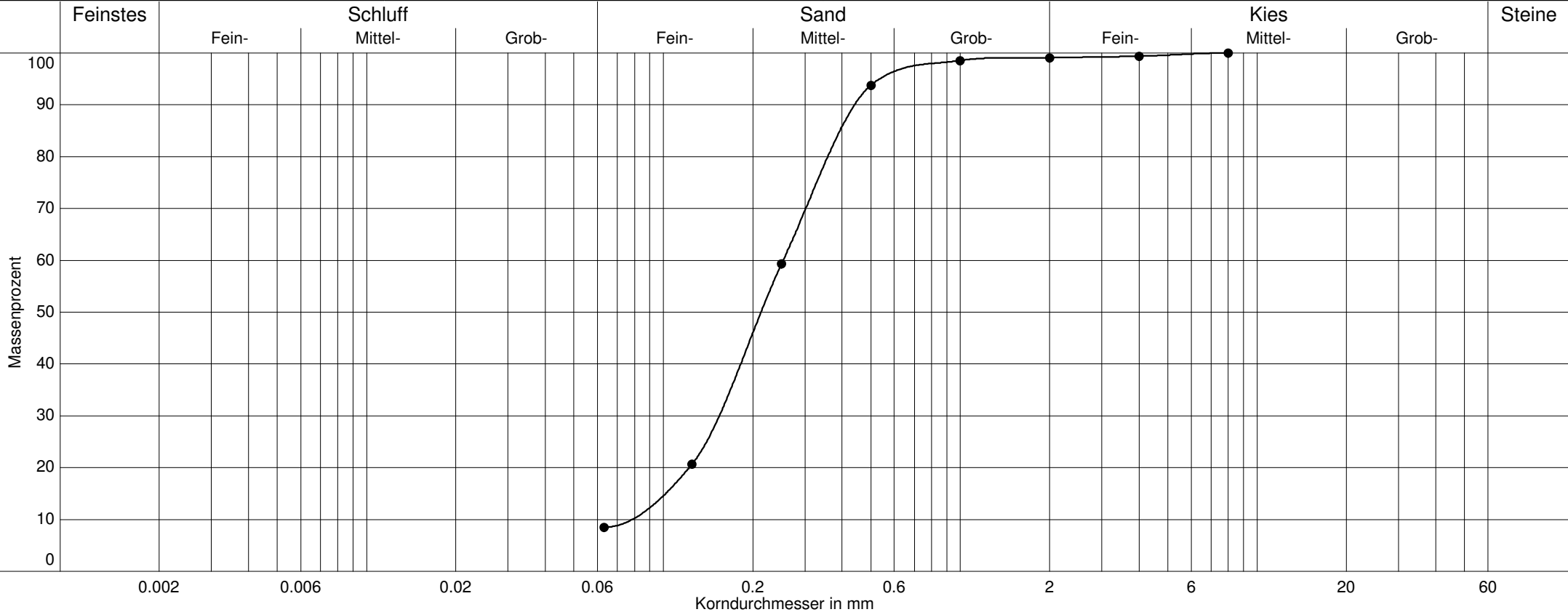
AMM GmbH	U-Bericht: B 5597
	BV / Projektnr.: Westbevern Bhf.
Gessertshausener Straße 3	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
86356 Neusäß	Datum: 29.12.2017
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

KORNVERTEILUNG

7/4

SIEBUNG					
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	19.67	0.0	2.000	0.00	100.0
0.063	34.34	13.3	4.000	0.00	100.0
0.125	78.38	36.6	8.000	0.00	100.0
0.250	13.68	89.7	16.0	0.00	100.0
0.500	1.26	99.0	31.5	0.00	100.0
1.000	0.21	99.9	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 147.54 g



Labornummer	—●— 8/3			
Ungleichförm. U	3.2			
Krümmungszahl Cc	1.2			
Bodenart	mS,fs,u'			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	0.079/0.253 mm			
Anteil < 0.063 mm	8.5 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/8.5/90.6/0.9 %			
Bodenklasse	3			
kf nach Hazen	7.2E-005 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
kf nach Seiler	-			

AMM GmbH	U-Bericht: B 5597
	BV / Projektnr.: Westbevern Bhf.
Gessertshausener Straße 3	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
86356 Neusäß	Datum: 29.12.2017
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

KORNVERTEILUNG

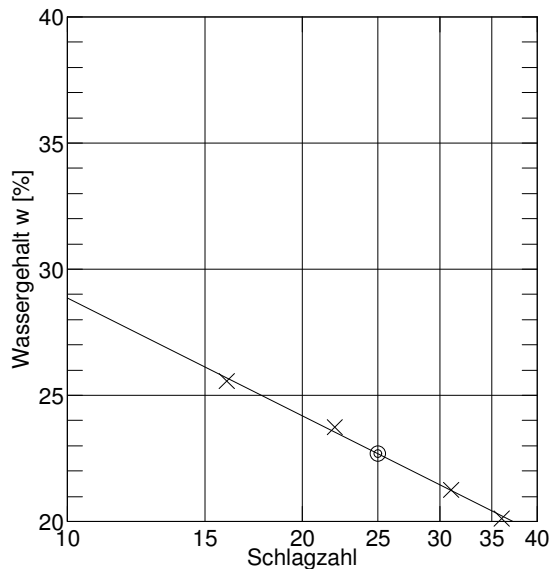
8/3

SIEBUNG					
Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	12.73	0.0	2.000	0.46	99.1
0.063	18.32	8.5	4.000	0.91	99.4
0.125	57.93	20.7	8.000	0.00	100.0
0.250	51.76	59.3	16.0	0.00	100.0
0.500	7.15	93.8	31.5	0.00	100.0
1.000	0.81	98.5	63.0	0.00	100.0

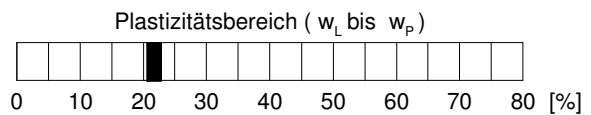
Gesamtgewicht: 150.07 g

AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5597
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Westbevern Bhf.
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: 1/4
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 29.12.2017
	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		16	22	31	36				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]		11.31	10.67	10.63	10.39	4.75	4.05	4.29	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]		9.25	8.85	8.97	8.85	4.14	3.57	3.76	
Behälter m_B [g]		1.19	1.18	1.19	1.20	1.20	1.19	1.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]		2.06	1.82	1.66	1.54	0.61	0.48	0.53	
Trockene Probe m_t [g]		8.05	7.67	7.78	7.66	2.95	2.38	2.57	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]		25.6	23.7	21.3	20.1	20.7	20.2	20.8	20.5



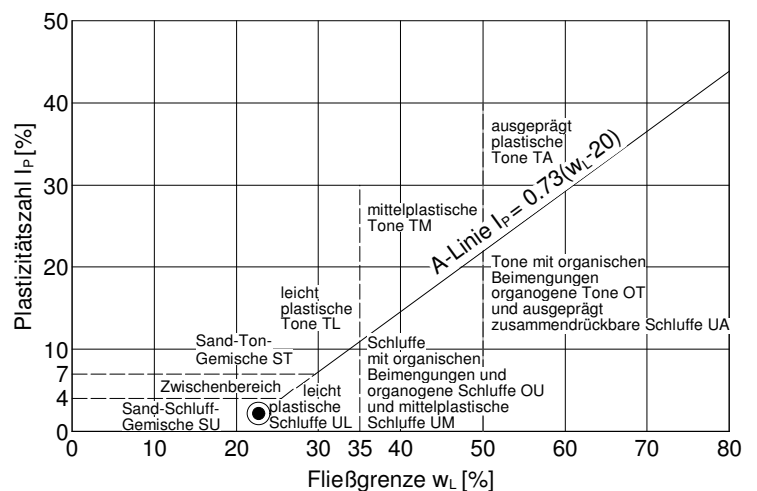
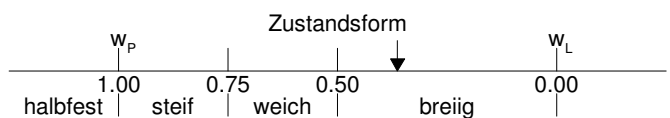
Überkornanteil $\ddot{u} = 0.0 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 21.9 \%$, $w_{N\ddot{u}} = 21.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 22.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 20.5 \%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 2.2 \%$

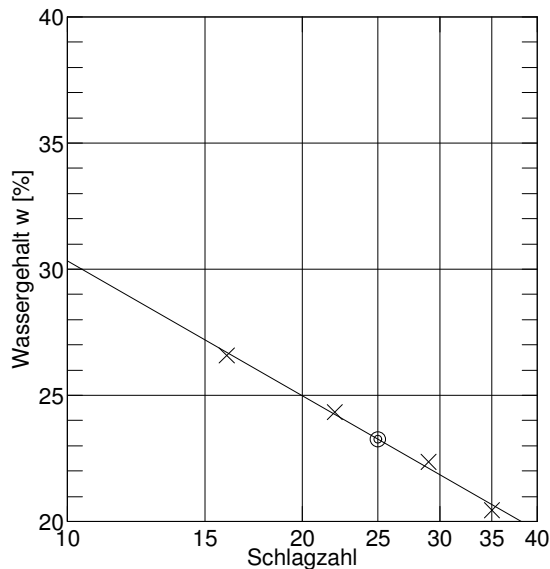
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_P} = 0.636$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_P} = 0.364$

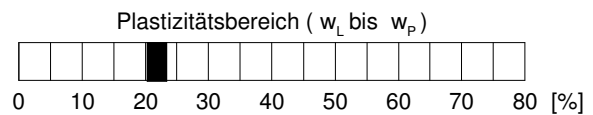


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5597
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Westbevern Bhf.
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: 1/5
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 29.12.2017
	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		16	22	29	35				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]		10.43	8.78	9.57	9.32	4.85	4.44	4.55	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]		8.49	7.29	8.04	7.94	4.22	3.90	3.99	
Behälter m_B [g]		1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19	1.18	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]		1.94	1.49	1.53	1.38	0.63	0.55	0.56	
Trockene Probe m_t [g]		7.31	6.12	6.85	6.75	3.03	2.71	2.81	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]		26.6	24.3	22.4	20.4	20.6	20.2	19.9	20.2



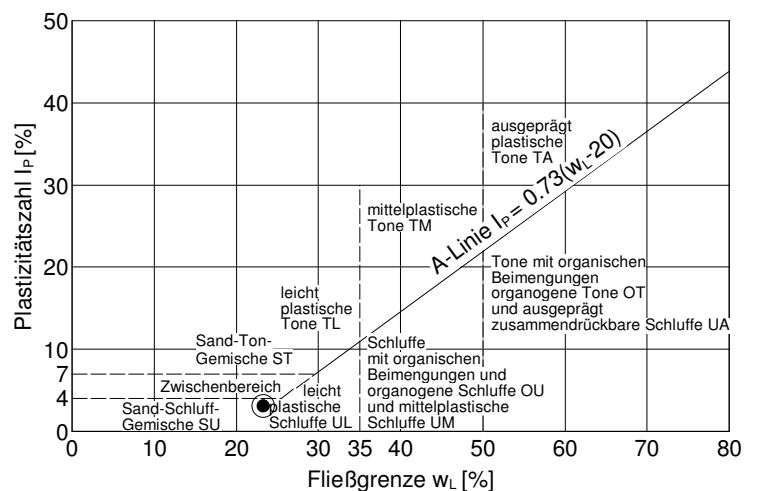
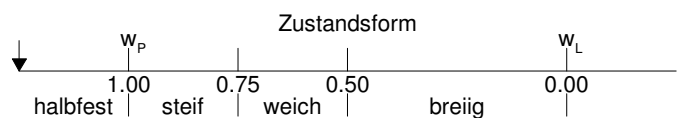
Überkornanteil $\ddot{u} = 0.0 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 17.3 \%$, $w_{N\ddot{u}} = 17.3 \%$
 Fließgrenze $w_L = 23.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 20.2 \%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 3.1 \%$

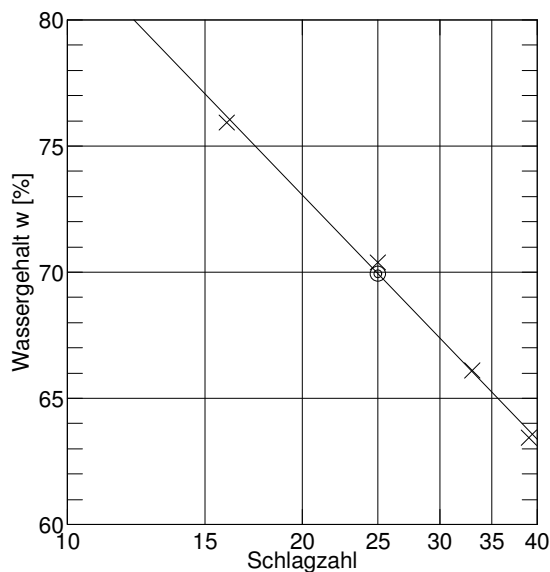
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = -0.935$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 1.935$

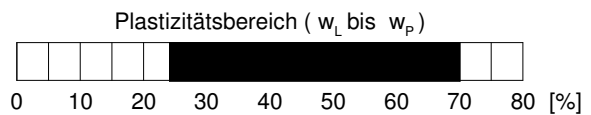


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5597
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Westbevern Bhf.
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: 1/9
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 29.12.2017
	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		16	25	33	39				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]		7.89	8.65	7.38	7.99	3.05	3.50	3.73	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]		5.00	5.56	4.92	5.35	2.69	3.04	3.24	
Behälter m_B [g]		1.19	1.18	1.19	1.19	1.18	1.18	1.18	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]		2.89	3.09	2.47	2.64	0.36	0.46	0.49	
Trockene Probe m_t [g]		3.81	4.39	3.73	4.16	1.51	1.86	2.06	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]		75.9	70.4	66.1	63.4	24.0	24.5	23.8	24.1



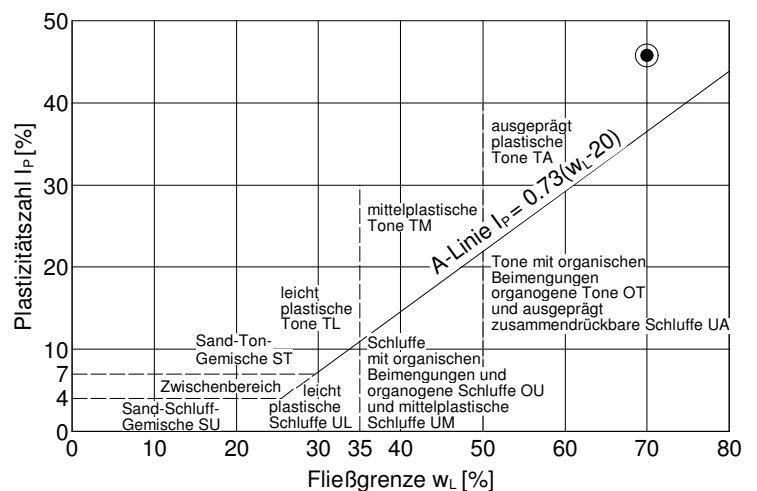
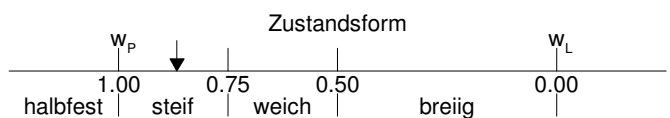
Überkornanteil $\ddot{u} = 16.3 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 25.3 \%$, $w_{N\ddot{u}} = 30.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 69.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 24.1 \%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 45.8 \%$

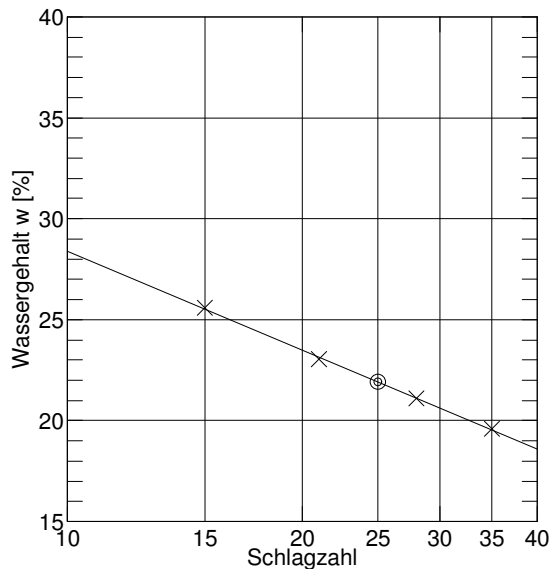
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.133$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.867$

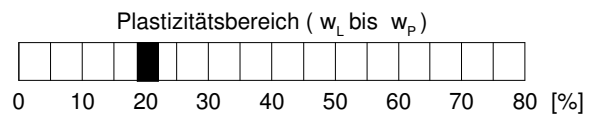


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5597
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Westbevern Bhf.
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, Herr Moser
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: 6/4
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 29.12.2017
	Bearbeiter: Frau Rehwinkel

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		15	21	28	35				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]		9.23	10.53	10.91	9.75	4.40	4.63	4.05	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]		7.59	8.78	9.22	8.35	3.89	4.08	3.60	
Behälter m_B [g]		1.20	1.19	1.19	1.18	1.18	1.20	1.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]		1.64	1.75	1.70	1.40	0.51	0.54	0.45	
Trockene Probe m_t [g]		6.39	7.59	8.03	7.16	2.70	2.89	2.41	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]		25.6	23.0	21.1	19.6	19.0	18.7	18.6	18.8



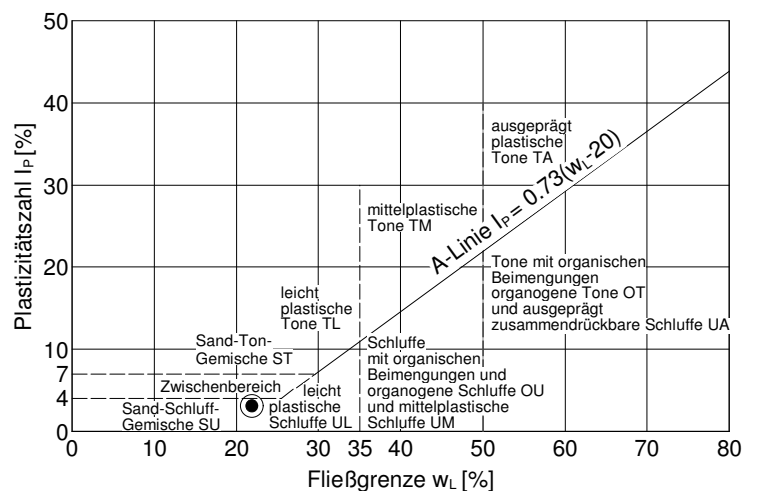
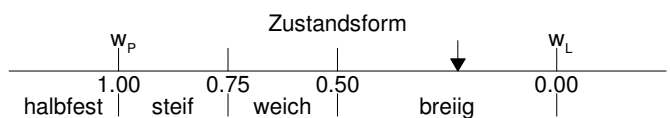
Überkornanteil $\ddot{u} = 6.3 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 19.9 \%$, $w_{N\ddot{u}} = 21.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 21.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 18.8 \%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 3.1 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.774$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.226$





Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 5

Grundbruch- und Setzungsberechnungen der von Lieberman GmbH

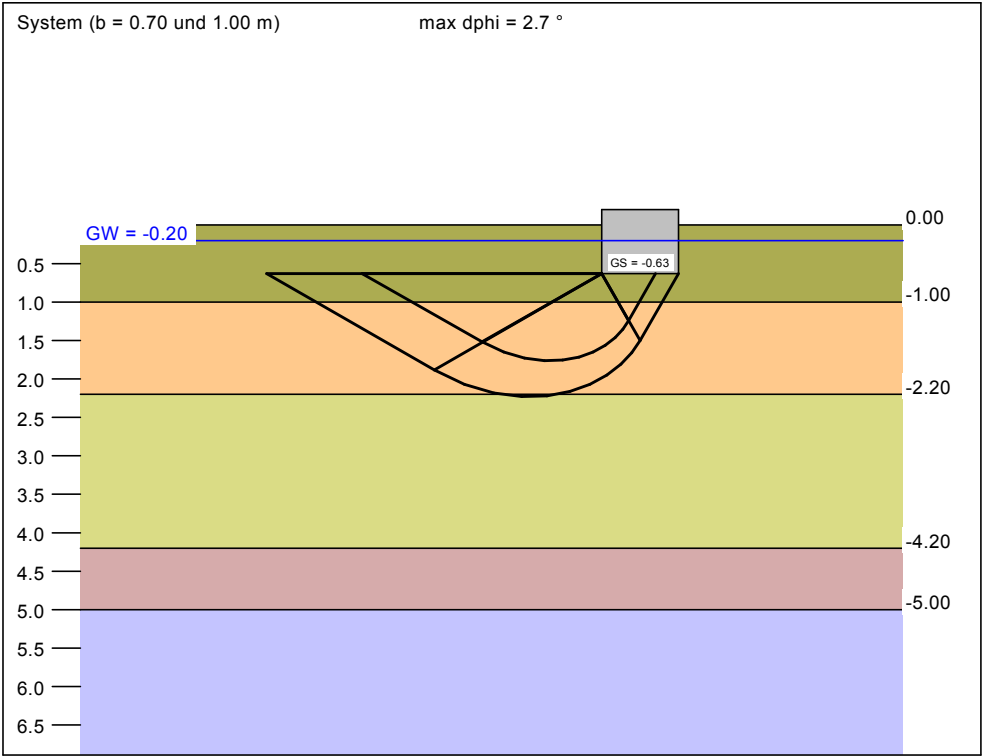
[6 Seiten]

Bestandsbahnsteigerhöhung Bahnhof Westbevern

Bahnsteig 1
-Grundbruchberechnung-

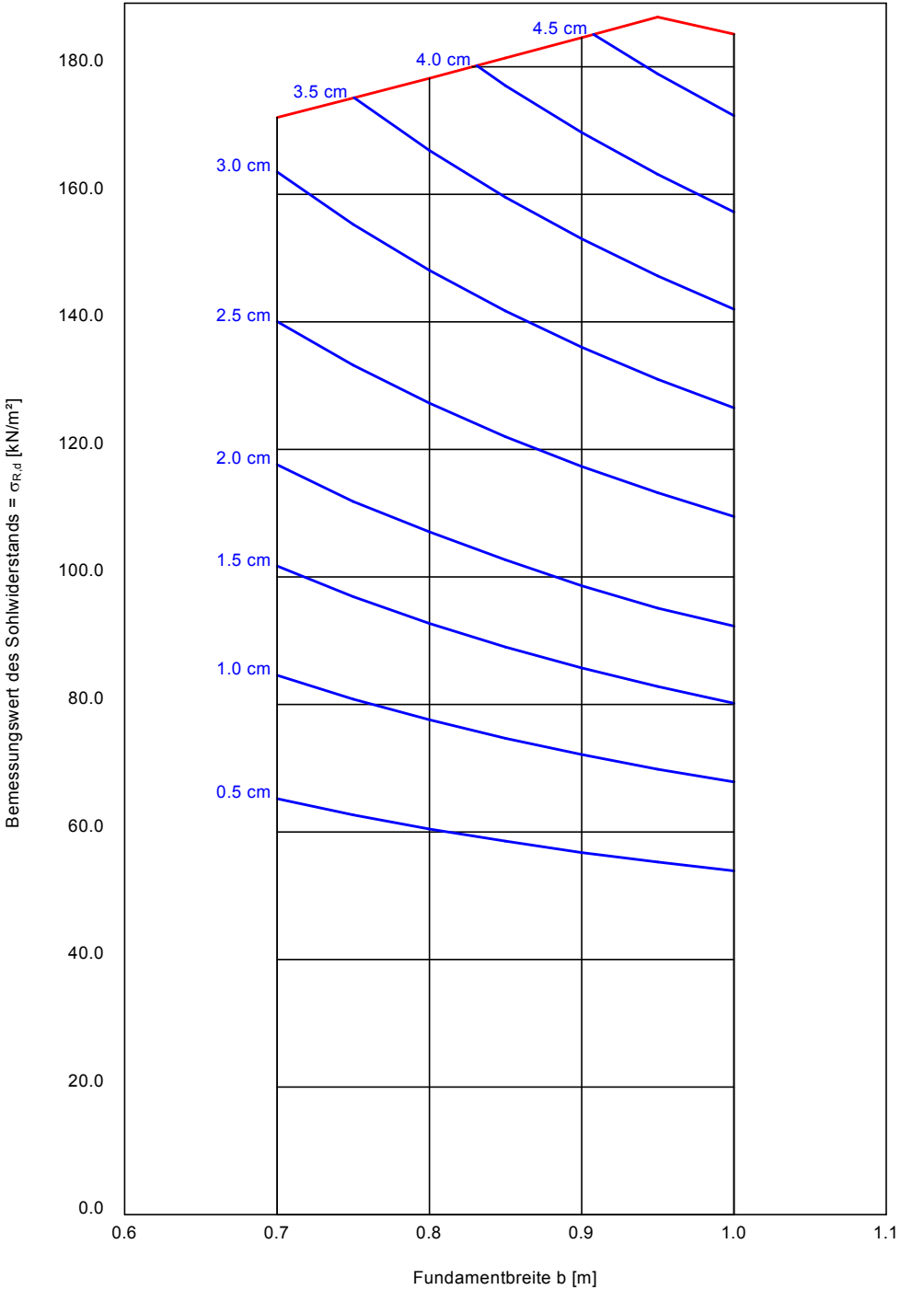
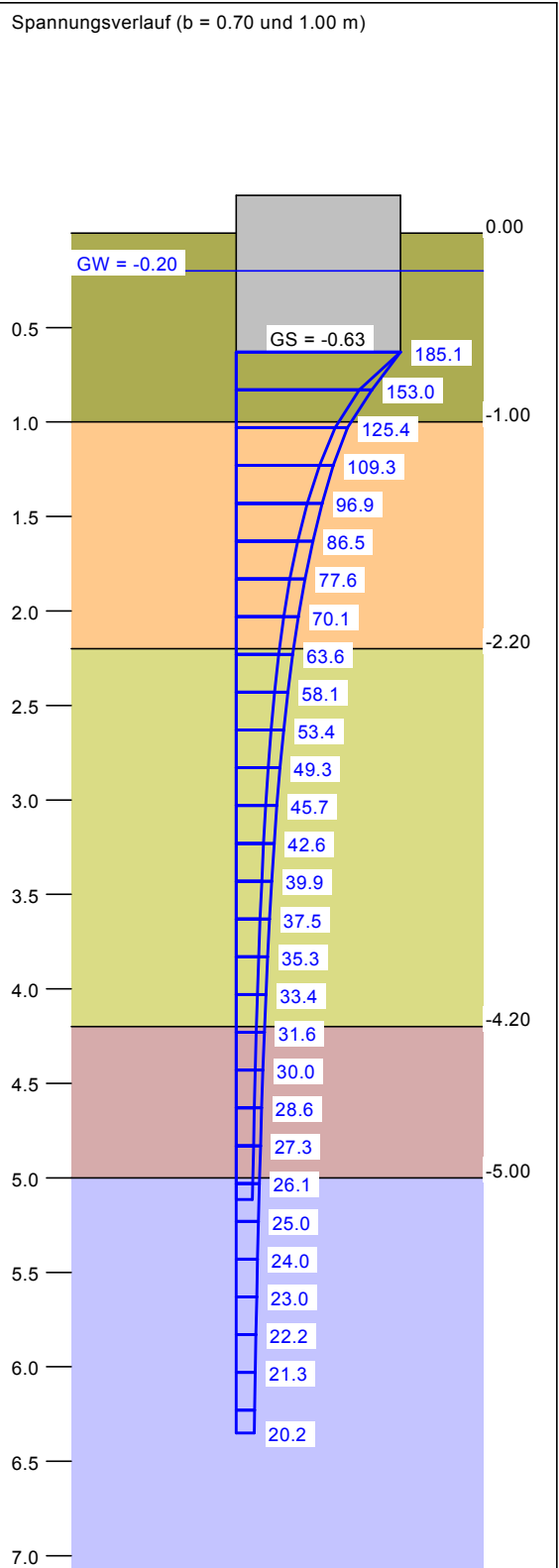
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Standardboden (Bodenersatzmaterial)
	17.5	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand (sehr locker, 2. BGS)
	20.0	10.0	27.5	0.0	1.5	0.00	Auenlehm (3. BGS)
	19.0	11.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Sand (mitteldicht, 4. BGS)
	19.0	9.0	17.5	10.0	7.0	0.00	Auenton (5. BGS)

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 85.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.200
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.200 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.200) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.380$
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -0.63 m
Grundwasser = -0.20 m
Vorbelastung = 15.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
85.00	0.70	172.1	120.5	124.7	3.20 *	30.6	0.00	10.00	8.20	5.11	1.76	3.9
85.00	0.75	175.1	131.3	126.9	3.50 *	30.6	0.00	10.00	8.20	5.34	1.84	3.6
85.00	0.80	178.2	142.6	129.1	3.81 *	30.6	0.00	10.00	8.20	5.57	1.92	3.4
85.00	0.85	181.4	154.2	131.4	4.12 *	30.5	0.00	10.00	8.20	5.80	2.00	3.2
85.00	0.90	184.6	166.1	133.8	4.45 *	30.5	0.00	10.00	8.20	6.02	2.08	3.0
85.00	0.95	187.8	178.4	136.1	4.78 *	30.5	0.00	10.00	8.20	6.24	2.16	2.8
85.00	1.00	185.1	185.1	134.2	4.93 *	30.2	0.00	10.00	8.20	6.35	2.23	2.7

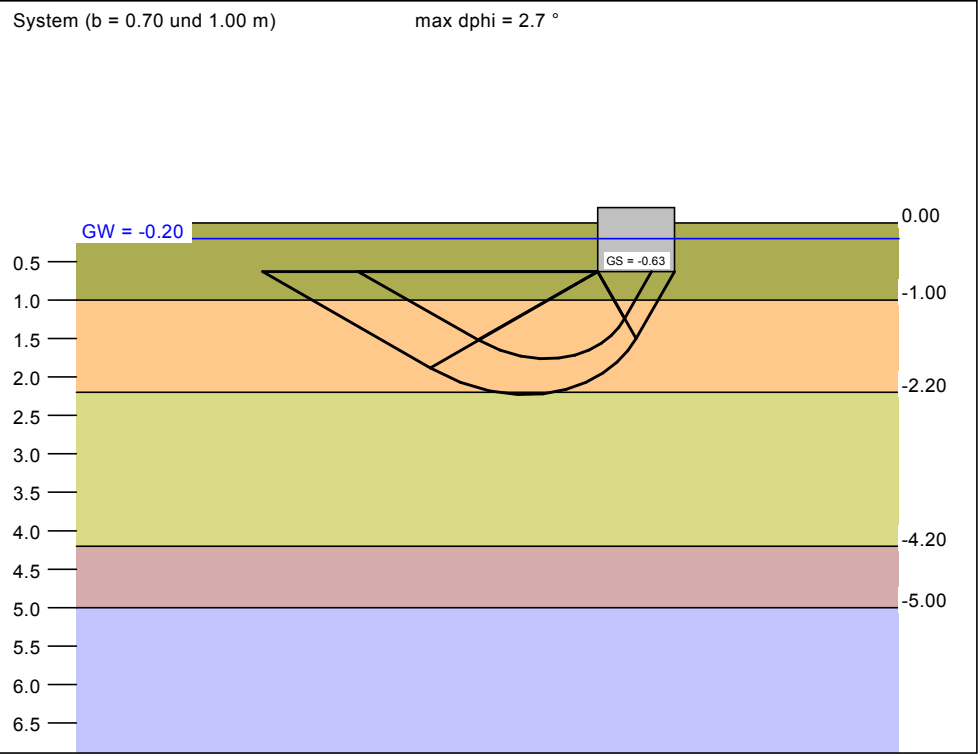
* Vorbelastung = 15.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.38) = \sigma_{of,k} / 1.93$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.20



Bestandsbahnsteigerhöhung Bahnhof Westbevern

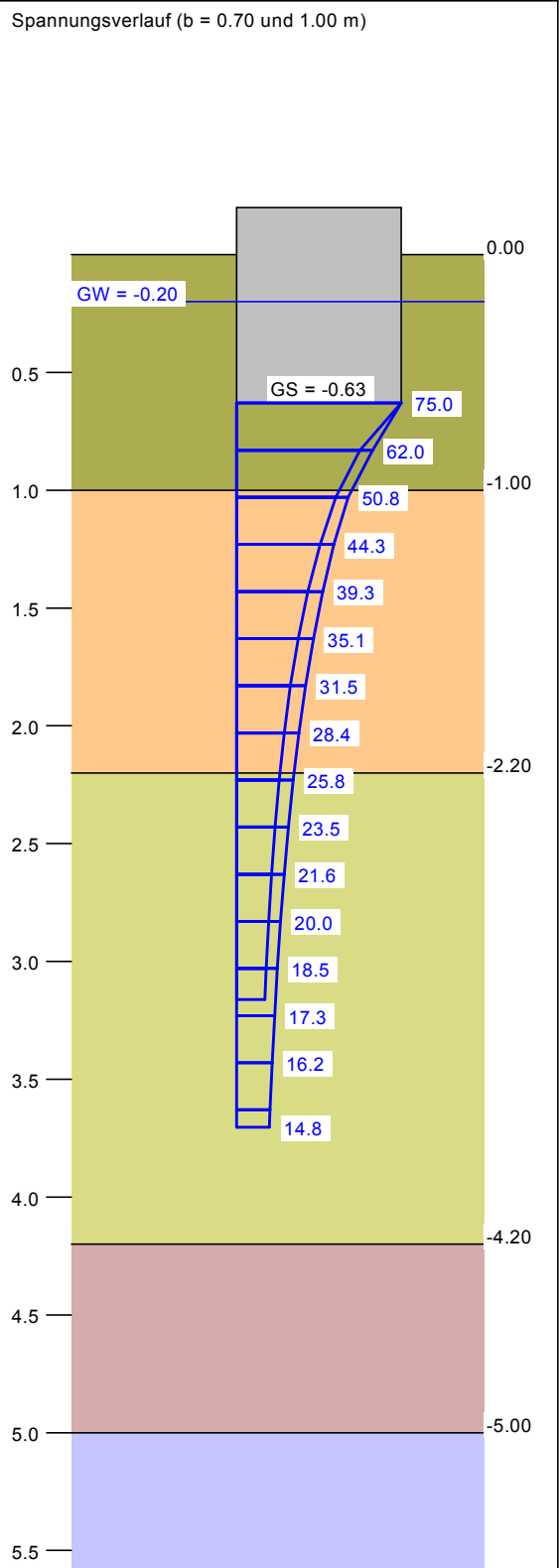
Bahnsteig 1
-kritische Setzungsberechnung-

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Standardboden (Bodenersatzmaterial)
	17.5	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand (sehr locker, 2. BGS)
	20.0	10.0	27.5	0.0	1.5	0.00	Auenlehm (3. BGS)
	19.0	11.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Sand (mitteldicht, 4. BGS)
	19.0	9.0	17.5	10.0	7.0	0.00	Auenton (5. BGS)

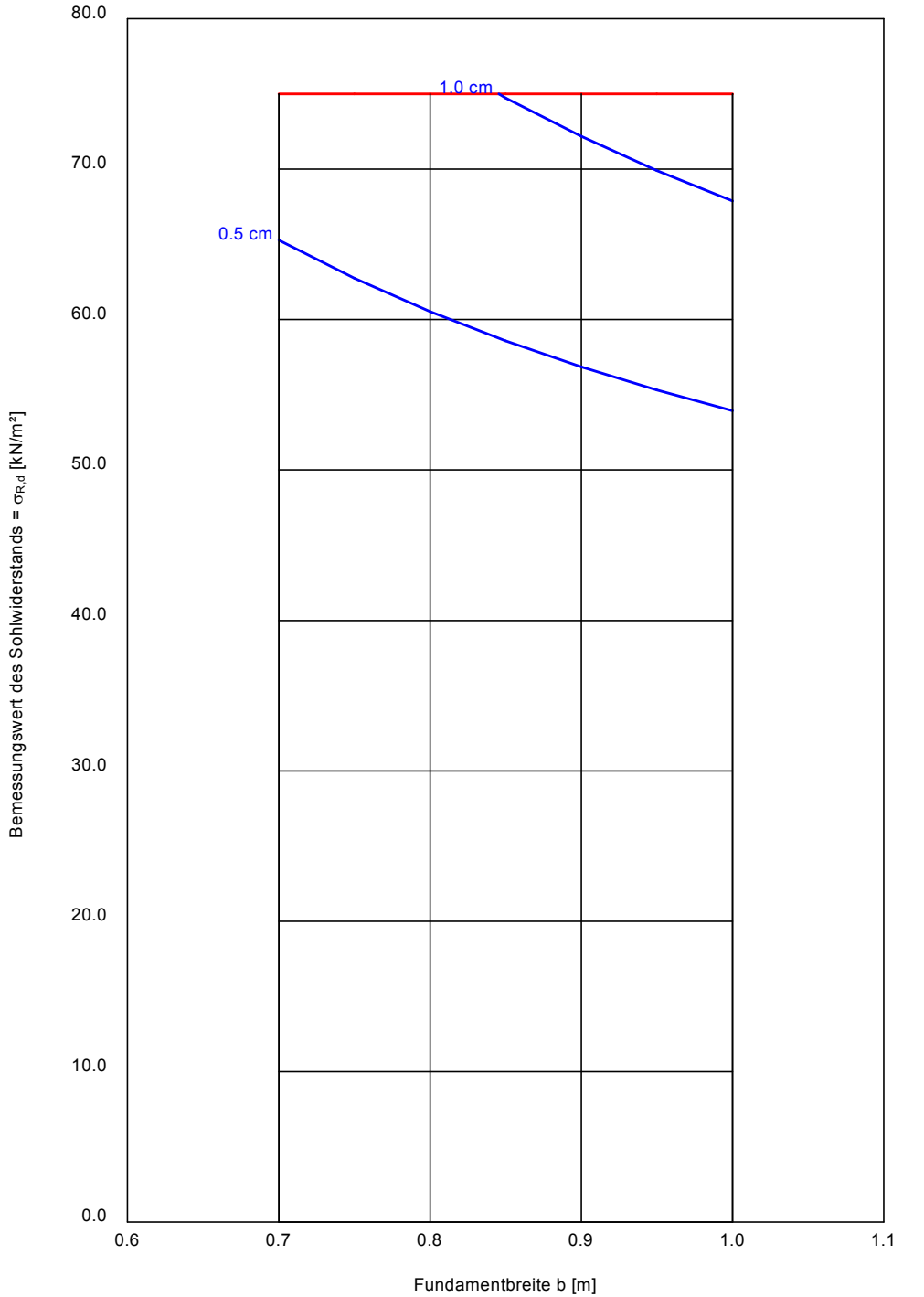


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
85.00	0.70	75.0	52.5	54.3	0.74 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.16	1.76	7.3
85.00	0.75	75.0	56.3	54.3	0.83 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.26	1.84	6.6
85.00	0.80	75.0	60.0	54.3	0.92 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.35	1.92	5.9
85.00	0.85	75.0	63.8	54.3	1.01 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.45	2.00	5.4
85.00	0.90	75.0	67.5	54.3	1.10 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.53	2.08	4.9
85.00	0.95	75.0	71.3	54.3	1.19 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.62	2.16	4.6
85.00	1.00	75.0	75.0	54.3	1.28 *	30.2	0.00	10.00	8.20	3.70	2.23	4.2

* Vorbelastung = 15.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.38) = \sigma_{of,k} / 1.93$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.20



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 85.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.200
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.200 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.200) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.380$
 $\sigma_{R,d}$ auf 75.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -0.63 m
Grundwasser = -0.20 m
Vorbelastung = 15.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



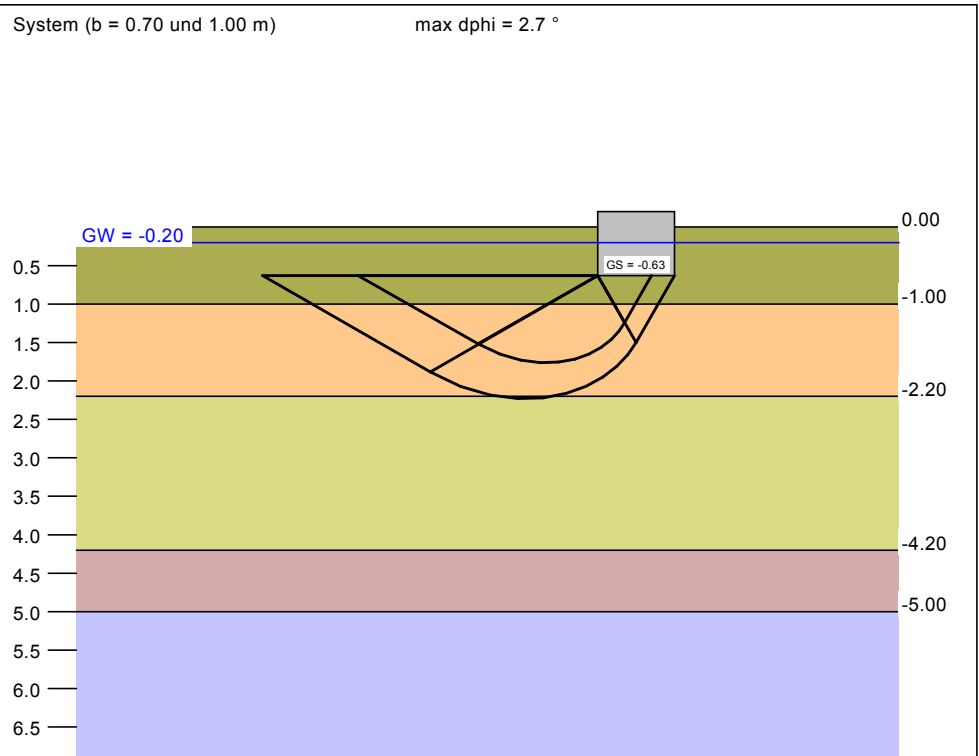
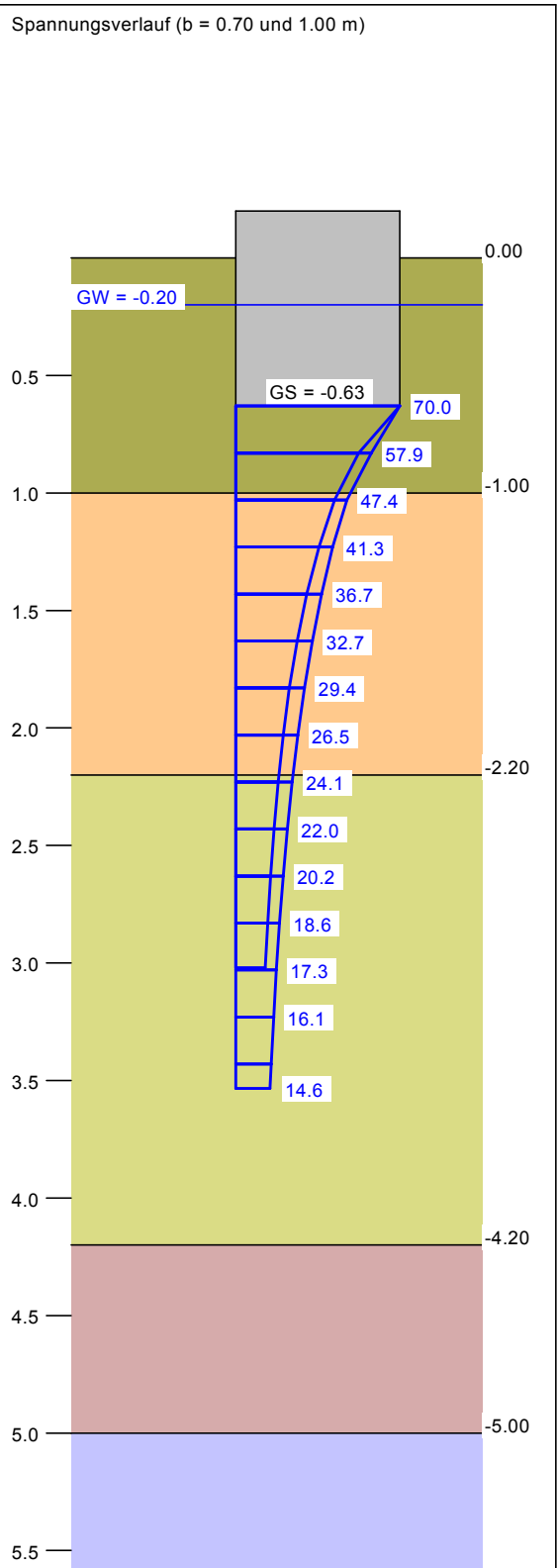
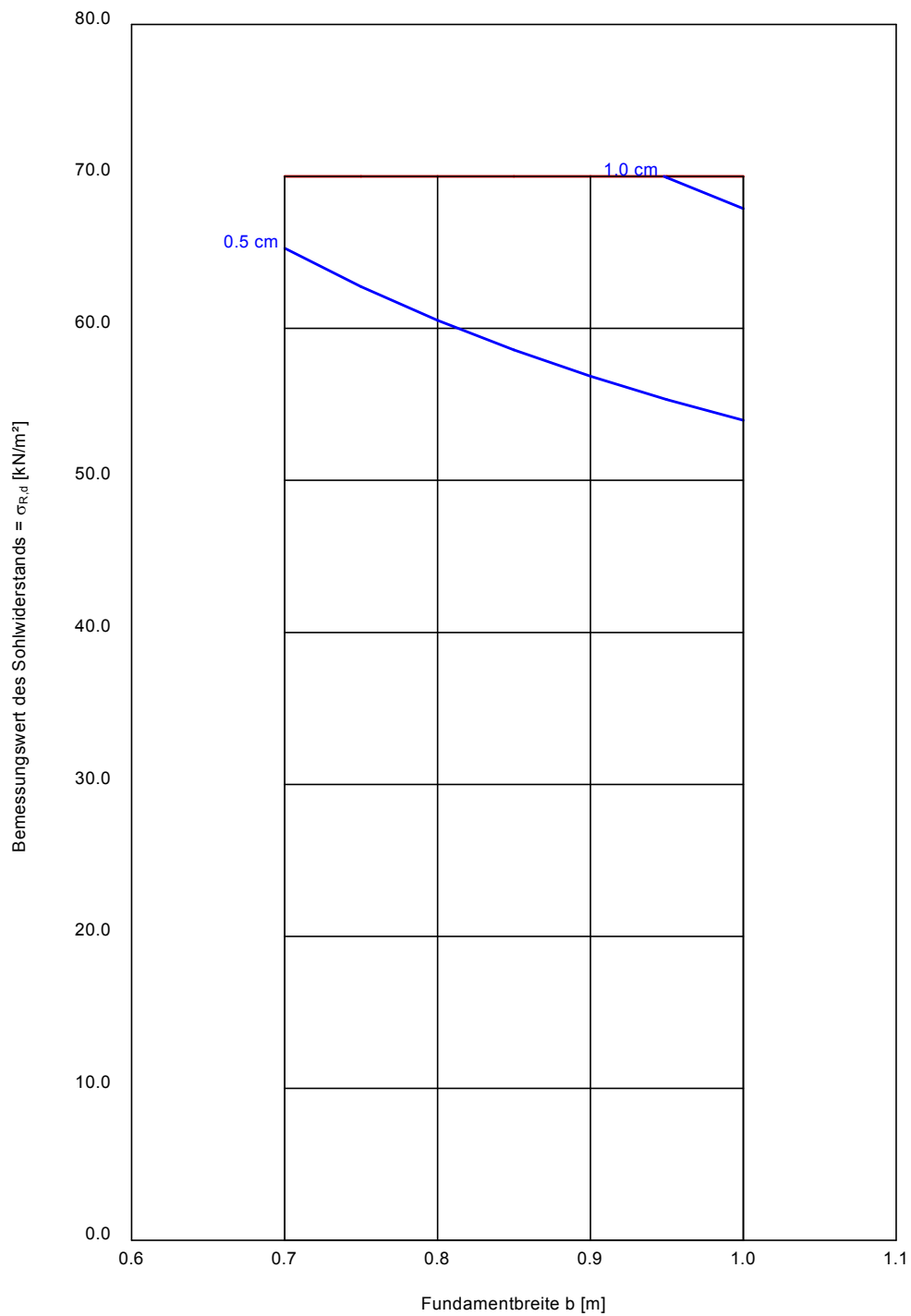
Bestandsbahnsteigerhöhung Bahnhof Westbevern

Bahnsteig 1 -Setzungsrechnung-

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 85.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.200
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.200 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.200) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.380$
 $\sigma_{R,d}$ auf 70.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -0.63 m
Grundwasser = -0.20 m
Vorbelastung = 15.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
— Setzungen



a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal ϕ	cal c	γ_2	$\sigma_{\bar{U}}$	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]	[MN/m ²]
85.00	0.70	70.0	49.0	50.7	0.61 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.02	1.76	8.3
85.00	0.75	70.0	52.5	50.7	0.69 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.11	1.84	7.3
85.00	0.80	70.0	56.0	50.7	0.77 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.20	1.92	6.6
85.00	0.85	70.0	59.5	50.7	0.85 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.29	2.00	6.0
85.00	0.90	70.0	63.0	50.7	0.92 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.37	2.08	5.5
85.00	0.95	70.0	66.5	50.7	1.00 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.45	2.16	5.1
85.00	1.00	70.0	70.0	50.7	1.08 *	30.2	0.00	10.00	8.20	3.53	2.23	4.7

* Vorbelastung = 15.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.38) = \sigma_{of,k} / 1.93$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.20

Bestandsbahnsteigerhöhung Bahnhof Westbevern

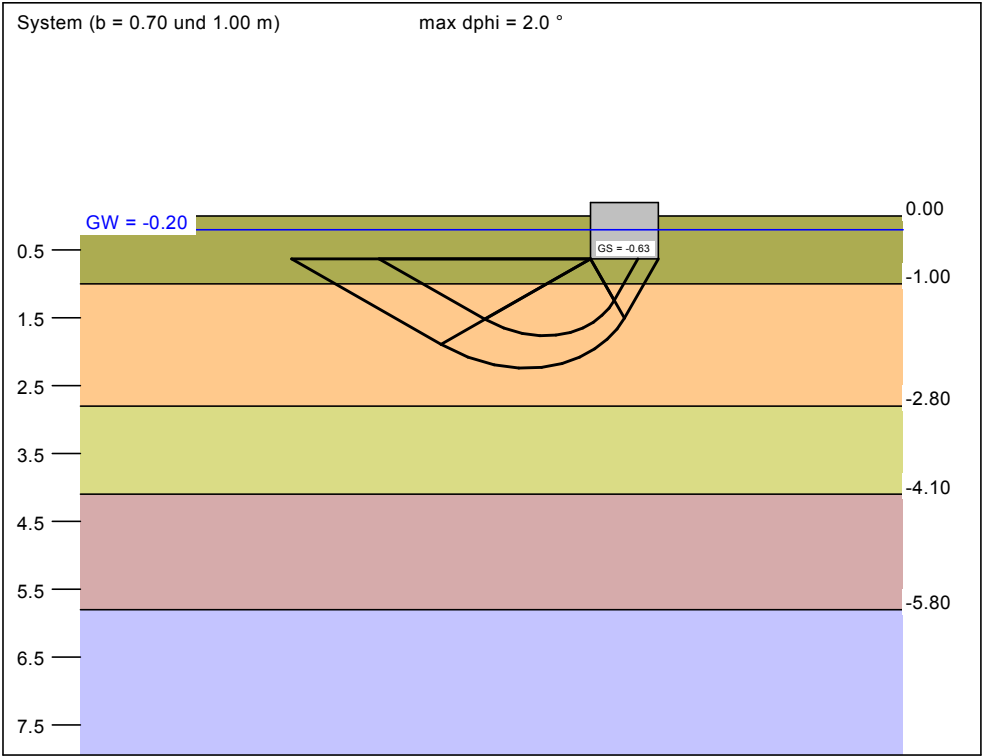
Bahnsteig 2 -Grundbruchberechnung-

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 60.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -0.63 m
Grundwasser = -0.20 m
Vorbelastung = 15.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

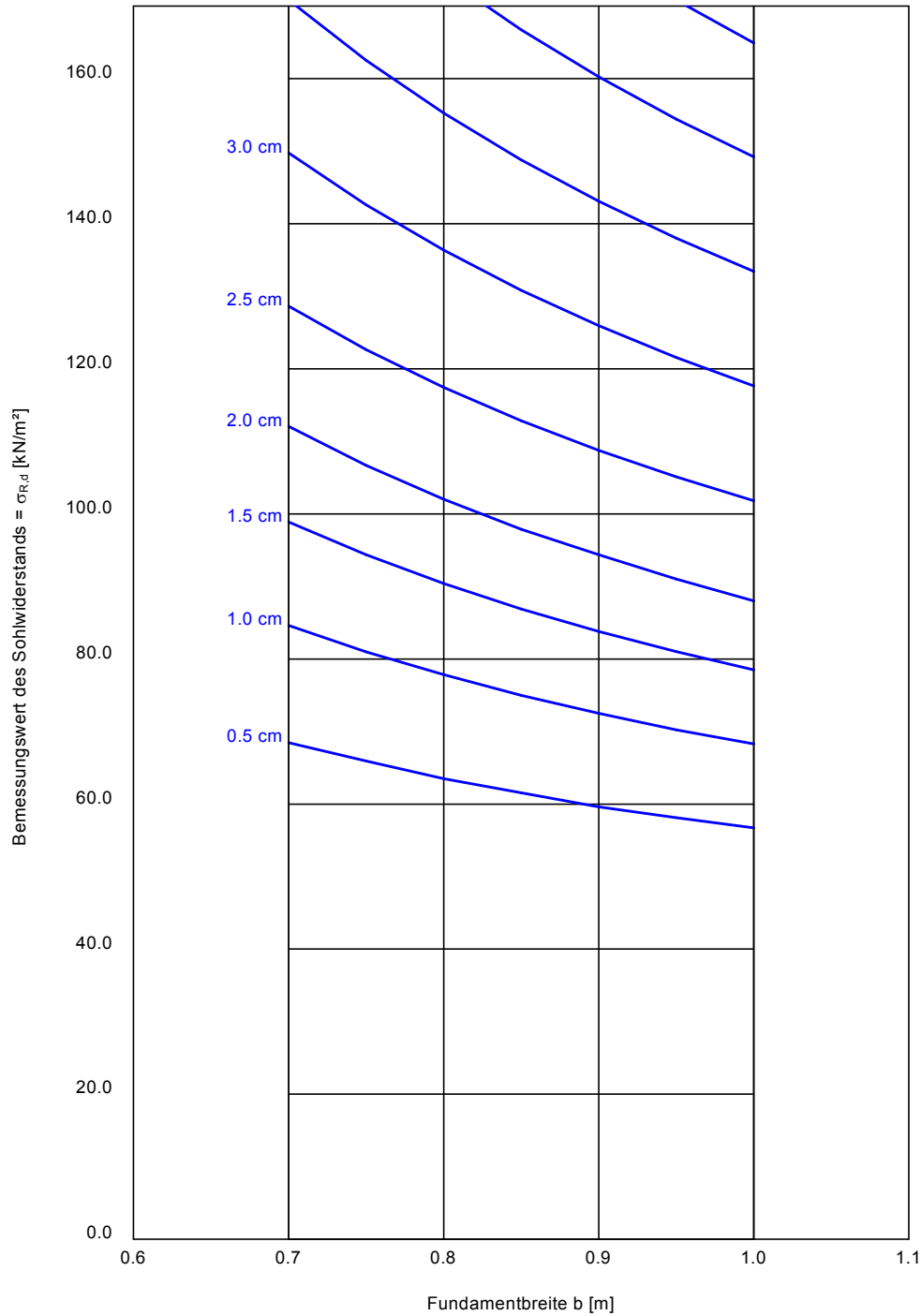
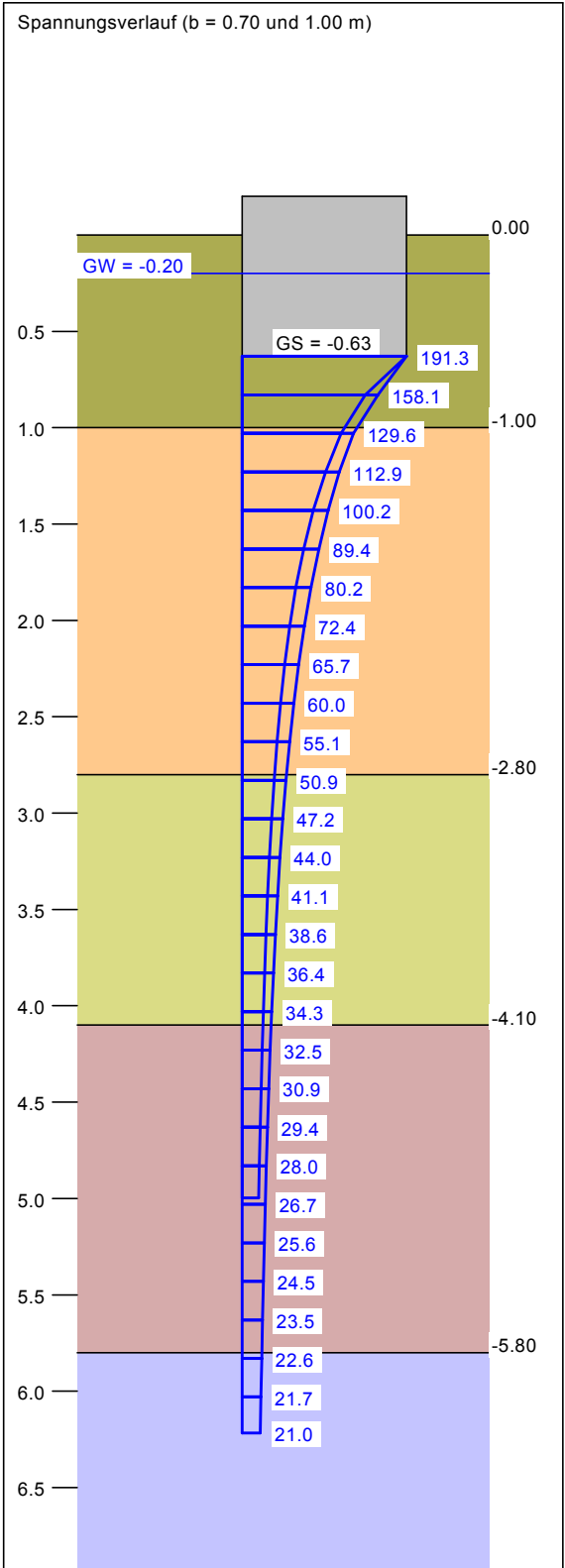
— Sohldruck
— Setzungen

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Standardboden (Bodenersatzmaterial)
	17.5	10.0	30.0	0.0	5.0	0.00	Sand (sehr locker, 2. BGS)
	20.0	10.0	27.5	0.0	1.00	0.00	Auenlehm (3. BGS)
	19.0	11.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Sand (mitteldicht, 4. BGS)
	19.0	9.0	17.5	10.0	7.0	0.00	Auenton (5. BGS)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
60.00	0.70	172.2	120.6	120.9	3.53 *	30.6	0.00	10.00	8.20	5.00	1.76	3.4
60.00	0.75	175.3	131.5	123.0	3.82 *	30.6	0.00	10.00	8.20	5.20	1.84	3.2
60.00	0.80	178.4	142.7	125.2	4.11 *	30.6	0.00	10.00	8.20	5.40	1.92	3.0
60.00	0.85	181.5	154.3	127.4	4.41 *	30.5	0.00	10.00	8.20	5.60	2.00	2.9
60.00	0.90	184.8	166.3	129.7	4.72 *	30.5	0.00	10.00	8.20	5.79	2.08	2.7
60.00	0.95	188.0	178.6	131.9	5.06 *	30.5	0.00	10.00	8.20	6.01	2.16	2.6
60.00	1.00	191.3	191.3	134.2	5.41 *	30.5	0.00	10.00	8.20	6.22	2.24	2.5

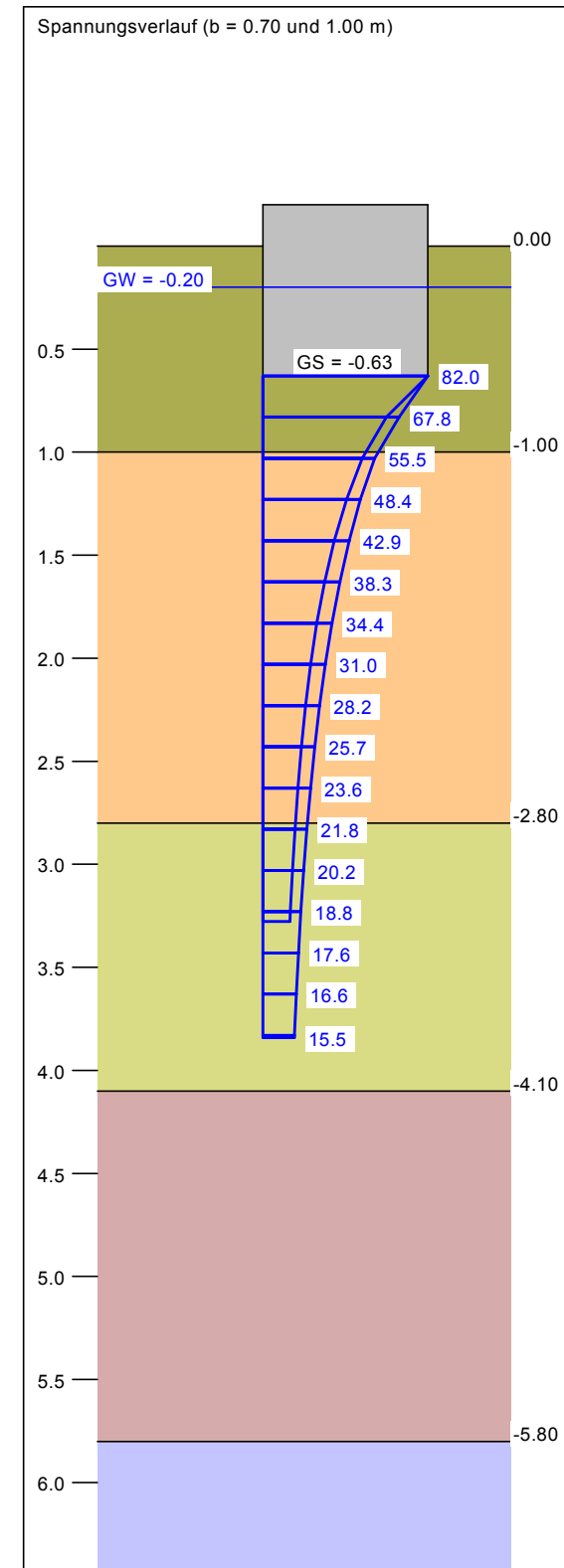
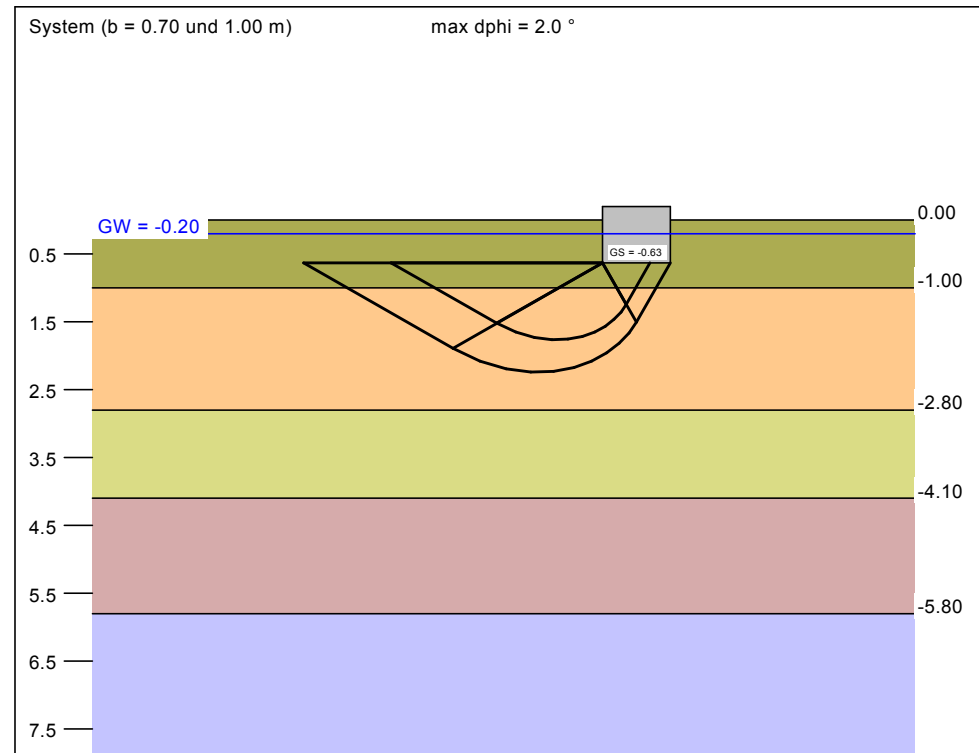
* Vorbelastung = 15.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Bestandsbahnsteigerhöhung Bahnhof Westbevern

Bahnsteig 2 -kritische Setzungsberechnung-

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Standardboden (Bodenersatzmaterial)
	17.5	10.0	30.0	0.0	10.0	0.00	Sand (sehr locker, 2. BGS)
	20.0	10.0	27.5	0.0	1.00	0.00	Auenlehm (3. BGS)
	19.0	11.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Sand (mitteldicht, 4. BGS)
	19.0	9.0	17.5	10.0	7.0	0.00	Auenton (5. BGS)



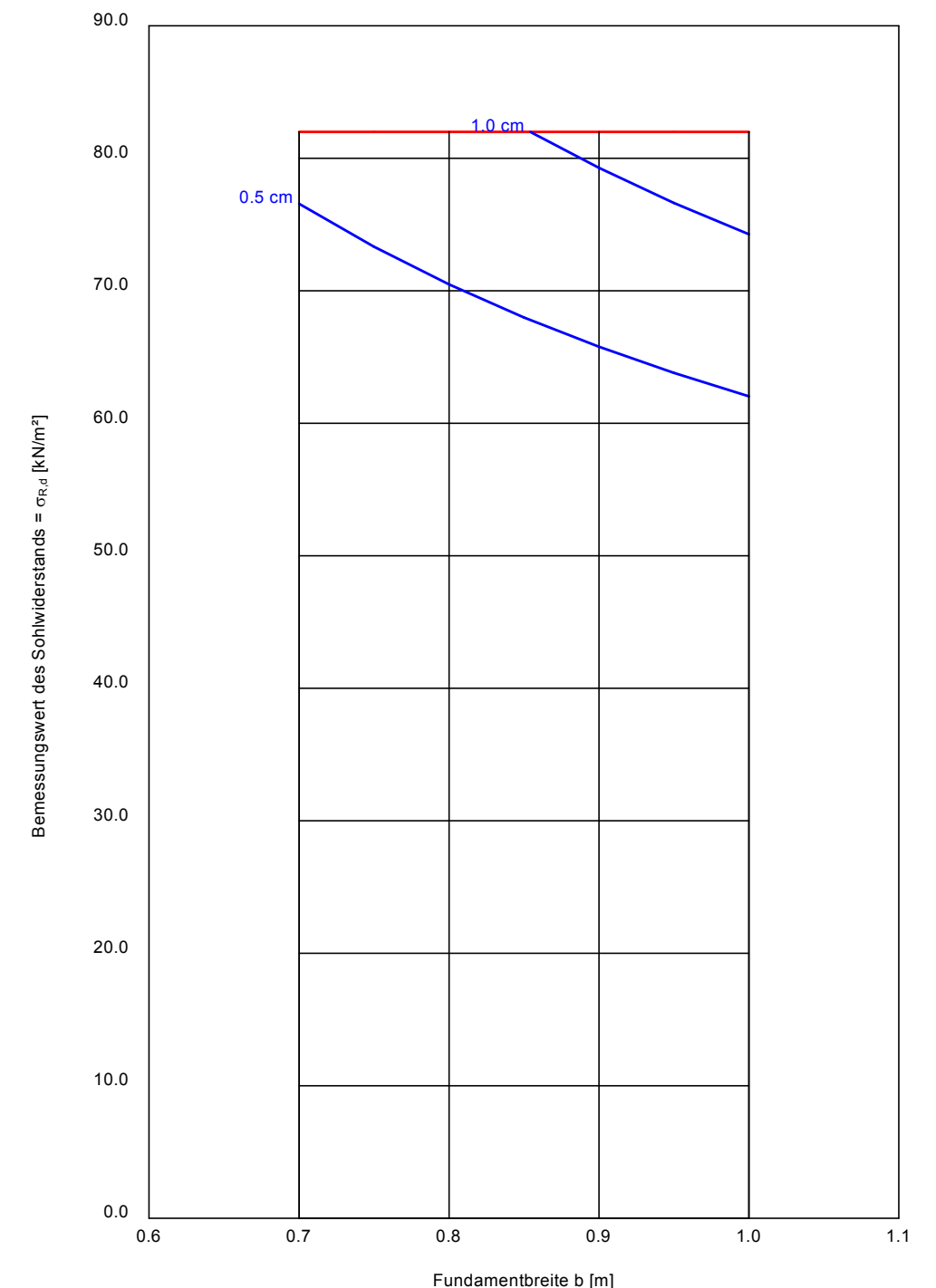
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ²]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m ²]
60.00	0.70	82.0	57.4	57.5	0.65 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.28	1.76	8.9
60.00	0.75	82.0	61.5	57.5	0.76 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.38	1.84	7.6
60.00	0.80	82.0	65.6	57.5	0.87 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.48	1.92	6.6
60.00	0.85	82.0	69.7	57.5	0.99 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.57	2.00	5.8
60.00	0.90	82.0	73.8	57.5	1.11 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.67	2.08	5.2
60.00	0.95	82.0	77.9	57.5	1.23 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.75	2.16	4.7
60.00	1.00	82.0	82.0	57.5	1.35 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.84	2.24	4.3

* Vorbelastung = 15,0 kN/m²

$$\sigma_{E,k} = \sigma_{0f,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0f,k} / (1,40 \cdot 1,43) = \sigma_{0f,k} / 1,99 \quad (\text{für Setzungen})$$

Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0,50

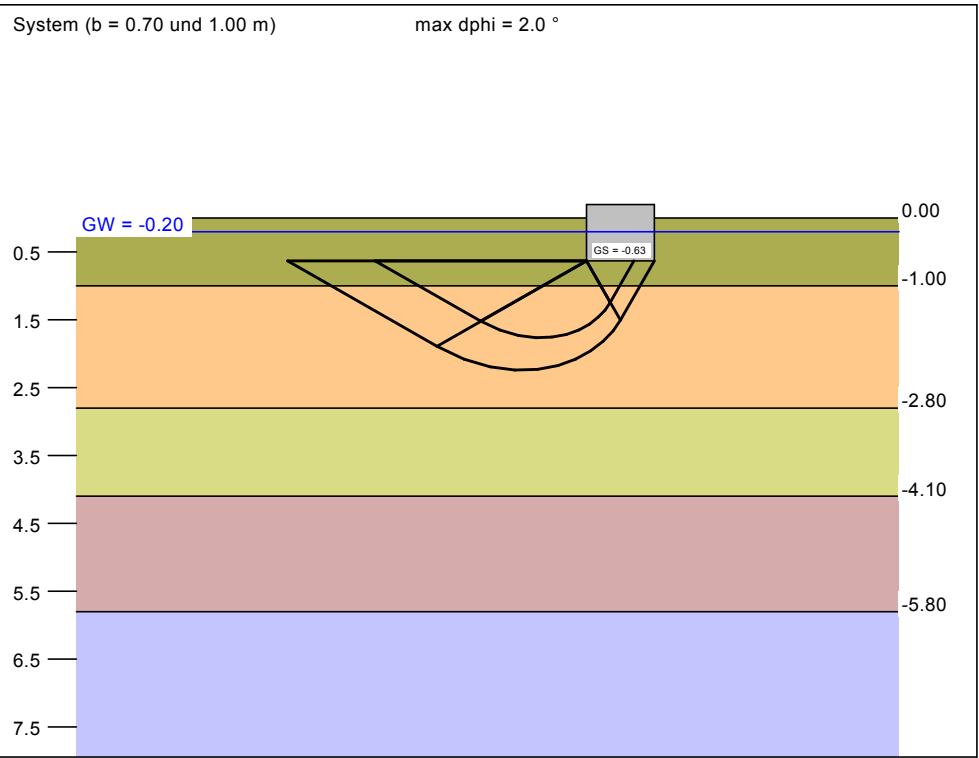
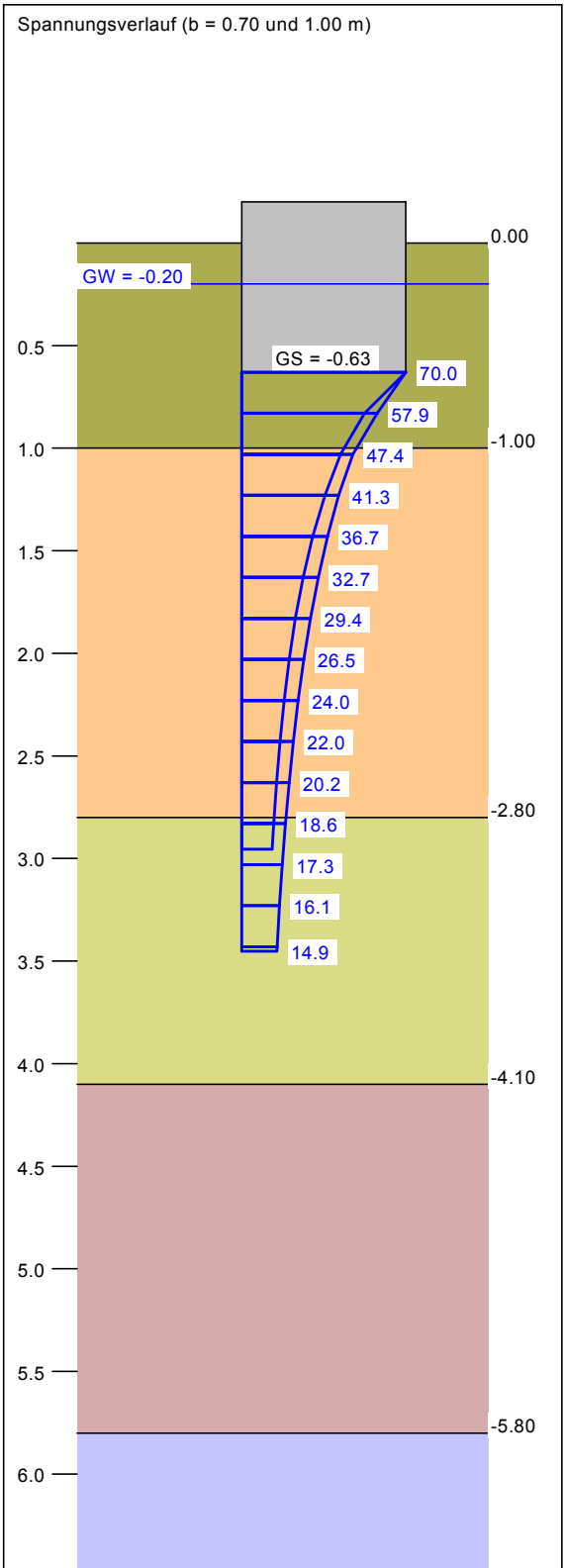
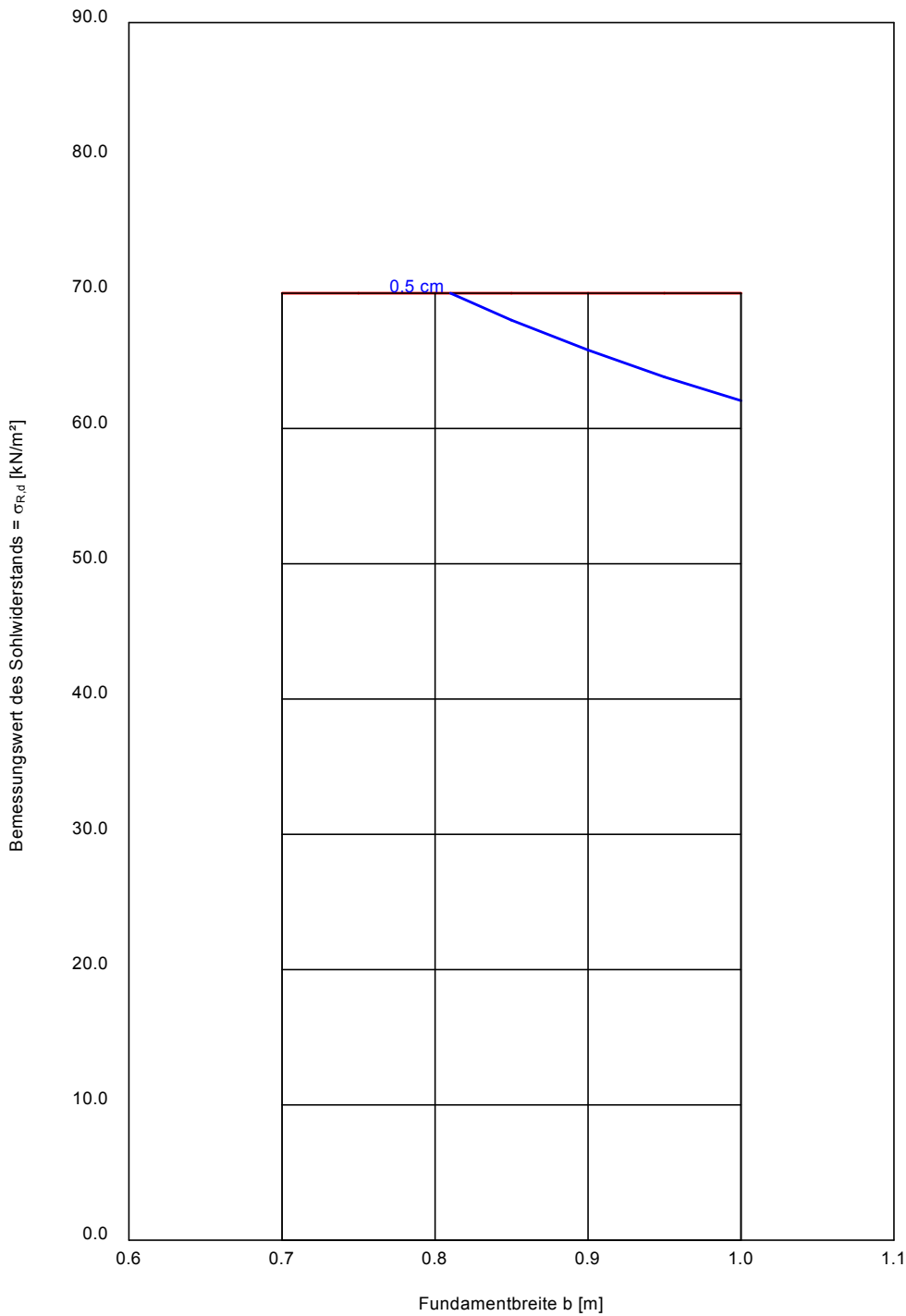
Berechnungsgrundlagen:	$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Norm: EC 7	$\sigma_{R,d}$ auf 82.00 kN/m ² begrenzt
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006	Oberkante Gelände = 0.00 m
Teilsicherheitskonzept (EC 7)	Gründungssohle = -0.63 m
Streifenfundament (a = 60.00 m)	Grundwasser = -0.20 m
$\gamma_{R,v} = 1.40$	Vorbelastung = 15.0 kN/m ²
$\gamma_G = 1.35$	Grenztiefe mit p = 20.0 %
$\gamma_Q = 1.50$	Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500	— Sohldruck
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$	— Setzungen



Bestandsbahnsteigerhöhung Bahnhof Westbevern

Bahnsteig 2 -Setzungs-berechnung-

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 60.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 70.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -0.63 m
Grundwasser = -0.20 m
Vorbelastung = 15.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



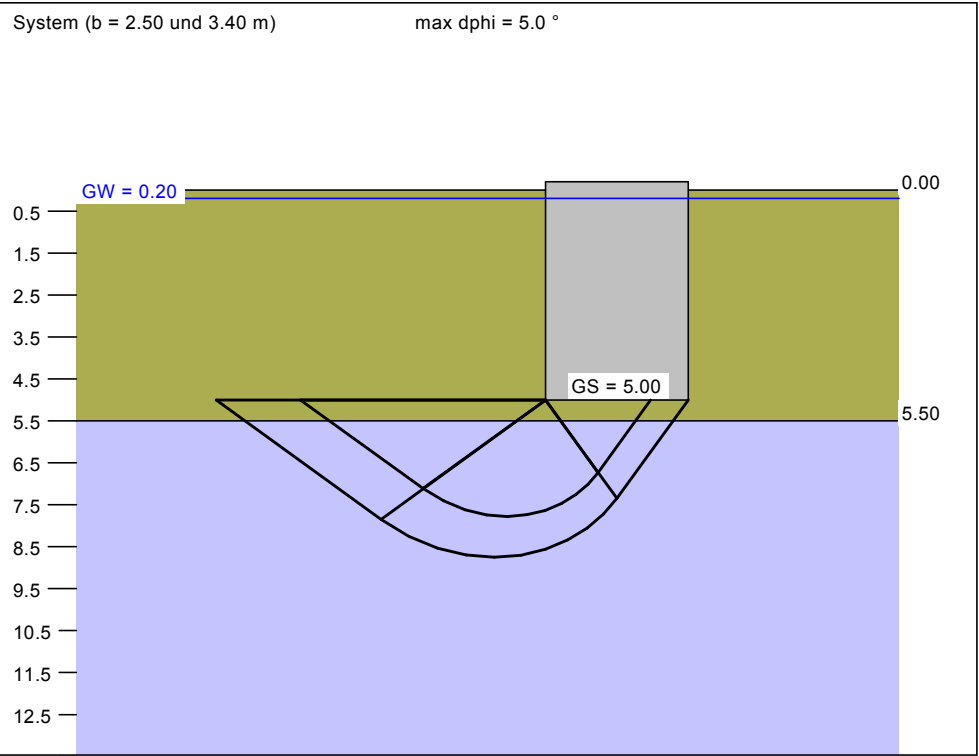
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m ²]
60.00	0.70	70.0	49.0	49.1	0.33 *	30.6	0.00	10.00	8.20	2.95	1.76	14.9
60.00	0.75	70.0	52.5	49.1	0.41 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.04	1.84	12.1
60.00	0.80	70.0	56.0	49.1	0.48 *	30.6	0.00	10.00	8.20	3.13	1.92	10.1
60.00	0.85	70.0	59.5	49.1	0.57 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.22	2.00	8.7
60.00	0.90	70.0	63.0	49.1	0.65 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.30	2.08	7.6
60.00	0.95	70.0	66.5	49.1	0.73 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.38	2.16	6.7
60.00	1.00	70.0	70.0	49.1	0.82 *	30.5	0.00	10.00	8.20	3.45	2.24	6.0

* Vorbelastung = 15.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Aufzugsanlage Bahnhof Westbevern

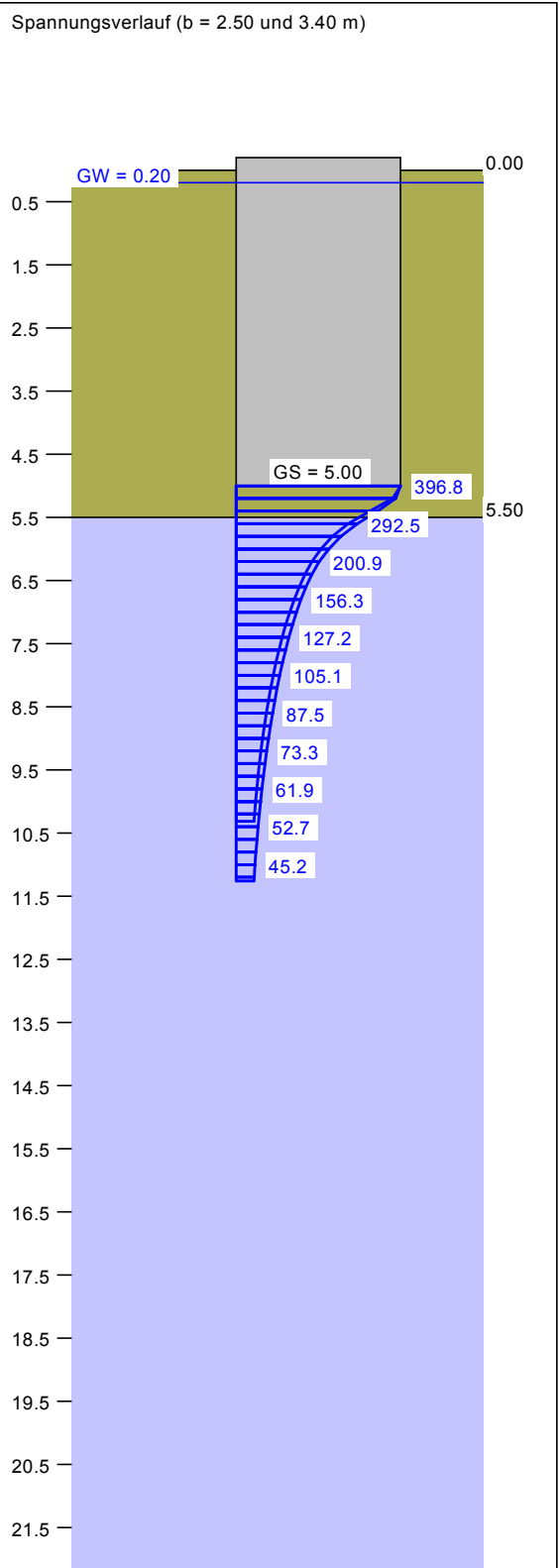
-Grundbruchberechnung- KRB 1 + 6

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Austauschboden
	19.0	9.0	17.5	10.0	12.0	0.00	Auenton

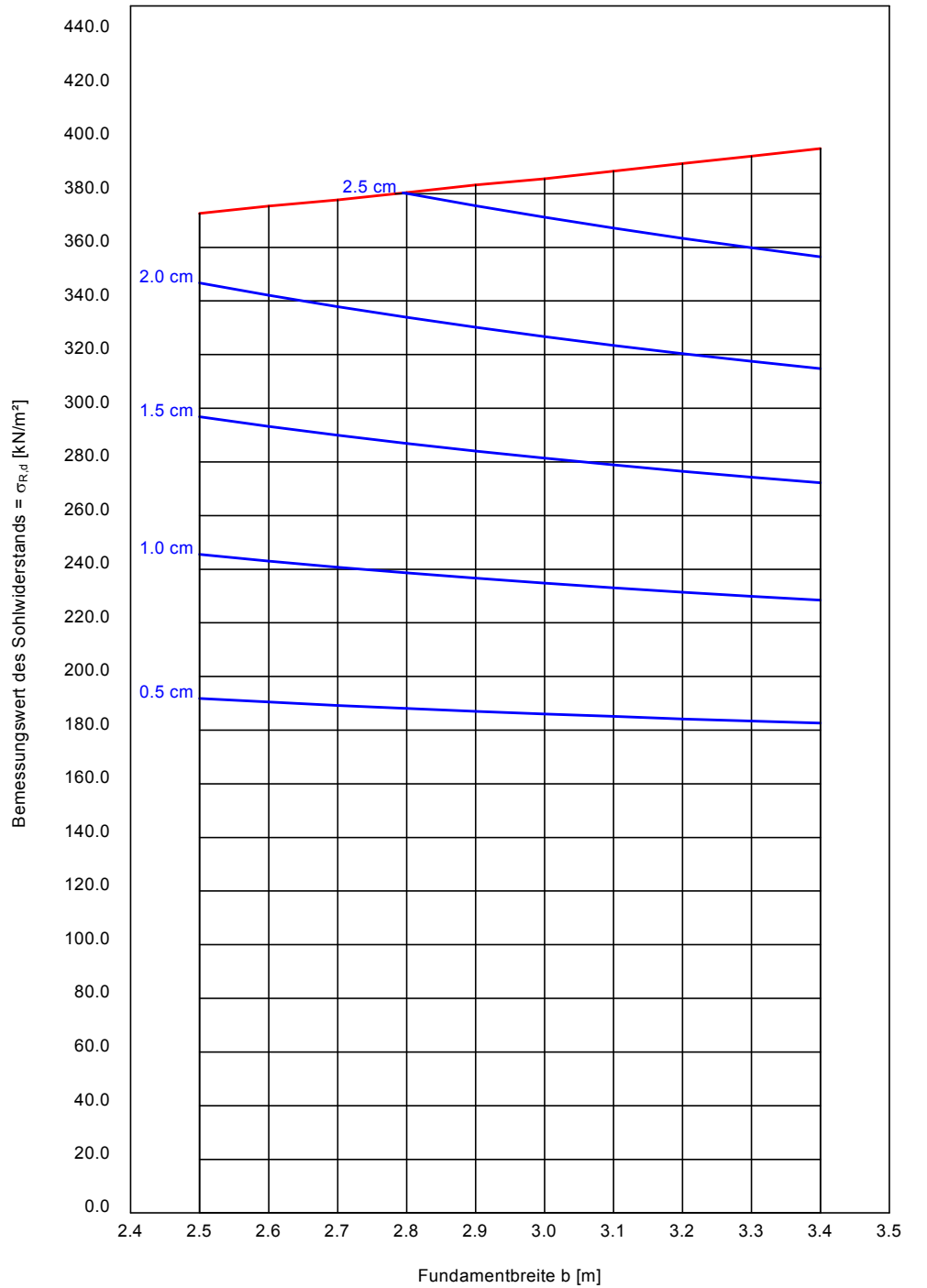


a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal ϕ	cal c	γ_2	$\sigma_{\bar{u}}$	t_g	UK LS	k_s
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN]	[kN/m²]	[cm]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	[kN/m²]	[m]	[m]	[MN/m³]
3.40	2.50	372.6	3167.3	261.5	2.26 *	18.3 **	8.58	9.27	51.90	10.31	7.78	11.6
3.40	2.60	375.4	3318.6	263.4	2.35 *	18.3 **	8.64	9.26	51.90	10.43	7.89	11.2
3.40	2.70	377.7	3466.9	265.0	2.42 *	18.3 **	8.68	9.25	51.90	10.53	7.99	10.9
3.40	2.80	380.5	3622.0	267.0	2.50 *	18.2 **	8.73	9.24	51.90	10.64	8.10	10.7
3.40	2.90	383.3	3779.0	269.0	2.59 *	18.2 **	8.77	9.23	51.90	10.75	8.21	10.4
3.40	3.00	385.6	3932.9	270.6	2.66 *	18.2 **	8.81	9.23	51.90	10.85	8.32	10.2
3.40	3.10	388.4	4093.6	272.6	2.75 *	18.2 **	8.85	9.22	51.90	10.96	8.43	9.9
3.40	3.20	391.2	4256.2	274.5	2.83 *	18.1 **	8.89	9.21	51.90	11.06	8.53	9.7
3.40	3.30	394.0	4420.7	276.5	2.91 *	18.1 **	8.92	9.21	51.90	11.16	8.64	9.5
3.40	3.40	396.8	4587.0	278.5	2.99 *	18.1 **	8.95	9.20	51.90	11.26	8.75	9.3

* Vorbelastung = 75.0 kN/m²
** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



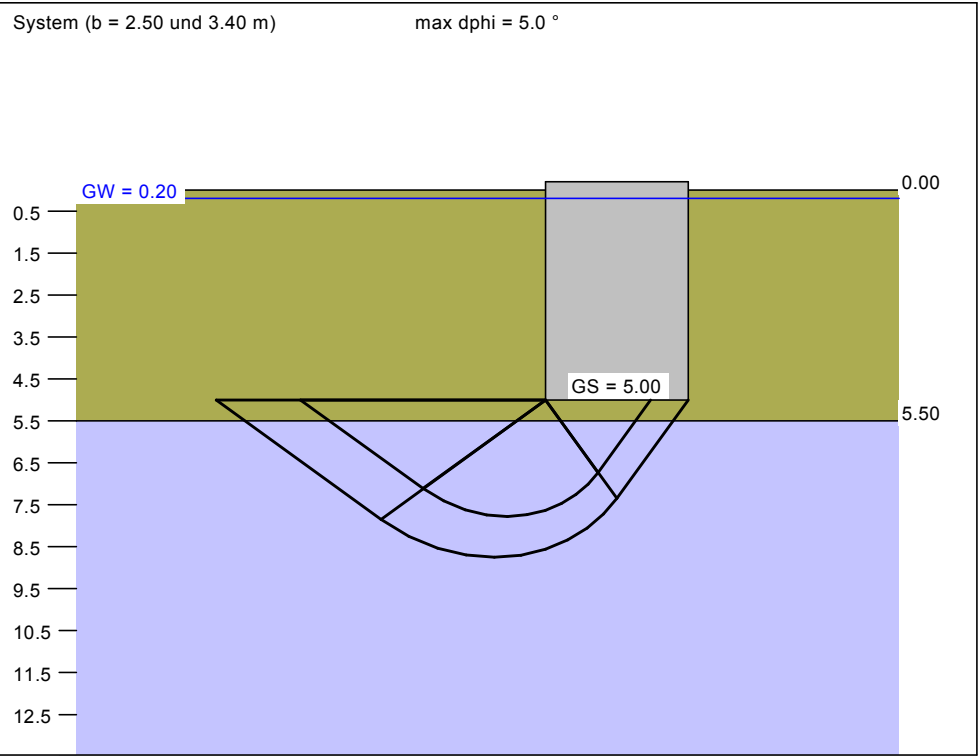
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a = 3.40 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 5.00 m
Grundwasser = 0.20 m
Vorbelastung = 75.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



Aufzugsanlage Bahnhof Westbevern

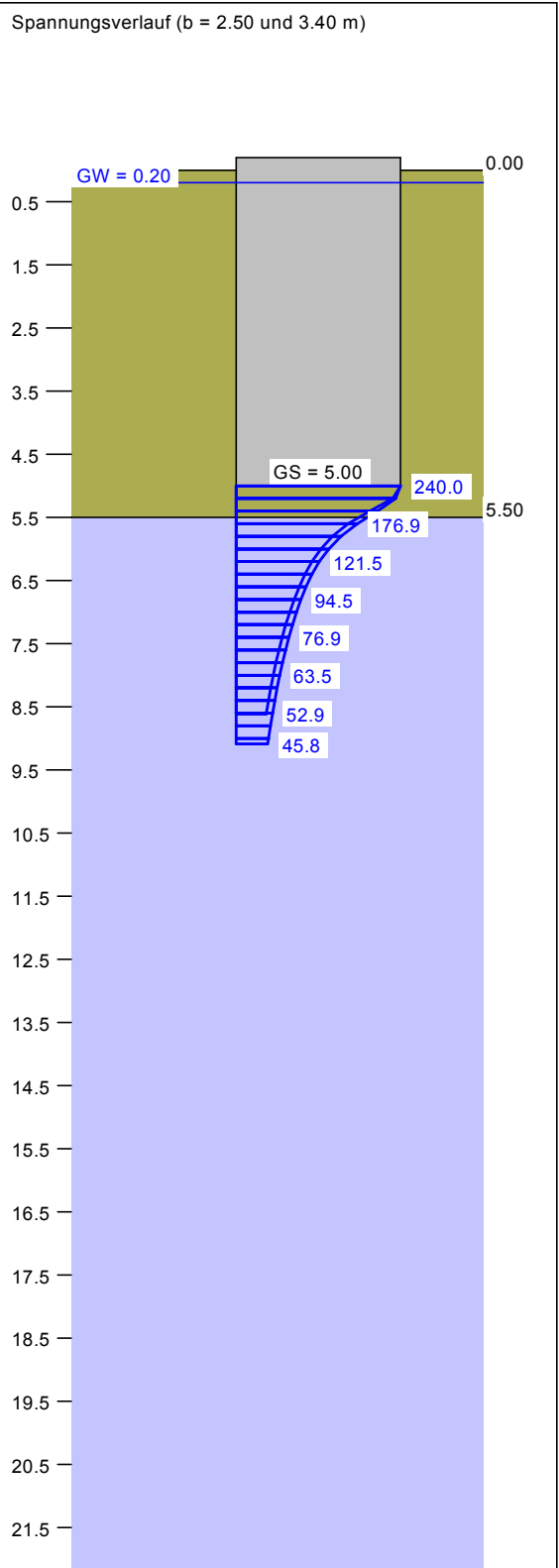
-kritische Setzung 1 cm-
KRB 1 + 6

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Austauschboden
	19.0	9.0	17.5	10.0	12.0	0.00	Auenton

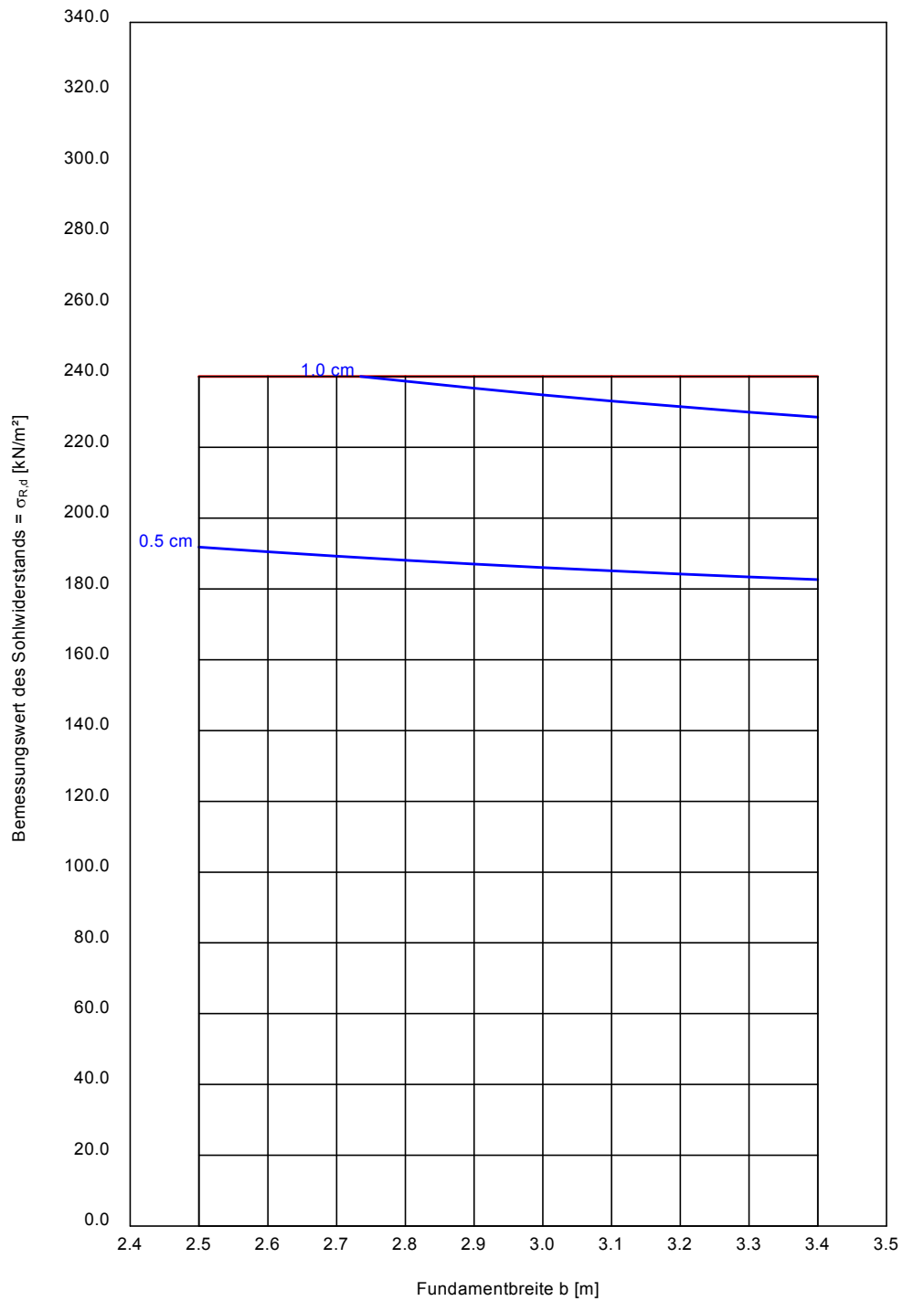


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
3.40	2.50	240.0	2040.0	168.4	0.95 *	18.3 **	8.58	9.27	51.90	8.62	7.78	17.8
3.40	2.60	240.0	2121.6	168.4	0.97 *	18.3 **	8.64	9.26	51.90	8.68	7.89	17.4
3.40	2.70	240.0	2203.2	168.4	0.99 *	18.3 **	8.68	9.25	51.90	8.73	7.99	17.0
3.40	2.80	240.0	2284.8	168.4	1.01 *	18.2 **	8.73	9.24	51.90	8.79	8.10	16.6
3.40	2.90	240.0	2366.4	168.4	1.03 *	18.2 **	8.77	9.23	51.90	8.84	8.21	16.3
3.40	3.00	240.0	2448.0	168.4	1.05 *	18.2 **	8.81	9.23	51.90	8.90	8.32	16.0
3.40	3.10	240.0	2529.6	168.4	1.07 *	18.2 **	8.85	9.22	51.90	8.95	8.43	15.7
3.40	3.20	240.0	2611.2	168.4	1.09 *	18.1 **	8.89	9.21	51.90	8.99	8.53	15.4
3.40	3.30	240.0	2692.8	168.4	1.11 *	18.1 **	8.92	9.21	51.90	9.04	8.64	15.1
3.40	3.40	240.0	2774.4	168.4	1.13 *	18.1 **	8.95	9.20	51.90	9.09	8.75	14.9

* Vorbelastung = 75.0 kN/m²
** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



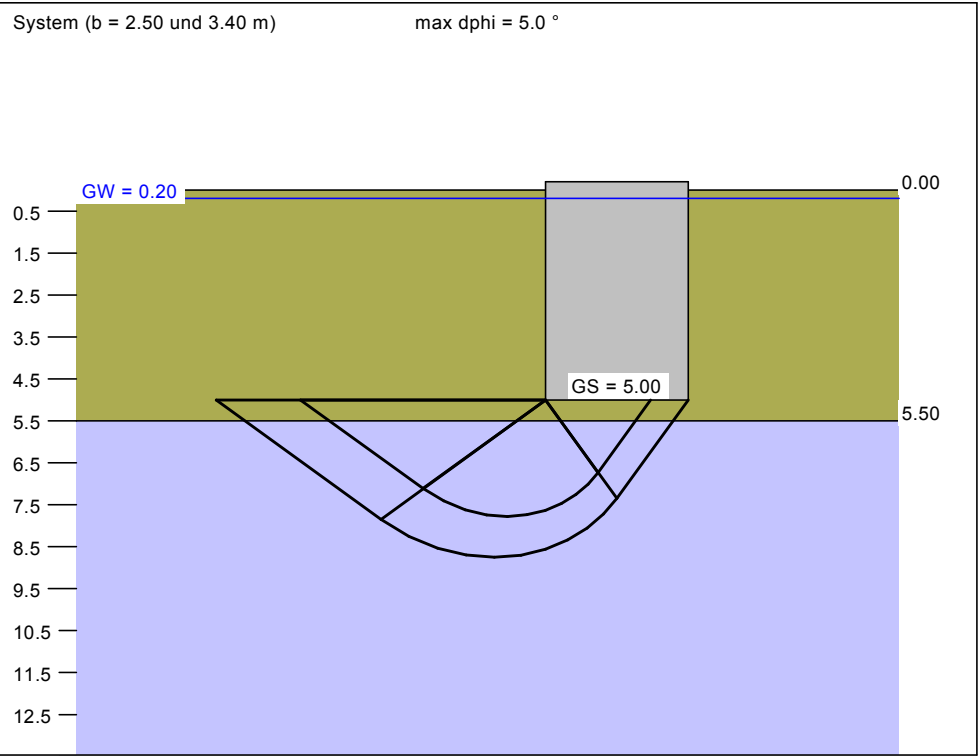
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a = 3.40 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 240.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 5.00 m
Grundwasser = 0.20 m
Vorbelastung = 75.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



Aufzugsanlage Bahnhof Westbevern

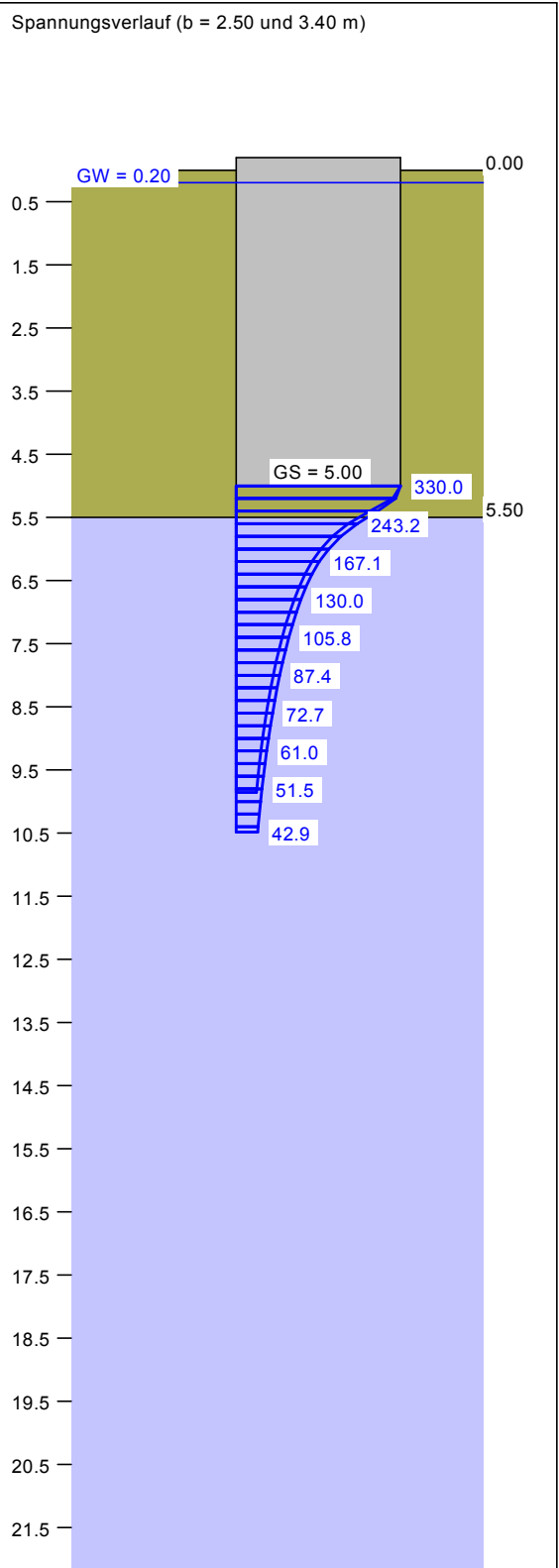
-kritische Setzung 2 cm-
KRB 1 + 6

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Austauschboden
	19.0	9.0	17.5	10.0	12.0	0.00	Auenton

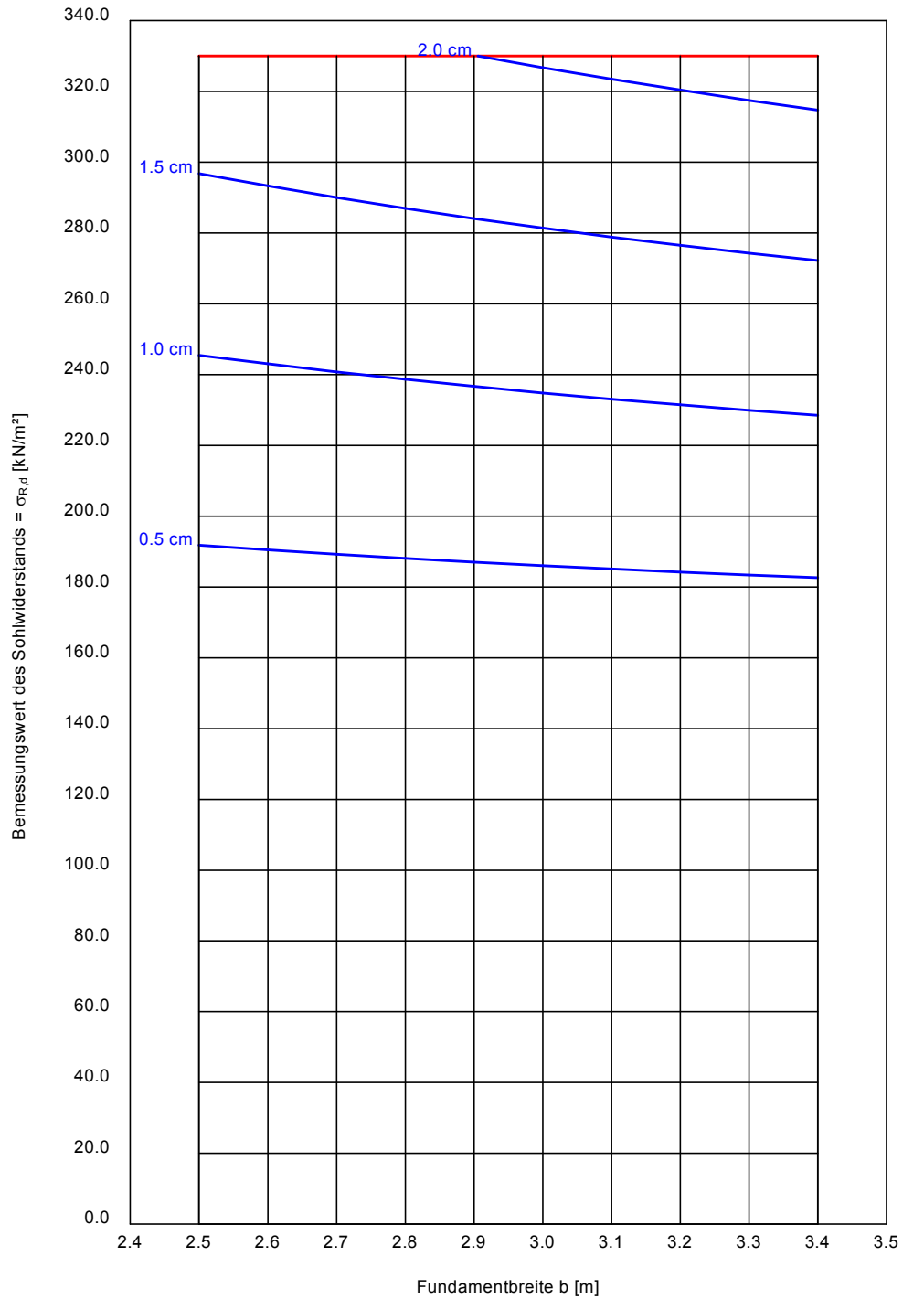


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{U}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
3.40	2.50	330.0	2805.0	231.6	1.83 *	18.3 **	8.58	9.27	51.90	9.86	7.78	12.6
3.40	2.60	330.0	2917.2	231.6	1.87 *	18.3 **	8.64	9.26	51.90	9.94	7.89	12.4
3.40	2.70	330.0	3029.4	231.6	1.92 *	18.3 **	8.68	9.25	51.90	10.01	7.99	12.1
3.40	2.80	330.0	3141.6	231.6	1.96 *	18.2 **	8.73	9.24	51.90	10.09	8.10	11.8
3.40	2.90	330.0	3253.8	231.6	2.00 *	18.2 **	8.77	9.23	51.90	10.16	8.21	11.6
3.40	3.00	330.0	3366.0	231.6	2.04 *	18.2 **	8.81	9.23	51.90	10.23	8.32	11.4
3.40	3.10	330.0	3478.2	231.6	2.07 *	18.2 **	8.85	9.22	51.90	10.29	8.43	11.2
3.40	3.20	330.0	3590.4	231.6	2.11 *	18.1 **	8.89	9.21	51.90	10.36	8.53	11.0
3.40	3.30	330.0	3702.6	231.6	2.15 *	18.1 **	8.92	9.21	51.90	10.42	8.64	10.8
3.40	3.40	330.0	3814.8	231.6	2.18 *	18.1 **	8.95	9.20	51.90	10.48	8.75	10.6

* Vorbelastung = 75.0 kN/m²
** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



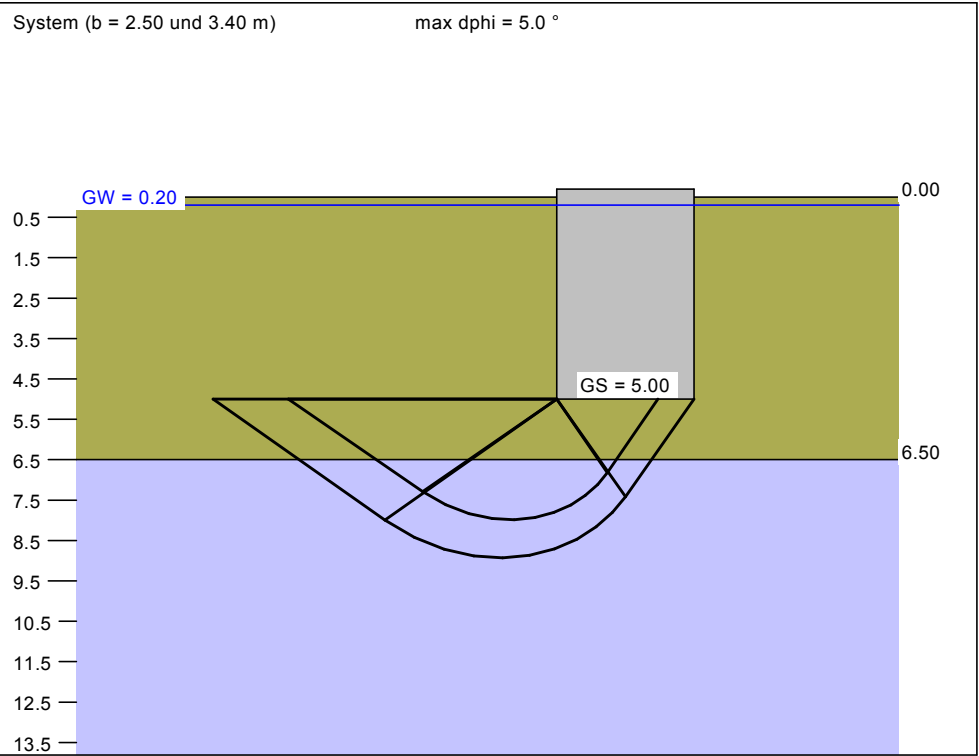
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a = 3.40 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 330.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 5.00 m
Grundwasser = 0.20 m
Vorbelastung = 75.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohlldruck
— Setzungen



Aufzugsanlage Bahnhof Westbevern

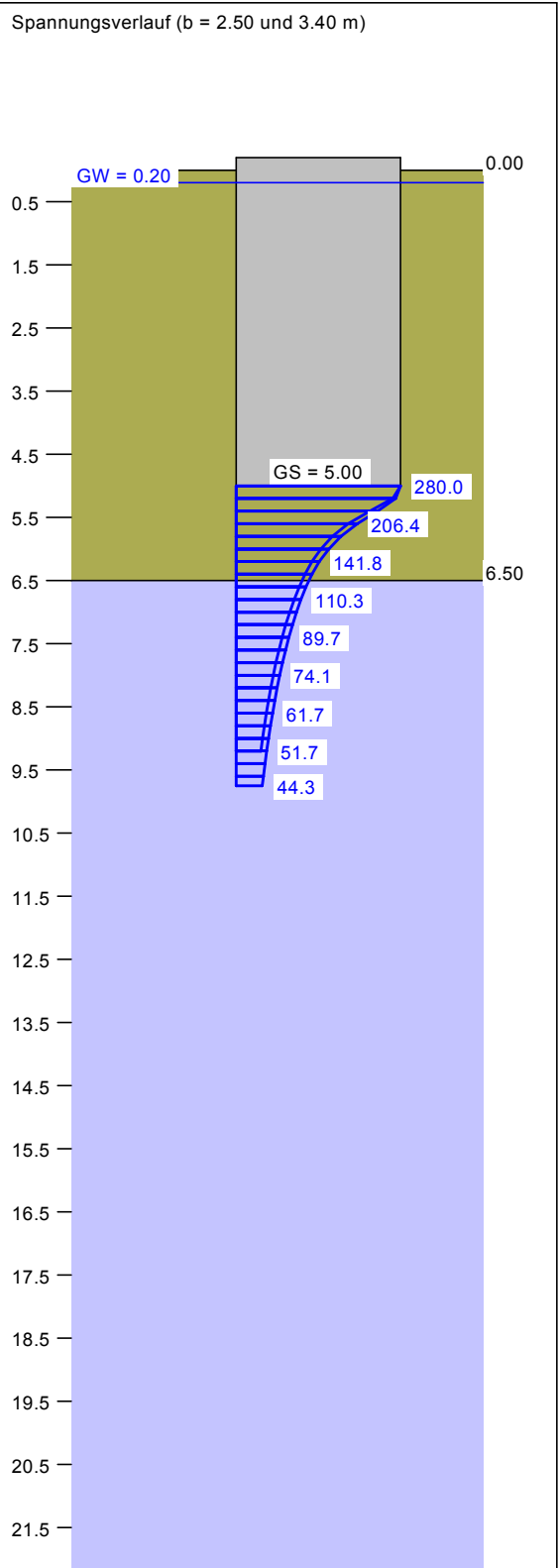
-Setzungsberechnung auf 1,0 cm-
KRB 1 + 6

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Austauschboden
	19.0	9.0	17.5	10.0	12.0	0.00	Auenton

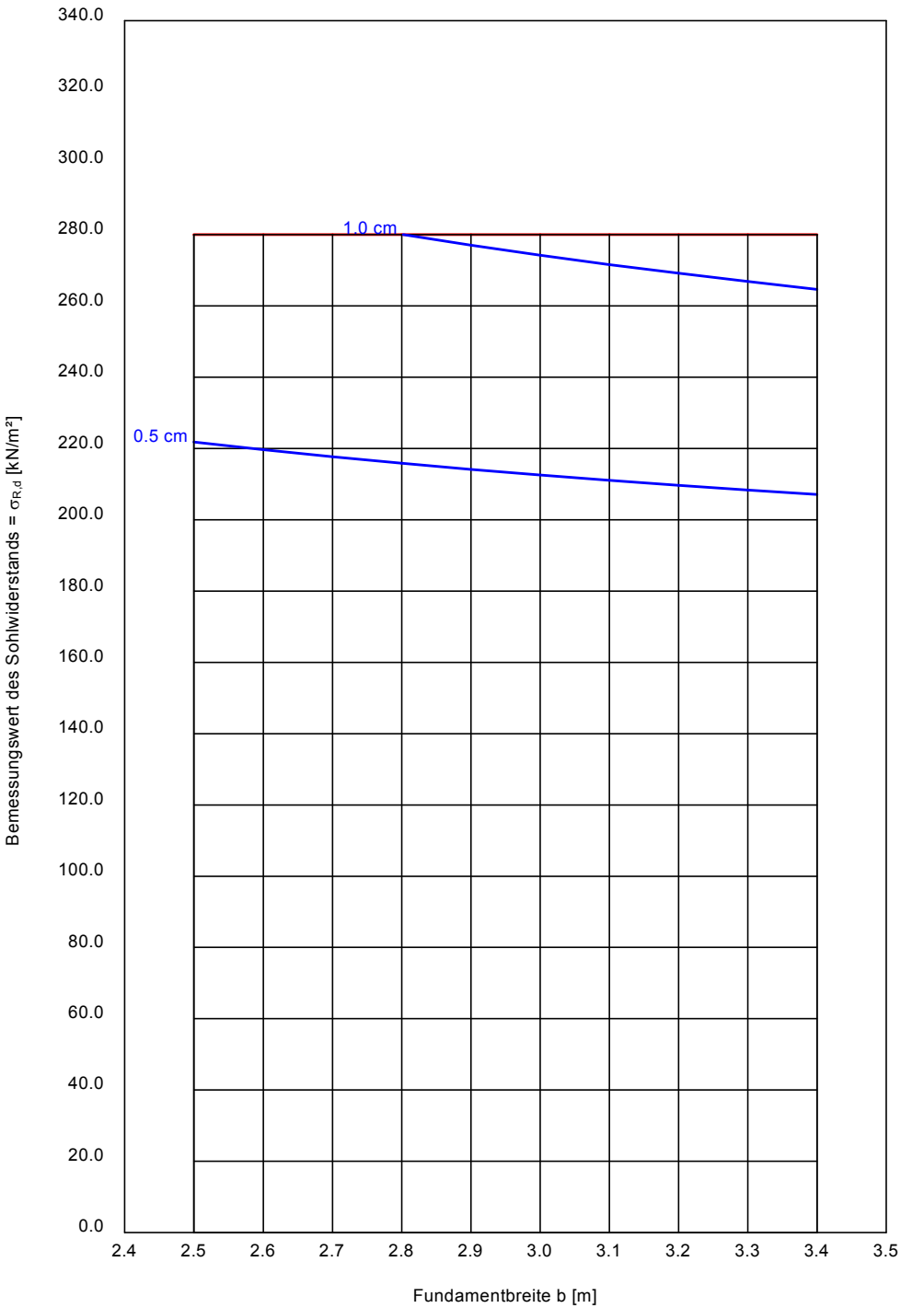


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
3.40	2.50	280.0	2380.0	196.5	0.92 *	20.9 **	6.06	9.66	51.90	9.20	7.99	21.3
3.40	2.60	280.0	2475.2	196.5	0.95 *	20.7 **	6.19	9.64	51.90	9.27	8.09	20.7
3.40	2.70	280.0	2570.4	196.5	0.97 *	20.6 **	6.31	9.62	51.90	9.34	8.19	20.2
3.40	2.80	280.0	2665.6	196.5	1.00 *	20.4 **	6.43	9.61	51.90	9.40	8.30	19.7
3.40	2.90	280.0	2760.8	196.5	1.02 *	20.3 **	6.53	9.59	51.90	9.47	8.40	19.2
3.40	3.00	280.0	2856.0	196.5	1.05 *	20.1 **	6.64	9.58	51.90	9.53	8.51	18.7
3.40	3.10	280.0	2951.2	196.5	1.07 *	20.0 **	6.73	9.56	51.90	9.58	8.61	18.3
3.40	3.20	280.0	3046.4	196.5	1.09 *	19.9 **	6.83	9.55	51.90	9.64	8.72	17.9
3.40	3.30	280.0	3141.6	196.5	1.12 *	19.8 **	6.91	9.54	51.90	9.70	8.82	17.6
3.40	3.40	280.0	3236.8	196.5	1.14 *	19.7 **	7.00	9.52	51.90	9.75	8.93	17.3

* Vorbelastung = 75.0 kN/m²
** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



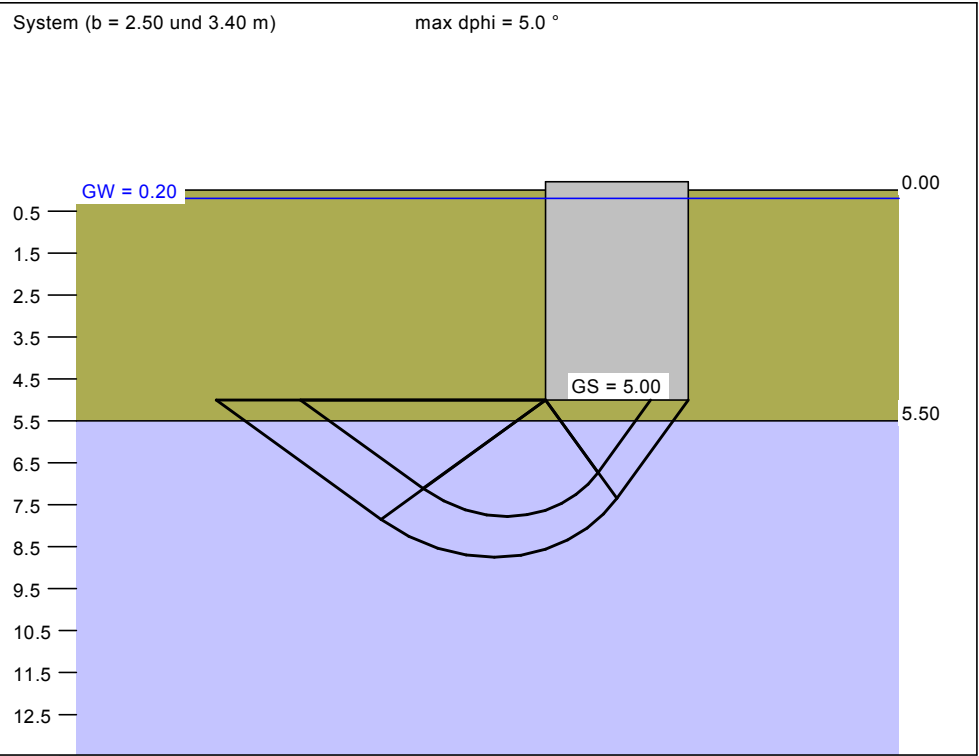
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a = 3.40 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 5.00 m
Grundwasser = 0.20 m
Vorbelastung = 75.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



Aufzugsanlage Bahnhof Westbevern

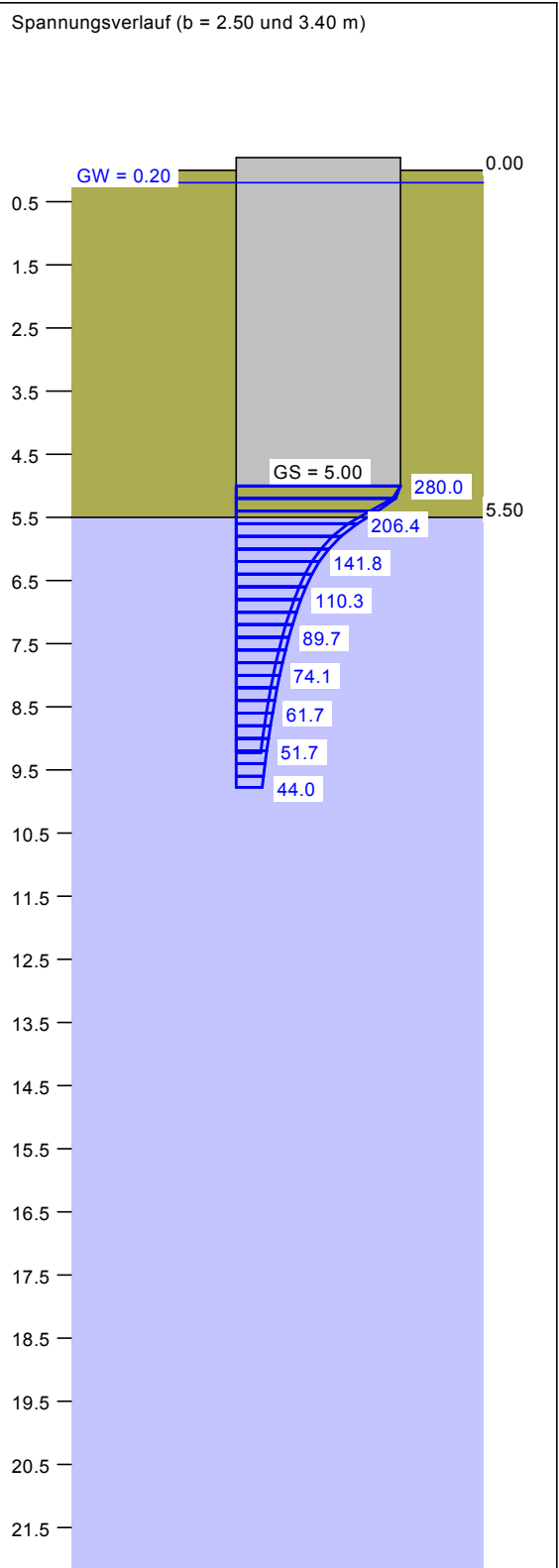
-Setzungsberechnung- KRB 1 + 6

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.5	10.0	32.5	0.0	50.0	0.00	Austauschboden
	19.0	9.0	17.5	10.0	12.0	0.00	Auenton



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
3.40	2.50	280.0	2380.0	196.5	1.33 *	18.3 **	8.58	9.27	51.90	9.23	7.78	14.7
3.40	2.60	280.0	2475.2	196.5	1.37 *	18.3 **	8.64	9.26	51.90	9.30	7.89	14.4
3.40	2.70	280.0	2570.4	196.5	1.40 *	18.3 **	8.68	9.25	51.90	9.37	7.99	14.1
3.40	2.80	280.0	2665.6	196.5	1.43 *	18.2 **	8.73	9.24	51.90	9.43	8.10	13.8
3.40	2.90	280.0	2760.8	196.5	1.46 *	18.2 **	8.77	9.23	51.90	9.49	8.21	13.5
3.40	3.00	280.0	2856.0	196.5	1.49 *	18.2 **	8.81	9.23	51.90	9.55	8.32	13.2
3.40	3.10	280.0	2951.2	196.5	1.51 *	18.2 **	8.85	9.22	51.90	9.61	8.43	13.0
3.40	3.20	280.0	3046.4	196.5	1.54 *	18.1 **	8.89	9.21	51.90	9.67	8.53	12.8
3.40	3.30	280.0	3141.6	196.5	1.57 *	18.1 **	8.92	9.21	51.90	9.72	8.64	12.6
3.40	3.40	280.0	3236.8	196.5	1.59 *	18.1 **	8.95	9.20	51.90	9.78	8.75	12.4

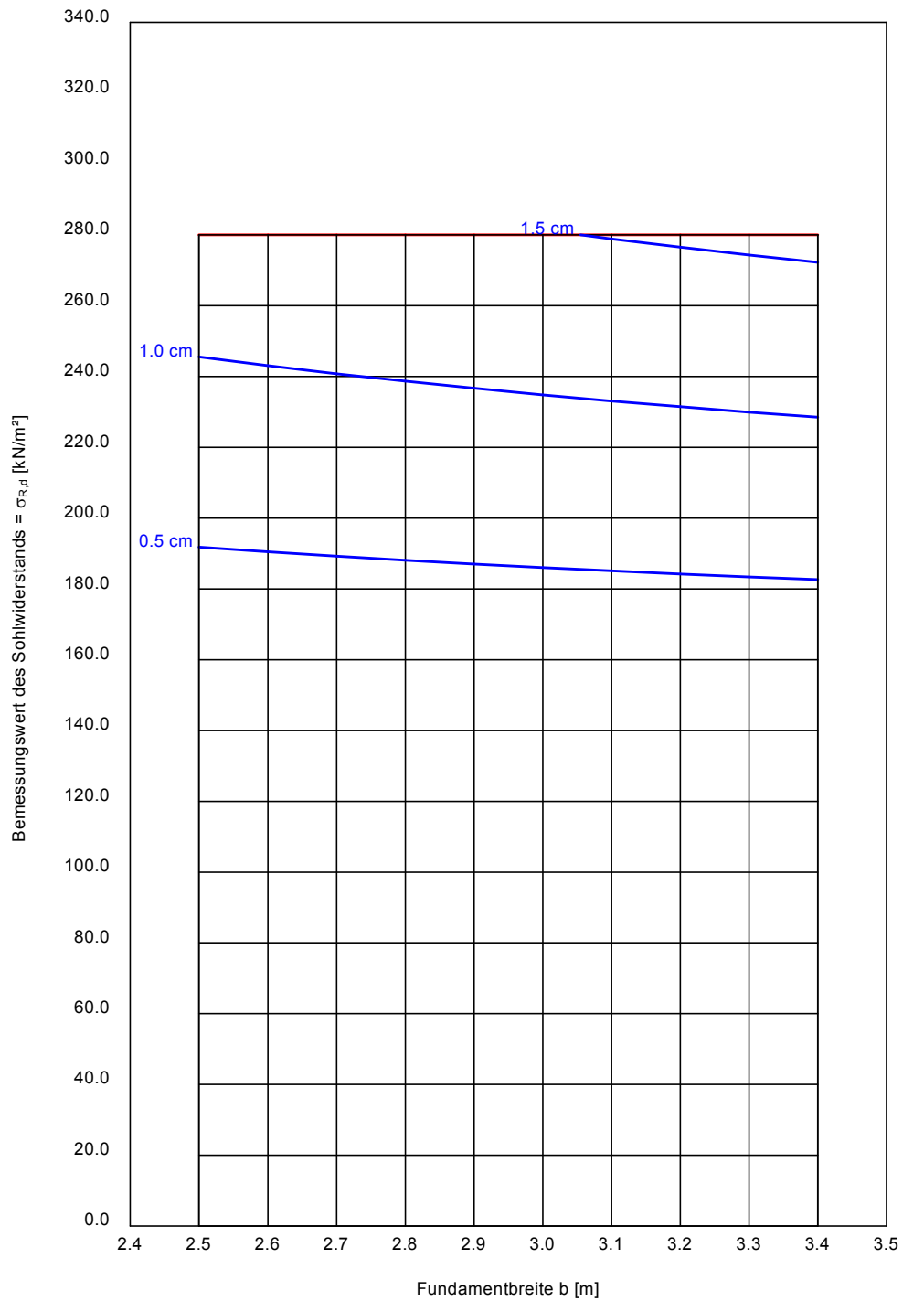
* Vorbelastung = 75.0 kN/m²
** phi wegen 5° Bedingung abgemindert
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a = 3.40 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 280.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 5.00 m
Grundwasser = 0.20 m
Vorbelastung = 75.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
— Setzungen





Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 6

Einwertung der umweltgeologischen Untersuchungen

[2 Seiten]

Einwertung nach TR Boden (2004)

Laga M20 Anh. II Tab. 1.2-2/3/4/5

Projekt:	Westbevern	Projekt-Nr.:	15308-19
Probenummer:	MP 1	Labornummer:	64918
Bodenart:	Sand	natürlicher Boden:	nein

Feststoff			Zuordnungswerte				
Parameter	Dimension	Messwerte	Z0	Z0* ¹⁾	Z1.1	Z1.2	Z2
TOC	Masse%	2,4	0,5	0,5	1,5	1,5	5
Summe BTEX	mg/kg TM	0,11	1	1	1	1	1
PCB	mg/kg TM	0	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Kohlenwasserstoffe bis C40	mg/kg TM	14	100	400	600	600	2000
KW bis C22 (leicht)	mg/kg TM	5	100	200	300	300	1000
Summe PAK	mg/kg TM	1,247	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,093	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Blei	mg/kg TM	5	40	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg TM	0,1	0,4	1	3	3	10
Chrom	mg/kg TM	7	30	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg TM	17	20	80	120	120	400
Nickel	mg/kg TM	8,4	15	100	150	150	500
Quecksilber	mg/kg TM	0,1	0,1	1	1,5	1,5	5
Zink	mg/kg TM	15	60	300	450	450	1500
Arsen	mg/kg TM	2,9	10	15	45	45	150
Thallium	mg/kg TM	0,1	0,4	0,7	201	201	7
EOX ²⁾	mg/kg TM	0,3	1	1	3	3	10
LHKW	mg/kg TM	0	1	1	1	1	1
Cyanide	mg/kg TM	0,05	1	1	3	3	10

Eluat			Zuordnungswerte				
Parameter	Dimension	Messwerte	Z0	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert		9,7	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Arsen	µg/l	4,2	14	14	14	20	60
Blei	µg/l	0,4	40	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	0,2	1,5	1,5	1,5	3	6
Kupfer	µg/l	2,7	20	20	20	60	100
Nickel	µg/l	1	15	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	0,1	0,5	0,5	0,5	1	2
Zink	µg/l	2,2	150	150	150	200	600
Chlorid	µg/l	1600	30000	30000	30000	50000	100000
Sulfat	µg/l	8100	20000	20000	20000	50000	200000
Cyanid	µg/l	5	5	5	5	10	20
Chrom	µg/l	1,9	12,5	12,5	12,5	25	60
el. Leitfähigkeit	µS/cm	106	250	250	250	1500	2000
Phenolindex	µg/l	10	20	20	20	40	100

Bewertung: Z2

Bemerkungen:

- 1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen
- 2) Bei Überschreitung des Z0*- und Z1*-Wertes ist die Ursache zu prüfen.

Einwertung nach TR Boden (2004)

Laga M20 Anh. II Tab. 1.2-2/3/4/5

Projekt:	Westbevern	Projekt-Nr.:	15308-19
Probenummer:	MP 2	Labornummer:	64919
Bodenart:	Sand	natürlicher Boden:	nein

Feststoff			Zuordnungswerte				
Parameter	Dimension	Messwerte	Z0	Z0* ¹⁾	Z1.1	Z1.2	Z2
TOC	Masse%	0,54	0,5	0,5	1,5	1,5	5
Summe BTEX	mg/kg TM	0	1	1	1	1	1
PCB	mg/kg TM	0	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Kohlenwasserstoffe bis C40	mg/kg TM	24	100	400	600	600	2000
KW bis C22 (leicht)	mg/kg TM	5	100	200	300	300	1000
Summe PAK	mg/kg TM	3,826	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,389	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Blei	mg/kg TM	81	40	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg TM	1,6	0,4	1	3	3	10
Chrom	mg/kg TM	5,9	30	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg TM	11	20	80	120	120	400
Nickel	mg/kg TM	5,6	15	100	150	150	500
Quecksilber	mg/kg TM	0,4	0,1	1	1,5	1,5	5
Zink	mg/kg TM	500	60	300	450	450	1500
Arsen	mg/kg TM	4,6	10	15	45	45	150
Thallium	mg/kg TM	0,1	0,4	0,7	201	201	7
EOX ²⁾	mg/kg TM	0,1	1	1	3	3	10
LHKW	mg/kg TM	0	1	1	1	1	1
Cyanide	mg/kg TM	0,08	1	1	3	3	10

Eluat			Zuordnungswerte				
Parameter	Dimension	Messwerte	Z0	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert		8,7	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Arsen	µg/l	2	14	14	14	20	60
Blei	µg/l	1,1	40	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	0,2	1,5	1,5	1,5	3	6
Kupfer	µg/l	2	20	20	20	60	100
Nickel	µg/l	1	15	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	0,1	0,5	0,5	0,5	1	2
Zink	µg/l	14	150	150	150	200	600
Chlorid	µg/l	1000	30000	30000	30000	50000	100000
Sulfat	µg/l	4700	20000	20000	20000	50000	200000
Cyanid	µg/l	5	5	5	5	10	20
Chrom	µg/l	0,6	12,5	12,5	12,5	25	60
el. Leitfähigkeit	µS/cm	61	250	250	250	1500	2000
Phenolindex	µg/l	10	20	20	20	40	100

Bewertung: Z2

Bemerkungen:

- 1) maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen
- 2) Bei Überschreitung des Z0*- und Z1*-Wertes ist die Ursache zu prüfen.



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 7

Einwertung der Analyse der Beton- und Stahlaggressivität

[1 Seite]

Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität von Böden				
Projekt:	ZIP 2 - MÜ - WBEV		Projekt-Nr.:	15308-19
Probenummer:	MP 3	 Ingenieurgesellschaft von Lieberman » Bauen und Umwelt «	Labornummer:	64920
			Datum:	18.12.2018
Betonaggressivität				
Parameter		Einheit	Ergebnis	
Säuregrad nach Baumann-Gully		-	20	
Sulfat (SO ₄ ²⁻) des lufttrockenen Bodens		mg / kg	200	
Stahlaggressivität				
Z	Parameter	Einheit	Ergebnis	Bewertung
Bodenproben				
Z1	Anteil der abschlämbbaren Bestandteile	%	16,3	2
Z1	Verunreinigungen	-	nein	0
Z2	spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	Ω * m	12000	-4
Z3	Bodenfeuchte	%	12	0
Z4	pH-Wert	-	9,1	2
Z5	Alkalinität (Säurekapazität)	mmol / kg	7	0
Z6	Acidität (Basenkapazität)	mmol / kg	0,1	0
Z7	sulfatreduzierende Bakterien (Sulfid-Gehalt)	mg / kg	2	0
Z8	Sulfat-Gehalt (salzsaurer Auszug)	mmol / kg	2	-1
Z9	Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol / kg	0,74	0
Örtl. Gegebenheiten				
Z10	Grundwassereinfluss	-	zeitweise	-2
Z11	Bodenhomogenität horizontal	-	ΔZ2 < 2	0
Z12	Bodenhomogenität vertikal	-	ΔZ2 < 2	0
Z13	Bodenhomogenität - Bettung	-	ja	0
Z14	Bodenhomogenität - pH-Werte	-	ΔZ4 < 1,5	0
Z15	Fremdkathoden (Objekt/Boden-Potential)	V	nicht untersucht	

Auswertung	
Betonaggressivität	
Säuregrad nach Baumann-Gully	nicht betonangreifend
Sulfat (SO_4^{2-}) des lufttrockenen Bodens	nicht betonangreifend
	nicht betonangreifend

Stahlaggressivität		
Bodenklasse	B_0	Bodenklasse Ib
Korrosionsbelastung	B_0	niedrig
Mulden- und Lochkorrosion	B_1	gering
Flächenkorrosion	B_1	sehr gering

		B_0	B_1
Abtragsrate $w(100a)$	[mm / a]	0,01	0,01
max. Eindringrate $w_{L,max}(30a)$	[mm / a]	0,05	0,05

Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen	B_D	gut
--	-------	-----



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 8

Prüfbericht-NR. 18121711 der Dr. Döring Laboratorien GmbH

[7 Seiten]

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

v. Lieberman GmbH
Ruhrstraße 57

22761 HAMBURG

22. Dezember 2017

PRÜFBERICHT 18121711

Auftragsnr. Auftraggeber: 15308-19
 Projektbezeichnung: ZIP 2 - Münster - Westbevern
 Probenahme: durch Auftraggeber
 Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 17.12.2017
 Probeneingang: 18.12.2017
 Prüfzeitraum: 18.12.2017 – 22.12.2017
 Probennummer: 64918 – 64923 / 17
 Probenmaterial: Boden, Fliese, Fliesenkleber, Fugenmasse
 Verpackung: Weißglas (0,25 L), PE-Dose
 Bemerkungen: -
 Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 3 - 7
 Messverfahren: Seite 2
 Qualitätskontrolle:

B. Sc. Marc Midding
(Projektleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)

Probenvorbereitung:

DIN 19747

Messverfahren:

Trockenmasse	DIN EN 14346
TOC	DIN EN 13137
Kohlenwasserstoffe (GC;F)	DIN EN 14039
Phenol-Index	DIN 38409-H16
Cyanide (F)	DIN ISO 11262
Cyanide (E)	DIN 38405-13
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
Arsen (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Blei (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Cadmium (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Chrom (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Kupfer (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Nickel (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
Quecksilber (F; E)	DIN EN ISO 12846 (E12)
Thallium (F)	DIN EN ISO 17294-2
Zink (F; E)	DIN EN ISO 11885 (E22); -17294-2
PAK	DIN ISO 18287
PCB	DIN EN 15308
BTEX	DIN 38407-F9
LHKW	DIN EN ISO 10301 (F4,HS-GC/MS)
EOX	DIN 38414-S17
pH-Wert (W,E)	DIN 38404-C5
el. Leitfähigkeit	DIN EN 27888 (C8)
Eluat	DIN EN 12457-4
Aufschluss	DIN EN 13657
Wassergehalt	DIN ISO 1146
Sulfat	E DIN 4030-2
Sulfid	E DIN 4030-2
Säuregrad	nach Baumann-Gully (E DIN 4030-2)
Säurekapazität	analog DIN 38409-H7
Basenkapazität	analog DIN 38409-H7
Abschlämmbarer Anteil ($< 0,63\mu\text{m}$)	DIN 18123-4
spezifischer Bodenwiderstand	DIN EN 27888 (C8)
Eluat	DIN EN 12457-4
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
Asbest	REM/EDX gemäß VDI 3866 Blatt 5

Labornummer		64918	64919	
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	
Dimension		[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Trockenmasse [%]		88,7	91,9	
TOC [%]		2,4	0,54	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₂₂		< 5	< 5	
Kohlenwasserstoffe, n-C ₁₀₋₄₀		14	24	
Cyanid, gesamt		< 0,05	0,08	
EOX		0,3	0,1	
Arsen		2,9	4,6	
Blei		5,0	81	
Cadmium		< 0,1	1,6	
Chrom		7,0	5,9	
Kupfer		17	11	
Nickel		8,4	5,6	
Quecksilber		< 0,1	0,4	
Thallium		< 0,1	0,1	
Zink		15	500	
PCB 28		< 0,001	< 0,001	
PCB 52		< 0,001	< 0,001	
PCB 101		< 0,001	< 0,001	
PCB 138		< 0,001	< 0,001	
PCB 153		< 0,001	< 0,001	
PCB 180		< 0,001	< 0,001	
Summe PCB (6 Kong.)		n.n.	n.n.	
Naphthalin		0,002	0,005	
Acenaphthylen		0,003	0,009	
Acenaphthen		0,004	0,006	
Fluoren		0,005	0,008	
Phenanthren		0,099	0,100	
Anthracen		0,023	0,041	
Fluoranthren		0,218	0,545	
Pyren		0,160	0,468	
Benzo(a)anthracen		0,141	0,428	
Chrysen		0,119	0,351	
Benzo(b)fluoranthren		0,178	0,650	
Benzo(k)fluoranthren		0,069	0,169	
Benzo(a)pyren		0,093	0,389	
Indeno(1,2,3-cd)pyren		0,062	0,278	
Dibenzo(a,h)anthracen		0,012	0,081	
Benzo(g,h,i)perylene		0,059	0,298	
Summe PAK (EPA)		1,247	3,826	

Labornummer		64918	64919	
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	
Dimension		[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	
Benzol		< 0,01	< 0,01	
Toluol		0,03	< 0,01	
Ethylbenzol		< 0,01	< 0,01	
Xylol		0,04	< 0,01	
Trimethylbenzol		0,04	< 0,01	
Summe BTEX		0,11	n.n.	
Vinylchlorid		< 0,01	< 0,01	
1,1-Dichlorethen		< 0,01	< 0,01	
Dichlormethan		< 0,01	< 0,01	
1,2-trans-Dichlorethen		< 0,01	< 0,01	
1,1-Dichlorethan		< 0,01	< 0,01	
1,2-cis-Dichlorethen		< 0,01	< 0,01	
Tetrachlormethan		< 0,01	< 0,01	
1,1,1-Trichlorethan		< 0,01	< 0,01	
Chloroform		< 0,01	< 0,01	
1,2-Dichlorethan		< 0,01	< 0,01	
Trichlorethen		< 0,01	< 0,01	
Dibrommethan		< 0,01	< 0,01	
Bromdichlormethan		< 0,01	< 0,01	
Tetrachlorethen		< 0,01	< 0,01	
1,1,2-Trichlorethan		< 0,01	< 0,01	
Dibromchlormethan		< 0,01	< 0,01	
Tribrommethan		< 0,01	< 0,01	
Summe LHKW		n.n.	n.n.	

Labornummer		64918	64919	
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	
Dimension		ELUAT [µg/L]	ELUAT [µg/L]	
pH-Wert bei 20 °C		9,7	8,7	
el. Leitfähigkeit [µS/cm] bei 25 °C		106	61	
Phenol-Index		< 10	< 10	
Cyanid, gesamt		< 5	<5	
Chlorid		1.600	1.000	
Sulfat		8.100	4.700	
Arsen		4,2	< 2,0	
Blei		0,4	1,1	
Cadmium		< 0,2	< 0,2	
Chrom		1,9	0,6	
Kupfer		2,7	< 2,0	
Nickel		< 1,0	< 1,0	
Quecksilber		< 0,1	< 0,1	
Zink		2,2	14	

Labornummer		64920	
Probenbezeichnung		MP 3	
Dimension		[-]	
Trockenmasse [%]		88,0	
Wassergehalt [%]		12	
pH-Wert bei 20 °C		9,1	
spezifischer Bodenwiderstand [Ω · cm] bei 25 °C		12.000	
Anteil an abschlämbbaren Bestandteilen [%]		16,3	
Säurekapazität [mmol/kg]		7,0	
Basenkapazität [mmol/kg]		n.b.	
Sulfid [mg/kg]		< 2,0	
wässriger Auszug			
Chlorid [mmol/kg]		0,56	
Sulfat [mmol/kg]		0,18	
salzsaurer Auszug			
Sulfat [mmol/kg]		< 2,0	
Sulfat [mg/kg]		< 200	
Säuregrad nach Baumann-Gully [ml/kg]		< 20	

Labornummer	64921	64922	64923
Probenbezeichnung	SP 1 Fliese	SP 1 Fliesenkleber	SP 2
Dimension	[mg/kg TS]	[-]	[mg/kg TS]
Trockenmasse [%]	99,9		97,9
Asbest		nicht nachgewiesen	
Blei	87		
PCB 28			< 0,01
PCB 52			< 0,01
PCB 101			< 0,01
PCB 138			< 0,01
PCB 153			< 0,01
PCB 180			< 0,01
Summe PCB (6 Kong.)			n.n.



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 9

Fotodokumentation

[1 Seite]



Entnahmestelle SP1 und SP2



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Anlage 10

Angaben zu Homogenbereichen

[2 Seiten]



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

Nr	Kennwerte/ Eigenschaften	Erarbeiten DIN 18300	Bohrarbeiten DIN 18301	Rammarb. DIN 18304	Homogenbereich A Baugrundsicht 1	Homogenbereich B Baugrundsicht 2	Homogenbereich C Baugrundsicht 3	Homogenbereich D Baugrundsicht 4	Homogenbereich E Baugrundsicht 5
	Tiefe des Bodeneingriffes für Bahnsteige				max. 1,0 m	-	-	-	-
	Tiefe des Bodeneingriffes für Aufzüge				1,5 m	1,6 m	2,5 m	2,5 m	0,5 m
0	Ortsübliche Bezeichnungen	X	X	X	Auffüllung	Sand (sehr locker)	Auenlehm	Sand (mitteldicht)	Auenton
1	Korngrößen-verteilung mit Körnungsbändern [%]	X	X	X	0 / 0-10 / 70-90 / 10-40	0 / 5-20 / 80-90 / 0-3	4-7 / 30-41 / 50-70 / 0-10	0 / 5-30 / 70-90 / 0-3	20-50 / 40-60 / 0-5 / 0-5
2	Masseanteil an Steine, Blöcke und große Blöcke [%]	X	X	X	0-15	0	0	0	0
4	Dichte (unter Auftrieb) [kg/m³]	X			1600-1800 (900-1000)	1700-1800 (900-1100)	1900-2100 (900-1100)	1800-2000 (1000-1200)	1800-2000 (800-1000)
5	Kohäsion [kN/m²]		X		0	0	0-5	0	5-15



Ingenieurgesellschaft

von Lieberman

» Bauen und Umwelt «

6	UndrÄnierte Scherfestigkeit [kN/m²]	X	X		-	-	5-20	-	50-150
8	Wassergehalt [%]	X	X	5-20	5-20	10-30	15-30	20-40	20-30
9	Plastizitäts- und Konsistenzzahl	X	X	X	-	-	4-8	-	40-50
12	Lagerungsdichte	X	X	X	sehr locker	sehr locker	breiig - weich	mitteldicht	steif - halbfest
15	Organischer Anteil [%]	X			0-5	0	0	0	0
17	AbrasivitÄt		X		-	-	--	-	-
18	Bodengruppe nach DIN 18196	X	X	X	[SE/SW/SI/GE]	SU/SÜ	UL	SU/SÜ	TA