

Gutachten zum Eignungsnachweis

Rekultivierungsschicht der

Erdaushubdeponie Hochstetten

(Lkr. Breisgau-Hochschwarzwald)

Auftraggeber

Abfallwirtschaft Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (ALB)
Stadtstr. 2

79081 Freiburg



LANDESPFLEGE FREIBURG

*Institut für Naturschutzökologie
und Landschaftsmanagement*

Auftragnehmer

Landespfl ege Freiburg
Institut für Naturschutzökologie und Landschaftsmanagement
Konold, Kaphegyi, Wattendorf & Suchomel GbR
www.landespfl ege-freiburg.de

Stegener Str. 19
79199 Kirchzarten

Ansprechpartner / Bearbeiter:

Dr. Peter Wattendorf

Telefon 07642 9205616 / 0151 54823369
Peter.Wattendorf@landespfl ege-freiburg.de



23. Februar 2026



LANDESPFLEGE FREIBURG
Institut für Naturschutzökologie
und Landschaftsmanagement

INHALT

1	Ausgangslage und Auftrag	2
1.1	Eignungsnachweis Rekultivierungsschicht von DK -0,5-Deponien.....	2
1.1.1	Allgemeines Vorgehen.....	2
1.1.2	Prüfparameter und Anforderungen.....	3
1.2	Ausgangslage EAD Hochstetten.....	5
1.3	Auftrag	5
2	Vorgehensweise und Methoden	6
3	Ergebnisse - Prüfparameter	8
3.1	Bodenarten und Grobbodenanteile.....	8
3.2	Trockendichte (TRD) und effektive Lagerungsdichte (LD).....	10
3.3	nutzbare Feldkapazität (nFk) und Luftkapazität (Lk)	10
3.3.1	nutzbare Feldkapazität (nFk).....	10
3.3.2	Luftkapazität (Lk)	12
3.3.3	Schadverdichtung	12
3.4	bodenfremde Bestandteile.....	14
3.5	Dicke - Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht	14
4	Zusammenfassende Bewertung	15
5	Literatur	18
6	Anhang.....	19
	Profilfotografien	
	Tabelle A.1: Profilbeschreibungen	
	Körnungslinien der Bodenproben (SOLAB 2026)	

1 AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG

1.1 Eignungsnachweis Rekultivierungsschicht von DK -0,5-Deponien

1.1.1 Allgemeines Vorgehen

Deponien der Klasse 0, Inertabfalldeponien mit eingeschränktem Annahmespektrum, auch „DK -0,5“ - Deponien oder Erdaushubdeponien (EAD) genannt, besitzen gem. DepV (2009) als einzige Oberflächenabdichtungskomponente eine Rekultivierungsschicht. Für diese Deponien haben die kommunalen Spitzenverbände Baden-Württembergs zum Nachweis der Eignung und des Standes der Technik auf der Basis des bundeseinheitlichen Qualitätsstandards 7-1 (BQS 7-1) einen Mustereignungsnachweis erarbeitet und mit dem UM Baden-Württemberg unter Beteiligung der LUBW abgestimmt (GEMEINDETAG et al. 2021). Er soll für den überwiegenden Teil der DK -0,5 - Deponien als gutachterlicher Musternachweis gelten und kann von den Deponiebetreibern als Bestandteil der zur Beantragung der endgültigen Stilllegung vorzulegenden Unterlagen verwendet werden.

Im Erlass des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) Baden-Württemberg vom 21. Juli 2021 wurden Einzelheiten der Vorgehensweise zum Eignungsnachweis der Rekultivierungsschicht - auch im Fall bereits ausgeführter Rekultivierungsschichten - festgelegt:

Falls die Rekultivierungsschicht bereits großflächig fertiggestellt ist und eine Eigen- und Fremdprüfung gemäß den Vorgaben der DepV nicht nachgewiesen werden kann, soll eine flächendeckende Bestandsaufnahme durch Schürfe erfolgen, um die erforderlichen Kennwerte zur Beurteilung zu erhalten. Die zur Gewinnung hinreichend repräsentativer Proben erforderliche Zahl von Schürfen wird mit der zuständigen Behörde abgestimmt.

Als praktikabel und angemessen wird ein systematisches Schürfraster in Anlehnung an die im Mustereignungsnachweis, Anhang 1, Tabelle 3, festgelegten Prüfungsanforderungen für die Rekultivierungsschicht angesehen.

Die Beprobungen sind in prüffähiger Form zu dokumentieren und ihre Ergebnisse fachkundig zu bewerten. Die Bewertungen sind, soweit sich keine Bedenken hinsichtlich der Ausführung der Rekultivierungsschicht ergeben, als gleichwertige Nachweise über die ordnungsgemäße Errichtung der Oberflächenabdichtung, d.h. der Rekultivierungsschicht, zu werten.

1.1.2 Prüfparameter und Anforderungen

Gemäß Mustereignungsnachweis (GEMEINDETAG et al. 2021, siehe 1.1.1) hat eine Beprobung auf die in Tabelle 1 aufgeführten Parameter zu erfolgen.

Tabelle 1: Prüfparameter für die Rekultivierungsschicht (RS) gemäß Mustereignungsnachweis

	Parameter	Anforderung	Verfahren
1	Schichtmächtigkeit (M)	> 1 m	Messung im Schurf
2	Korngrößenverteilung/Bodenart	prädestiniert „A“ nach BQS 7-1*	DIN 19682-2 bzw. ISO 11277
3	nutzbare Feldkapazität (nFk) Bei RS mit M < 2 m "vereinfachter Nachweis" Es kann 1 m Deponat einberechnet werden, falls dieses den Bodenartengruppen A - D zuzuordnen ist. Aufgrund regionaler, geologischer Gegebenheiten sind auf Antrag auch RS mit nFk < 140 mm zulässig.	≥ 140 mm	Vereinfachter Nachweis AG Boden (2005) bzw. BQS 7-1
4	Luftkapazität (Lk) bei bodenschonendem Einbau: keine Anforderung	keine Schadverdichtung (s.u.)	AG Boden (2005) bzw. BQS 7-1
5	Trockendichte (Trockenrohdichte, TRD) / Verdichtungsgrad Grundlage zur Bestimmung der nFk und Detektion von Schadverdichtung	gemäß Eignungsnachweis	DIN EN ISO 17892-2 bzw. DIN 18125-2
6	Bodenfremde Bestandteile	Eignungsnachweis	visuell, ggf. gravimetrisch
7	Wassergehalt nur falls kein bodenschonender Einbau oder bei ungeeigneter Konsistenz	gemäß Eignungsnachweis	DIN EN ISO 17892-1
8	Schadstoffgehalte in Feststoff und Eluat	gemäß Eignungsprüfung (Prüfung auf Übereinstimmung)	Vorlage der Anliefererklärungen /Dokumentation

Ergänzungen und Einschränkungen

Da die Rekultivierungsschicht bei Deponien der Klasse 0 das alleinige Element der Oberflächenabdichtung ist, bedarf es keines Schutzes weiterer Systemkomponenten. Spezifische Anforderungen zur Erfüllung von Schutzfunktionen sind daher obsolet.

Pkt. 3 Pflanzenverfügbarer Wasserspeicher/nutzbare Feldkapazität (nFk): Bei Schichtstärken von 2 m ist anzunehmen, dass die nFk von 140 mm erreicht wird. Da „DK -0,5“ Deponien unterhalb der Rekultivierungsschicht nur unbelasteten Boden ent-

halten, sollten keine materiellen Unterschiede zum Rekultivierungsmaterial bestehen. Daher kann in die Schichtstärke von ca. 2 m auch Deponat einbezogen werden, sofern es den Kategorien A, B, C oder D nach BQS 7-1 (Abbildung 2) zuzuordnen ist.

Pkt. 4 Luftkapazität und Bodenschadverdichtung: Nach BQS 7-1 muss die Rekultivierungsschicht ohne Bodenschadverdichtung eingebaut werden. Im Mustereignungsnachweis (GEMEINDETAG et al. 2021) wird bodenschonender Einbau vorausgesetzt, sodass Schadverdichtungen eigentlich nicht auftreten sollten¹. Hierzu müssen allerdings bei allen Erdarbeiten die Hinweise zum Bodenauftrag im „Merkblatt Bodenauffüllung“ (LUBW 2019) berücksichtigt worden sein, was im Detail Folgendes bedeutet:

- *Der Boden darf nicht mit Radfahrzeugen befahren werden. Die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit ... sind jeweils zu beachten. Materialanlieferung mit Radfahrzeugen sollte auf dafür eingerichteten Baustraßen erfolgen. Eine spätere Tiefenlockerung dieser Bereiche sollte eingeplant werden*
- *Für das Verteilen sind nur Maschinen mit Raupenfahrwerken und möglichst geringer Flächenpressung sowie mit geringem Gesamtgewicht einzusetzen.*
- *Der Boden am Aufbringungsort und das aufgetragene Bodenmaterial sind nur in trockenem Zustand zu befahren und zu bearbeiten.*
- *Auf der Auftragsfläche vorhandene Bodenverdichtungen sind vor dem Aufbringen des Oberbodens bei trockenen Bodenverhältnissen tiefenzulockern.*
- *Das aufgetragene Bodenmaterial ist mit dem anstehenden Boden zu verzahnen, um Porensprünge und Stauschichten zu vermeiden und damit eine gute Durchwurzelbarkeit zu gewährleisten.*
- *Schwellenwerte zur Erkennung einer Bodenschadverdichtung sind in DIN E 19639 Anhang F enthalten und sollen nicht überschritten werden.*

Zur Prüfung des Vorliegens von Bodenschadverdichtungen werden daher entsprechend BQS 7-1 und gemäß DIN 19639 (Tabelle F.1 in Anhang F) die Parameter Luftkapazität, effektive Lagerungsdichte sowie Wasserleitfähigkeit (siehe auch Kap. 2.) herangezogen.

¹ Diese Betrachtungsweise ist sehr optimistisch. Die Praxis zeigt, dass trotz langjähriger dahingehender Aktivitäten (z.B. WATTENDORF et al. 2005, WATTENDORF & EHRMANN 2015, WATTENDORF et al. 2018) Bodenverdichtungen über das notwendige Maß (Standicherheit, ...) hinaus häufig auftreten.

1.2 Ausgangslage EAD Hochstetten

Auf dem Areal einer ehemaligen Kiesgrube wurde nach der Verfüllung mit Erdaushubmaterial die Rekultivierungsschicht sukzessive aufgebracht und fertig gestellt, bevor abschließende allgemeine Regelungen zur Nachweisführung der Eignung vorlagen.

Für die insgesamt circa 7 ha umfassende fertig gestellte Rekultivierungsschicht der EAD Hochstetten (siehe Abbildung 1) wurde die Anlage und Beprobung von 15 Schürfen festgelegt.

1.3 Auftrag

Die Landespflege Freiburg wurde von der Abfallwirtschaft Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (ALB) beauftragt, die Beprobung von 15 Schürfen in der bestehenden Rekultivierungsschicht der EAD Hochstetten auf die erforderlichen Bodenparameter - mit Ausnahme Pkt. 2.1.4 *Schadstoffgehalte und Anteil wasserlöslicher Bestandteile gem. Anhang 3 DepV* - gemäß Mustereignungsnachweis (GEMEINDETAG et al. 2021) vorzunehmen und die Ergebnisse entsprechend der Anforderungen zu bewerten.

2 VORGEHENSWEISE UND METHODEN

Beprobung der Rekultivierungsschicht

Entsprechend der Vorgaben des Mustereignungsnachweises erfolgte am 13.11.2025 die Beprobung der Rekultivierungsschicht anhand von 15 Schürfen, deren Lage in Abbildung 1 dargestellt ist. Da „DK -0,5“ Deponien nur unbelastetes Bodenmaterial enthalten, welches keine materiellen Unterschiede zum Rekultivierungsmaterial aufweist (vergl. GEMEINDETAG 2021), wurden die Schürfe bis über 120 cm Tiefe ausgeführt, um die gesamte Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht sowie die darunter liegenden Erdmaterialien (Deponate) zu erfassen.



Abbildung 1: Orthofoto der EAD Hochstetten (Datenquelle: LGL, www.lgl-bw.de) und Lage der Schürfe

Zur Charakterisierung der Bodeneigenschaften wurden die Profile nach Bodenkundlicher Kartieranleitung KA 6 (AG BODEN 2024) aufgenommen und fotografisch dokumentiert sowie zur Ermittlung der Prüfparameter die in Tabelle 1, Kap. 1.1.2, aufgeführten Verfahren angewandt. Soweit möglich, wurde die Trockenrohdichte der Bodenhorizonte mit Stechzylinderverfahren ermittelt. Wo dies wegen hoher Steingehalte nicht möglich war, wurde die Bodendichte mit Geländemethode ermittelt.

Die Beprobung erfolgte nach einem relativ niederschlagsreichen Sommer und Herbst, so dass alle Bodenschichten gut durchfeuchtet und teilweise sogar nass waren; vereinzelt kam es zu geringfügigem Wasseraustritt aus Horizontgrenzen.

Berechnung von nutzbarer Feldkapazität (nFk), Luftkapazität (Lk) und effektiver Lagerungsdichte (LD)

Gemäß Mustereignungsnachweis (Pkt. 2.1.2) kann bei Schichtstärken < 2 m ein vereinfachter Nachweis der nutzbaren Feldkapazität mittels Fingerprobe und Abb. 1 BQS 7-1 erbracht werden. Da die Methode der Fingerprobe fehlerbehaftet sein kann, wurden in Hochstetten die Bodenarten und Grobbodenanteile mittels Korngrößenanalyse (DIN ISO 11277) wesentlich genauer bestimmt. In Verbindung mit der nach DIN 18125-2 (s.o.) gemessenen Trockendichte (syn. Trockenrohdichte, TRD können dann nFk und Lk gemäß AG BODEN (2024) beziehungsweise BQS 7-1 sehr genau ermittelt werden. Bei dicht in die umgebende Feinbodenmatrix eingebettetem Grobboden (Korn- $\emptyset > 2$ mm) - wie in Hochstetten der Fall - dürfen die Grobbodenanteile bei der Berechnung der nFK und LK nicht berücksichtigt werden und müssen daher Volumenanteil herausgerechnet werden (AG BODEN 2024). Sie sind deshalb im Folgenden separat ausgewiesen. Auch die Ermittlung der Grobbodenanteile ist mittels Körnungsanalyse - eine ausreichend große Probemenge vorausgesetzt - genauer möglich als durch die Feldansprache im Profil. Allerdings mussten bei einigen Profilen die Ergebnisse der Körnungsanalyse um die Anteile großer Steine korrigiert werden, die in der Probe nicht ausreichend repräsentiert waren. Während die Gesamt-nFk eines Profils (Einheit: mm/dm) durch Addition der Einzelwerte aller Horizonte berechnet wird, gilt die Lk (Einheit: Vol.-%) für jeden einzelnen Horizont, korrekterweise können daher weder Summen noch Mittelwerte angegeben werden. Die effektive Lagerungsdichte wurde gemäß AG BODEN (2024, S. 88) aus der TRD nach der Formel $LD = TRD + 0,005 M\text{-}\% \text{ Ton} + 0,001 M\text{-}\% \text{ Schluff}$ ermittelt.

Detektion von Boden-Schadverdichtungen

Gemäß BQS 7-1 kann bei Luftkapazitäten < 5 Vol.-% von einer Boden-Schadverdichtung ausgegangen werden. Nach DIN 19639 (Tabelle F.1 im Anhang) sind zum Nachweis von Schadverdichtungen allerdings drei Parameter relevant. Für die Beurteilung wurden demnach gemäß DIN 19639 folgende Schwellenwerte der Schadverdichtung angesetzt:

- Luftkapazität (Lk) < 5 Vol.-%
- effektive Lagerungsdichte/Packungsdichte (LD/PD) der Stufen 4 (*hoch*) oder 5 (*sehr hoch*) nach AG BODEN $= > 1,8 \text{ g/cm}^3$
- gesättigte Wasserleitfähigkeit/ Durchlässigkeitsbeiwert $k_f < 10 \text{ cm/d}$
(berechnet aus Bodenart und TRD gem. AG BODEN und/oder AKS 2016)

Sind alle drei Schadschwellen überschritten, so kann nach DIN 19639 davon ausgegangen werden, dass eine Schadverdichtung vorliegt.

Hinsichtlich des k_f -Werts bestehen erhebliche methodische Unschärfen: Die aktuelle Kartieranleitung (AG BODEN 2024) gibt im Gegensatz zu früheren Ausgaben nur noch die 25, 50 und 75 Perzentile (siehe Tabelle 2) für Bodenartengruppen an. Deshalb werden ergänzend auch k_f -Werte für Bodenarten nach AKS (2016) herangezogen.

Die Körnungsanalysen und Geländebestimmungen ergeben für die in den Profilen gewonnenen Proben überwiegend Materialien der Bodenartengruppen Sandlehme, Lehmschluffe, Sandlehme oder Normallehme. Somit sind die ermittelten Bodenarten bis auf eine Ausnahme in Eignungskategorie „A“ gemäß BQS 7-1 einzustufen (siehe Abbildung 2). Allerdings liegt auch diese Ausnahme, die in mehreren Profilen vorgefundene Bodenart Ut₃ (toniger Schluff), nur knapp neben der Grenzlinie zwischen den Kategorien „A“ und „B“ und weist eine sehr hohe nutzbare Feldkapazität auf.

Grobboden (Steingehalt)

Die Grobbodenanteile der in den 15 Profilen beprobten 36 Horizonte sind in Tabelle A.1 im Anhang in M-% und in Vol.-% aufgeführt. Sie liegen zwischen 0 M-% und 70 M-% (= 0 - 60 Vol.-%), siehe auch Abbildung 3. Die Grobbodenanteile der

- „Oberböden“ (jeweils 1. Horizont) liegen zwischen 0 und 31 M-% (Ø 14 M-%), was maximal der Stufe *mittel grobbodenhaltig* (gem. AG BODEN) entspricht;
- die der unteren Horizonte zwischen 2 und 70 M-% (Ø 36 M-%), was als *sehr schwach* bis *sehr stark grobbodenhaltig* zu bewerten ist (Abbildung 3).

Die Grobbodenanteile der „Oberböden“ (-1 Horizonte) sind somit insgesamt betrachtet deutlich niedriger als die der „Unterböden“ (Abbildung 3).

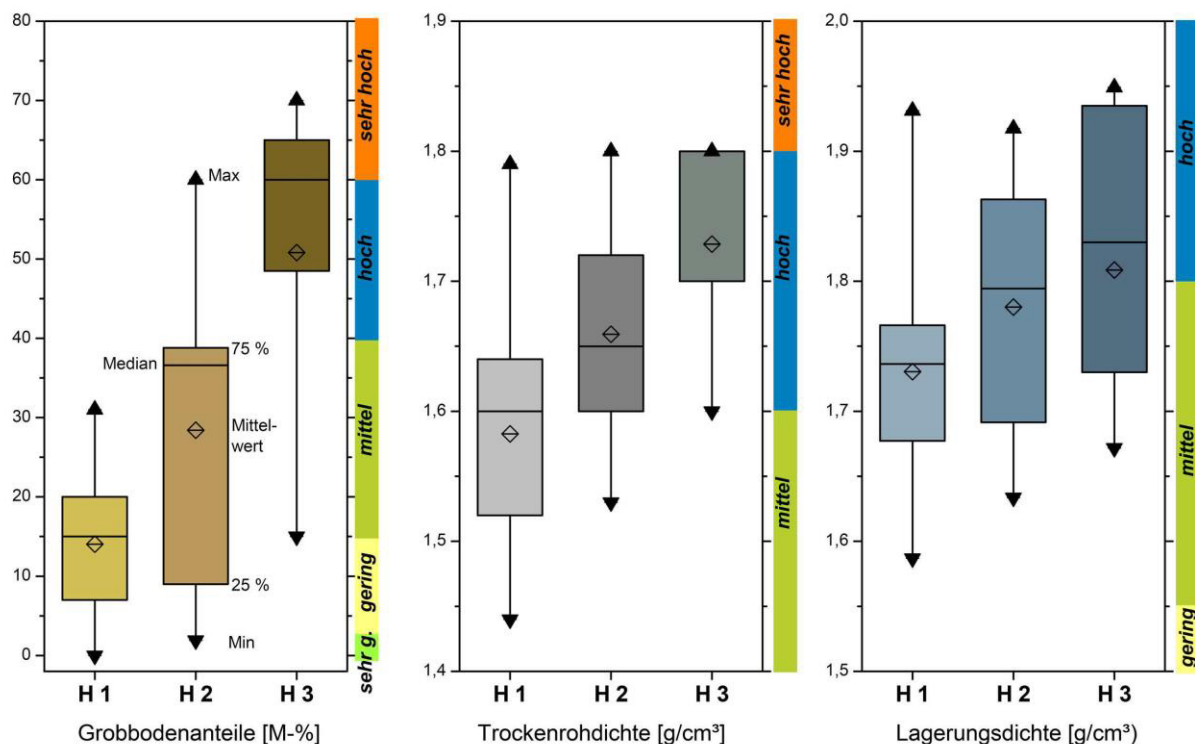


Abbildung 3: Grobbodenanteile [M-%], Trockenrohdichte [g/cm³] und Lagerungsdichte [g/cm³] aller beprobten Horizonte; H₁ = jeweils oberer Horizont eines Profils („Oberboden“) usw.; alle Bewertungsstufen nach AG BODEN

3.2 Trockendichte (TRD) und effektive Lagerungsdichte (LD)

Die ermittelten Trocken(roh)dichten (siehe Tabelle 3 und Tabelle A.1 im Anhang) aller Horizonte liegen zwischen 1,44 und 1,80 g/cm³. Sie betragen in den oberen Horizonten zwischen 1,4 und 1,79 g/cm³. Im Unterboden streuen die Werte zwar weniger stark (Abbildung 3), sie liegen jedoch mit Werten zwischen 1,53 und 1,8 g/cm³ deutlich höher. Die jeweilige Einstufung nach AG BODEN ist aus Abbildung 3 ersichtlich, sie liegt zwischen den Stufen *mittel* und *hoch*. In den unteren Horizonten ist die Mehrzahl der Werte der Stufe *hoch* zuzuordnen.

Die effektive Lagerungsdichte ergibt sich aus der Bodenart und der TRD. Die Werte in den beprobten Horizonten liegen insgesamt zwischen 1,59 und 1,95 g/cm³. Naturgemäß sind die LD-Werte ähnlich verteilt wie die TRD (siehe Abbildung 3), aufgrund unterschiedlicher Bodenarten streuen sie jedoch viel stärker, vor allem in den unteren Horizonten. Dort liegen die Werte auch etwas höher (Ø 1,79) als in den jeweils ersten Horizonten (Ø 1,73) der Profile. Die Einstufung der LD-Werte ist aus Abbildung 3 ersichtlich: In den ersten Horizonten überwiegt Stufe *mittel*, in den unteren Horizonten ist die Mehrzahl der Werte der Stufe *hoch* zuzuordnen.

3.3 nutzbare Feldkapazität (nFk) und Luftkapazität (Lk)

Aus den in Kap. 3.1 und 3.2 beschriebenen Werten wurden anhand der empirischen Tabellenwerte der AG BODEN (2024) die nutzbare Feldkapazität (nFk) und die Luftkapazität (Lk) berechnet. Hierbei werden die Volumenanteile des Grobbodens gemäß BQS 7-1 berücksichtigt.

3.3.1 nutzbare Feldkapazität (nFk)

Wie in Kap. 3.1 gezeigt, sind die in Hochstetten ermittelten Bodenarten mit lediglich einer Ausnahme der Kategorie „A“ nach BQS 7-1 zuzuordnen. Die Ausnahme (Bodenart Ut₃, toniger Schluff) ist jedoch nicht wegen geringer nFk - diese ist mit 22 mm/dm nach AG BODEN sogar *hoch* -, sondern wegen bei Verdichtung sehr geringer Luftkapazität in Kategorie „B“ eingestuft (s.u.).

Aufgrund dieser für die nFk meist günstigen Bodenarten mit oft hohen Schluff-Anteilen, sind - trotz manchmal hoher Grobbodenanteile - auch die Werte der nutzbaren Feldkapazität überwiegend hoch oder sogar sehr hoch. Insgesamt liegen die nFk-Werte der Profile zwischen 126 (Profil J) und 247 mm (Profil C). Die nFk-Werte der Profile G, I und J (siehe Tabelle 3 und Abbildung 4) liegen mehr oder weniger knapp unter der Anforderung von 140 mm Gesamt-nFk; sie betragen 126, 128 und 135 mm. Grund hierfür ist, dass Bodenarten (z.B. Su₂, Lt₂) mit - für Eignungsklasse „A“ - relativ niedriger nFk sowie teilweise hohe Grobbodenanteile im Unterboden (bis 50 - 60 Vol.-%) vorliegen. Dagegen erreichen oder übertreffen die höchsten festgestellten Werte bei vier Profilen 200 mm nFk. Abbildung 4 zeigt, dass hohe und niedrige Werte nicht flächig konzentriert, sondern verteilt auftreten.

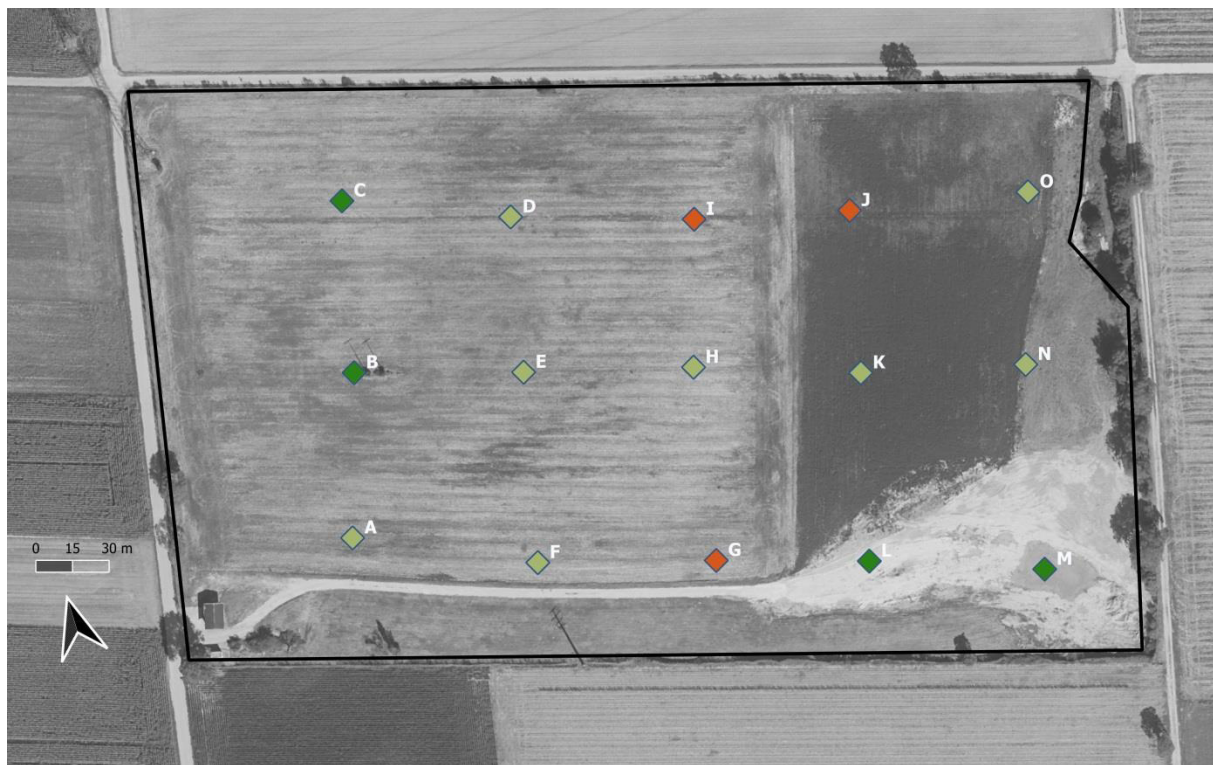


Abbildung 4: Räumliche Verteilung von nFk-Werten der 15 Bodenprofile der Deponie Hochstetten;
 ◆ = nFk < 140 mm, ◆ = nFk ≥ 140 - 199 mm, ◆ = nFk ≥ 200 mm (Orthofoto: Datenquelle LGL, www.lgl-bw.de)

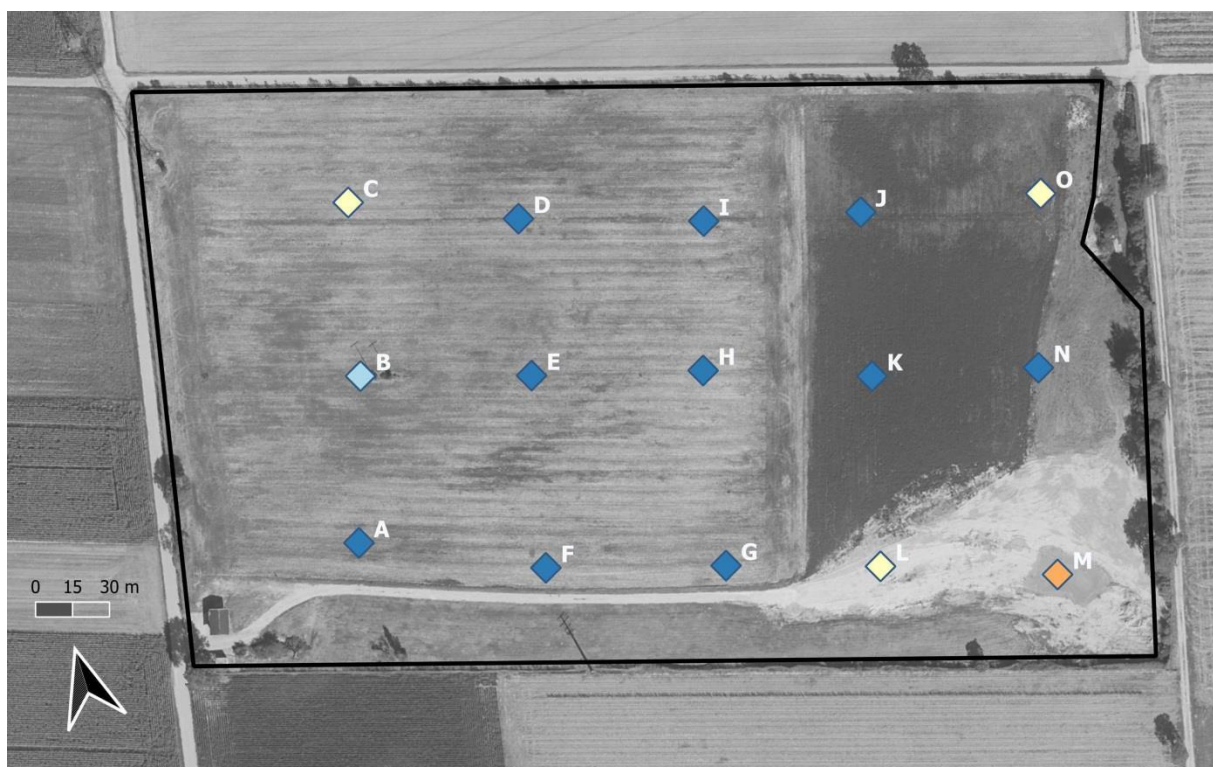


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Luftkapazität: ◆ = gesamtes Profil mit Lk > 5 Vol.-%; Anzahl der Horizonte mit einer Lk < 5 Vol.-%; ◆ = 1 Horizont, ◆ = 2 Horizonte, ◆ = gesamtes Profil mit Lk < 5 Vol.-% (Orthofoto: Datenquelle LGL, www.lgl-bw.de)

3.3.2 Luftkapazität (Lk)

Wie bereits oben angedeutet ist jedoch an stark schluffreichen Bodenarten von Nachteil, dass sie sehr verdichtungsempfindlich sind und allgemein ihre Luftkapazität eher *gering* oder *mittel* (nach AG BODEN) einzustufen ist (vergl. BQS 7-1). In Kombination mit oft hohen Trockendichten, wie sie in einigen Horizonten der Profile in Hochstetten vorliegen (siehe 3.2 und Tabelle A.1 im Anhang), kann die Lk sehr geringe Werte von teilweise lediglich 2 Vol.-% erreichen. Dies betrifft vor allem die Bodenart toniger Schluff, die in zahlreichen Horizonten vorkommt, nur in einem Fall auch einen sandigen Lehm (Profil M). Insgesamt liegt aufgrund der vorherrschenden materiellen Bedingungen - schluff- und tonreiche Bodenarten, hohe Grobbodenanteile und stellenweise relativ starke Verdichtung - die Luftkapazität auch der übrigen Horizonte lediglich zwischen 5 und 13 Vol.-%. Sie sind daher nach AG BODEN als *gering* (< 8 Vol.-%) oder *mittel* einzustufen. Der nach BQS 7-1 (Pkt. 6) anzustrebende Zielwert der Luftkapazität von 8 Vol.-% für verdichtungsempfindliche Böden wird in 15 der insgesamt 36 untersuchten Horizonte erreicht oder überschritten. Der Schwellenwert von < 5 Vol.-% Lk weist nach BQS 7-1 auf Schadverdichtung hin. Er wird in einzelnen Horizonten mehrerer Profile unterschritten; lediglich einmal - Profil M - ist dies im gesamten Profil der Fall (siehe Abbildung 5).

3.3.3 Schadverdichtung

Wie in Kap. 2 ausgeführt, sind jedoch gemäß DIN 19639 (Tab. F1) drei Parameter - Luftkapazität (Lk), effektive Lagerungsdichte (LD) und gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf) - zum Nachweis von Schadverdichtungen zu betrachten. Sind alle drei Schadschwellen überschritten, so kann nach DIN 19639 davon ausgegangen werden, dass eine Schadverdichtung vorliegt.

Tabelle 2: Profile/Horizonte mit Überschreitung von mehr als einem Prüfparameter für Schadverdichtungen gemäß DIN 19639; Tiefe gibt jeweils die Untergrenze des Horizonts an, M = Mächtigkeit des Horizonts

Profil	Hor.	Tiefe	M	Bodenart	Lk	LD	kf _{AG Boden}	kf _{AKS}
		cm	cm		V.-%	g/cm ³	cm/d	
B	B-1	30	30	Lu	7	1,62	2-11-38	3
	B-2	60	30	Ut ₃	2	1,81		
	B-3	>120	60	Slu	8	1,71		
C	C-1	40	40	Ls ₂	8	1,68	2-11-38	3
	C-2	80	40	Ut ₃	2	1,87		
	C-3	>120	>40	Ut ₃	2	1,95		
L	L-1	35	35	Ut ₃	2	1,93	2-11-38	3
	L-2	75	40	Ut ₃	2	1,86		
	L-3	>140	65	Su ₂	8	1,73		
M	M-1	80	80	Ut ₃	2	1,82	2-11-38	3
	M-2	95	15	Ut ₃	2	1,83		
	M-3	>125	30	Ls ₃	2	1,94	3-8-24	11

Tabelle 2 zeigt alle Profile mit Überschreitung der Schadverdichtungs-Schwellengrenzen bei mehr als einem Parameter. Bezüglich Lk und LD sind die Ergebnisse eindeutig und problemlos interpretierbar; bei der Wasserleitfähigkeit erschweren jedoch methodische Unsicherheiten (siehe Kap. 2) die Bewertung. Unter Berücksichtigung der Werte ($k_{f_{AKS}}$) aus AKS (2016) ergibt sich der Verdacht auf Schadverdichtungen für die Horizonte B-2, C-2 und C-3, L-1 und L-2 sowie M-1 und M-2.

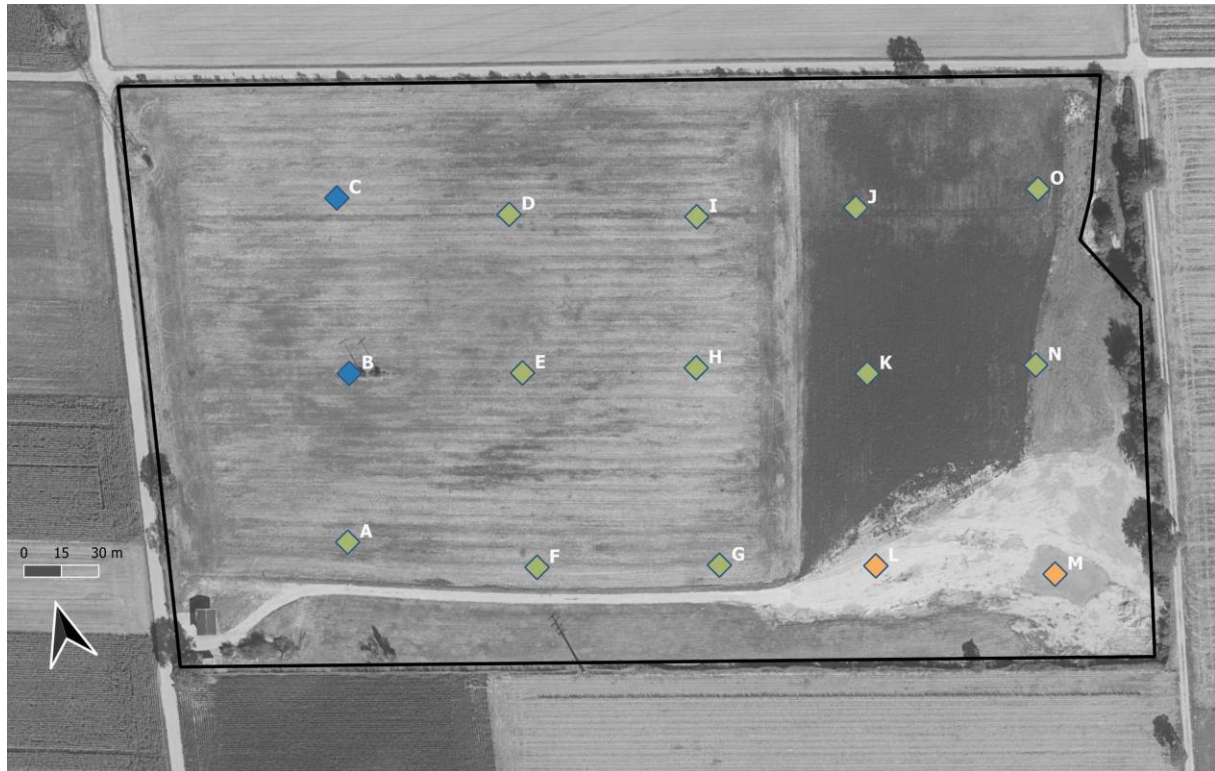


Abbildung 6: Räumliche Verteilung von Profilen mit Schadverdichtung: ◆ = keine Schadverdichtung, ◆ = Horizont mit Schadverdichtung in 30 - 40 cm Tiefe, ◆ = Schadverdichtung ab Bodenoberfläche (Orthofoto: Datenquelle LGL, www.lgl-bw.de)

Die räumliche Verteilung der Profile ist in Abbildung 6 dargestellt; Tiefe und Mächtigkeit der Horizonte ergeben sich aus Tabelle 2: Profil B ist zwischen 30 und 60 cm Tiefe betroffen, Profil C ab 40 cm Tiefe. In den Profilen L und M ist von 0 bis > 75 cm Tiefe von Schadverdichtung auszugehen. Im Bereich um diese beiden Profile ist der Rekultivierungsboden offensichtlich zuletzt aufgebracht worden, so fehlen (L) hier Bewuchs und damit auch Durchwurzelung oder sind nur schwach ausgeprägt (M).

Natürliche Prozesse („Frostgare“, wühlende Bodentiere und Durchwurzelung) tragen dazu bei, Verdichtungen nahe der Bodenoberfläche im Lauf einiger Jahre weitgehend aufzulösen. Eine schneller wirkende landwirtschaftliche Bodenbearbeitung könnte Schadverdichtungen bis circa 30 - 40 cm Tiefe nachträglich beseitigen. Durch Tieflockern mittels Raupe mit Reißzähnen wäre ein Aufbrechen bis circa 60 - 80 cm Tiefe möglich. Tiefer liegende Verdichtungen sind praktisch irreversibel.

3.4 bodenfremde Bestandteile

In den Vorgaben finden sich keine Grenzwerte für bodenfremde Bestandteile, die Bewertung bleibt der gutachterlichen Abwägung überlassen. Bodenfremde Bestandteile wurden in der Rekultivierungsschicht der EAD Hochstetten vereinzelt angetroffen. Meist handelt es sich um mineralische Anteile, wie z.B. kleine Tonziegelfragmente unter 5 Vol.-% Anteil. Deutlich seltener finden sich kleine Asphaltstücke oder Kunststoff, wie z.B. Folienreste. Es ist nicht anzunehmen, dass diese Bestandteile die Funktion der Rekultivierungsschicht beeinträchtigen könnten.

3.5 Dicke - Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht

Wie bereits oben ausgeführt, enthalten „DK -0,5“ Deponien nur unbelastetes Bodenmaterial welches keine materiellen Unterschiede zum Rekultivierungsmaterial aufweist bzw. aufweisen sollte. Entsprechende Eignung vorausgesetzt kann auch abgelagertes Bodenmaterial zur Berechnung der nFk herangezogen werden (GEMEINDETAG 2021). Die Grenze zwischen Rekultivierungsschicht und Deponat ist somit eher theoretischer Natur und lässt sich in der Praxis im Nachhinein nicht immer festlegen. Auch aus diesem Grund wurde auf der EAD Hochstetten bis über 120 cm Tiefe geschürft, um die Eigenschaften aller oberflächennahen Bodenmaterialien zu erfassen.

Wie oben (siehe 3.1) gezeigt, sind die in der EAD Hochstetten in diesem Tiefenbereich anstehenden Feinbodenarten ausnahmslos zur Herstellung fachgerechter Rekultivierungsschichten geeignet. M. E. ist daher die Frage der Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht aus Gründen der Standorteigenschaften nicht zielführend. Sicher können die jeweils ersten Horizonte stets als „Rekultivierungsschicht“ angesprochen werden; deren Mächtigkeit liegt zwischen 25 und 120 cm ($\emptyset = 55$ cm). Unterschiede zu den darunter liegenden Horizonten bestehen hinsichtlich dort höherer Steingehalte und Trockendichten; diese sind jedoch keineswegs einheitlich (siehe Abbildung 3).

In die Bewertung der Mächtigkeit werden daher alle Horizonte einbezogen, die zumindest schwach durchwurzelt waren und somit der Pflanzenversorgung dienen können. Bei dieser Vorgehensweise liegen die ermittelten Schichtdicken der Rekultivierungsschicht zwischen 75 cm und > 120 cm. In den Profilen G und N reicht die Durchwurzlung aktuell nur bis circa 75 cm, obwohl auch hier grundsätzlich geeignete Bodenarten vorliegen. Wahrscheinlich erschweren und verzögern die Schichtsprünge der Lagerungsdichte in beiden Fällen die Durchwurzlung.

4 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Tabelle 3: Übersicht der Prüfparameter und Erfüllung der Anforderungen/Empfehlungen in den beprobten Profilen der EAD Hochstetten; ΣM = Gesamtmächtigkeit/-dicke, BArt = Bodenart, LD = Lagerungsdichte, SchV = Schadverdichtung, bB = bodenfremde Bestandteile, !? = Schadverdichtung anzunehmen

Profil	Hor.	ΣM	BArt	nFk	Lk	LD	SchV	bB
		cm		mm	mm	g/cm ³		Vol-%
Anforderung:		> 100	Kat „A“	≥ 140	≥ 5		keine	
A	A-1	120	Sl ₃	144	13	1,72		1
B	B-1	120	Lu	204	7	1,62	!? ⁵⁾	3
	B-2		Ut ₃ ²⁾		2 ⁴⁾	1,81		
	B-3		Slu		8	1,71		
C	C-1	120	Ls ₂	247	8	1,68	!? ⁵⁾ !? ⁵⁾⁺⁶⁾	1
	C-2		Ut ₃ ²⁾		2 ⁴⁾	1,87		1
	C-3		Ut ₃ ²⁾		2 ⁴⁾	1,95		
D	D-1	120	Ls ₂	155	8	1,66		4
	D-2		Sl ₃		12	1,69		
E	E-1	140	Ls ₂	190	8	1,66		2
	E-2		Sl ₃		12	1,69		
F	F-1	120	Sl ₄	154	12	1,72		2
	F-2		Slu		7	1,71		
G	G-1	75 (120) ¹⁾	Lt ₂	128 ³⁾	6	1,74		5
	G-2		Ls ₃		9	1,79		
	G-3		Su ₂		8	1,83		
H	H-1	115	Lt ₂	148	6	1,75		
	H-2		Ls ₂		6	1,79		
I	I-1	120	Lt ₂	135 ³⁾	6	1,77		3 5
	I-2		Sl ₄		12	1,63		
	I-3		Su ₂		6	1,83		
J	J-1	120	Lt ₂	126 ³⁾	7	1,77		6
	J-2		Sl ₄		7	1,91		
K	K-1	130	Ut ₃ ²⁾	184	10	1,59		4
	K-2		Sl ₄		7	1,72		
L	L-1	140	Ut ₃ ²⁾	200	2 ⁴⁾	1,93	!? ⁵⁾	5
	L-2		Ut ₃ ²⁾		2 ⁴⁾	1,86	!? ⁵⁾	
	L-3		Su ₂		8	1,73		
M	M-1	125	Ut ₃ ²⁾	216	2 ⁴⁾	1,82	!? ⁵⁾	2 3
	M-2		Ut ₃ ²⁾		2 ⁴⁾	1,83	!? ⁵⁾	
	M-3		Ls ₃		2 ⁴⁾	1,94		
N	N-1	75 (140) ¹⁾	Lt ₂	152	7	1,77		5
	N-2		Slu/Sl ₄		5	1,92		
O	O-1	120	Ut ₃ ²⁾	162	2 ⁴⁾	1,79		5 5
	O-2		Sl ₄		11	1,69		
	O-3		Su ₃		11	1,67		

In Tabelle 3 sind zusammenfassend die Ergebnisse der Beprobung aufgeführt. Aus der Zusammenstellung wird ersichtlich, dass in den Profilen **A, D, E, F und H** die jeweiligen Anforderungen aller Prüfparameter von der Rekultivierungsschicht ohne Einschränkungen erfüllt werden.

In den übrigen Profilen ist die Erfüllung der Anforderungen mit Einschränkungen verbunden, daher sind folgende notwendige Ergänzungen festzuhalten:

- 1) Profile **G und N**: Die Anforderung an die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht ≥ 1 m wird um je 25 cm verfehlt. Die geforderte Schichtdicke kann jedoch erreicht werden, wenn aktuell nicht durchwurzelt unterliegende Schichten einbezogen werden. Dies ist möglich, da deren Bodenarten der Kategorie „A“ nach BQS 7-1 zuzuordnen sind.
- 2) **B, C, K, M und O**: Die Bodenart Ut_3 ist nach BQS 7-1 der Kategorie „B“ zuzuordnen, die in den Sieblinien ermittelte Korngrößenverteilung liegt direkt an der Grenze zu Kategorie „A“ (siehe Abbildung 2); die n_{Fk} ist entsprechend sehr hoch. Ut_3 ist wegen großer Verdichtungsanfälligkeit der Kategorie „B“ zugeordnet, daher wird im BQS 7-1 lockerer Einbau und bodenschonendes Bearbeiten gefordert. Wie sich bei den Spalten Lk und SchV zeigt, war dies hier offensichtlich nicht gegeben.
- 3) Profile **G, I, J**: Die Anforderung an eine Gesamt- n_{Fk} von ≥ 140 mm kann, durch Einbezug von jeweils 10 - 20 cm der unterliegenden Schichten erfüllt werden. Dies ist gemäß Mustereignungsnachweis zulässig (siehe GEMEINDETAG 2021), da die Bodenarten der Kategorie „A“ nach BQS zuzuordnen sind.
- 4) Die erforderliche Luftkapazität von 5 Vol.-% wird in diesen Horizonten nicht erreicht. In Horizont **O-1** werden aber keine weiteren Schwellenwerte der Schadverdichtung überschritten.
- 5) **B, C, L und M**: Da die Werte der Luftkapazität, der Lagerungsdichte und wahrscheinlich auch der Wasserleitfähigkeit/Durchlässigkeit die Schadschwellen überschreiten, ist in diesen Horizonten von Schadverdichtung auszugehen.
- 6) Profil **C**: Die Anforderung an die n_{Fk} wird bereits mit den Horizonten C-1 und C-2 (168 mm n_{Fk}) erreicht. Da der potenziell schadverdichtete Horizont C-3 trotz hoher Dichte schwach durchwurzelt ist wurde er zum Erreichen der Anforderung an die Mächtigkeit berücksichtigt.

Unter Anwendung der vorgenannten zulässigen Ergänzungen können alle Profile die Anforderungen an Mächtigkeit/Dicke, Bodenart und nutzbare Feldkapazität der Rekultivierungsschicht erfüllen. Lediglich hinsichtlich der Schadverdichtung bestehen bei den Profilen **B, (C), L und M** Defizite.

Fazit

Anhand der Prüfparameter kann festgestellt werden, dass die bestehende Rekultivierungsschicht der EAD Hochstetten weitgehend den in BQS 7-1 und Mustereignungsnachweis definierten Anforderungen und Empfehlungen entspricht:

- Die (Fein-)Bodenarten können als durchweg gut bis sehr gut bewertet werden und sind weit überwiegend der Eignungskategorie „A“ nach BQS 7-1 zuzuordnen. Durch teilweise hohe Grobbodenanteile werden der nutzbare Wasserspeicher und die Luftkapazität einiger Horizonte allerdings reduziert.
- Wie im vorigen Abschnitt dargelegt, können daher auf der Grundlage der erhobenen Daten die Anforderungen an Mächtigkeit/Dicke, Bodenart und nutzbare Feldkapazität von der gesamten Rekultivierungsschicht der EAD Hochstetten erfüllt werden.
- Nicht durchweg erfüllt sind die Anforderungen hinsichtlich der Vermeidung von Schadverdichtungen. An einigen Stellen, wurde verdichtungsempfindlicher Löss (Ut₃) beim Einbau soweit verdichtet, dass alle Schwellenwerte im Bereich der Schadverdichtung liegen. Bei Bedarf, d.h. abhängig von der Folgenutzung, wären diese Schadverdichtungen jedoch zumindest teilweise reparabel (siehe 3.3.3).

5 LITERATUR

- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Stuttgart, 438 S.
- AG BODEN (2024): Bodenkundliche Kartieranleitung, 6. Auflage, Hannover, 552 S.
- AKS = Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (2016): Forstliche Standortaufnahme, 400 S., Eching
- BQS 7-1 = LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (2020): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1 Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen, 33 S.
- BQS 7-2 = LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (2016): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-2 Wasserhaushaltsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen, 37 S.
- DGGT = Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (2010): GDA-Empfehlung E 2-31 Rekultivierungsschichten, 31 S., <http://www.gdaonline.de/pdf/E2-31.pdf>
- DGGT (2010a) = GDA-Empfehlung E 2-32: Gestaltung des Bewuchses auf Abfalldeponien, 14 S., <http://www.gdaonline.de/pdf/E2-32.pdf>
- DIN EN ISO 11274 Bodenbeschaffenheit, Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens, Laborverfahren (07-2014)
- DIN ISO 11277 Bodenbeschaffenheit, Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden, Verfahren mittels Siebung und Sedimentation (08-2002)
- DIN 18125-2 Dichte des Bodens-Feldversuche (03-2011)
- DIN 19639 Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben (09-2019)
- DIN 19682-2 Bestimmung der Bodenart (11-2007)
- GEMEINDETAG, STÄDTETAG & LANDKREISTAG Baden-Württemberg (2021): (Muster-) Eignungsnachweis für die Rekultivierungsschicht von eingeschränkten Inertabfalldeponien der Klasse 0 („DK -0,5“), Stand 16. Juli 2021, 18 S.
- LUBW = Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2019): Merkblatt Bodenauffüllungen, Karlsruhe, 14 S.
- SOLAB (2026): Sieblinien Bericht_Li6, unv. Bericht, Freiburg, 23 S.
- WATTENDORF, P., W. KONOLD & O. EHLMANN [Hrsg.] (2005): Rekultivierungsschichten und Wurzelsperren, Culterra Band 41, 268 S., Freiburg
- WATTENDORF, P. & O. EHLMANN (2015): Bodenentwicklung und Wasserhaushalt von Rekultivierungsschichten - Ergebnisse aus 14 Jahren Langzeituntersuchungen auf der Deponie Leonberg, Veröff. des TR-LGA-Grundbauinstituts Nürnberg, Heft 94: 37 - 46
- WATTENDORF, P., O. EHLMANN, H. REITH & A. BIEBERSTEIN (2018): Standsicherheits- und Bodeneigenschaften von Rekultivierungssubstraten in Baden-Württemberg, Tagungsband 14. Leipziger Deponiefachtagung: 223 - 236

6 ANHANG

Profilfotografien

Tabelle A.1: Profilbeschreibungen

Körnungslinien der Bodenproben (SOLAB 2026)

Profilfotografien

Profil A



Profil B



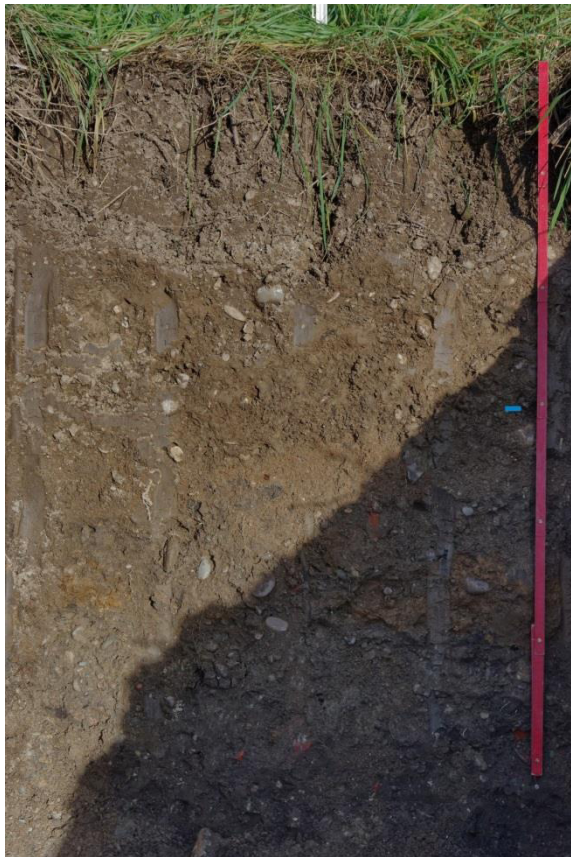
Profil C



Profil D



Profil E



Profil F



Profil G



Profil H



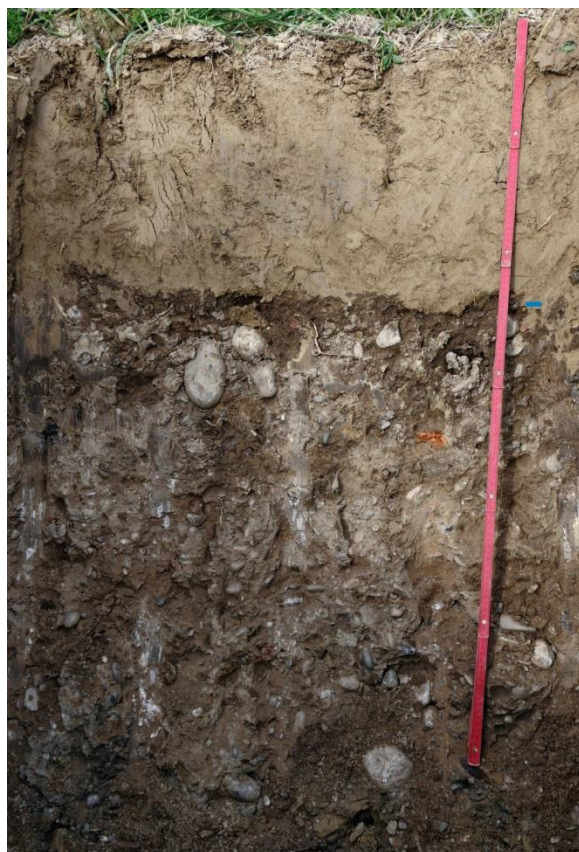
Profil I



Profil J



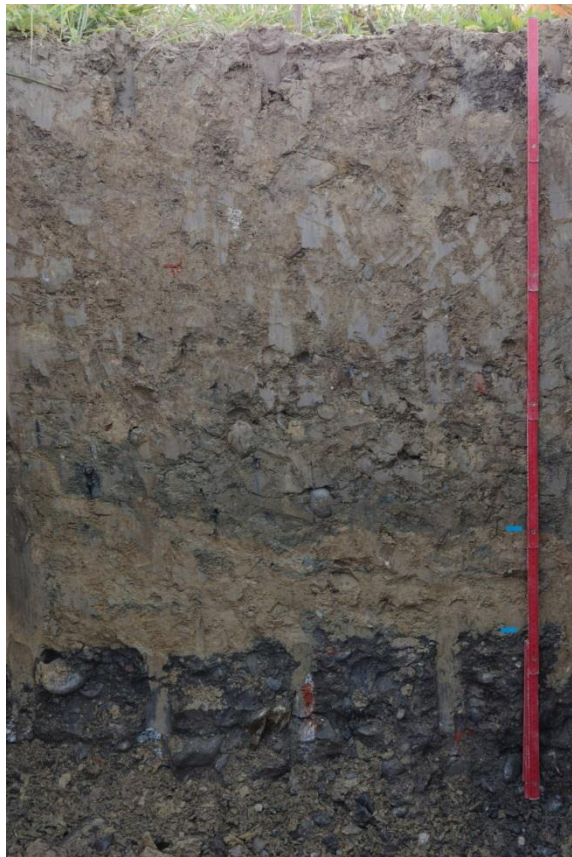
Profil K



Profil L



Profil M



Profil N



Profil O



Tabelle A.1: Profilbeschreibungen

Profil	Horizont-Nr.	Mächtigkeit Profil	Tiefe bis	Mächtigkeit Horizont	Bodenart	Grobboden- anteil		bB mineralisch	bB nicht-mineralisch	Durchwurzelung	Trockenrohdichte (TRD)	eff. Lagerungsdichte (LD)	nFk / Horizont	nFk Profil	Luftkapazität (Lk)	ges. Wasser- leitfähigkeit * (kf)	kf (nach AKS 2016) *	Wassergehalt
		cm	cm	cm		M-%	Vol-%	Vol-%		W	g/cm³	g/cm³	mm	mm	mm	cm/d	cm/d	Vol-%
A	A-1	120	120	120	Sl3	<u>31</u>	<u>20</u>	1		2	<u>1,64</u>	1,72	144	144	13			<u>29,2</u>
B	B-1	120	30	30	Lu	<u>21</u>	<u>14</u>			3	<u>1,47</u>	1,62	46	204	7			<u>27,1</u>
	B-2		60	30	Ut3	<u>9</u>	<u>7</u>			1	<u>1,66</u>	1,81	61		2	2-11-38	3	<u>32,8</u>
	B-3		>120	60	Slu	<u>26</u>	<u>17</u>	2	1	1	1,6	1,71	97		8			
C	C-1	120	40	40	Ls2	<u>20</u>	<u>13</u>	1		2	<u>1,52</u>	1,68	66	247	8			<u>28,9</u>
	C-2		80	40	Ut3	9	7		1	1	<u>1,72</u>	1,87	102		2	2-11-38	3	<u>35,9</u>
	C-3		>120	40	Ut3	15	10			1	1,8	1,95	79		2	2-11-38	3	
D	D-1	120	35	35	Ls2	20	13			4	1,5	1,66	58	155	8			
	D-2		>120	85	Sl3	<u>37</u>	<u>24</u>	1	3	1	1,6	1,69	97		12			
E	E-1	140	60	60	Ls2	20	13			4	1,5	1,66	99	190	8			
	E-2		>140	80	Sl3	37	24	2		3	1,6	1,69	91		12			
F	F-1	120	60	60	Sl4	<u>31</u>	<u>20</u>			5	<u>1,61</u>	1,72	72	154	12			<u>26,6</u>
	F-2		>120	60	Slu	<u>44</u>	<u>30</u>	2		1	1,6	1,71	82		7			
G	G-1	120	55	55	Lt2	<u>12</u>	<u>8</u>			5	<u>1,56</u>	1,74	71	128	6			<u>29,4</u>
	G-2		75	20	Ls3	<u>21</u>	<u>13</u>			1	<u>1,65</u>	1,79	27		9			<u>35,5</u>
	G-3		>120	45	Su2	60	50	5		0	1,8	1,83	30		8			
H	H-1	135	75	75	Lt2	<u>15</u>	<u>10</u>			4	<u>1,58</u>	1,75	91	174	6			<u>26,7</u>
	H-2		115	40	Ls2	<u>27</u>	<u>18</u>			1	<u>1,64</u>	1,79	57		6			<u>26,4</u>

Abkürzungen: bB = bodenfremde Bestandteile, nFk = nutzbare Feldkapazität

unterstrichen = Labormessungen (Körnungsanalyse, Stechzylinderproben etc.), ansonsten mit Geländemessung/-methode oder von identischem Bodenmaterial abgeleitet

Durchwurzelungsintensität: 0 = *keine*, 1 = *sehr schwach*, 2 = *schwach*, 3 = *mittel*, 4 = *stark*, 5 = *sehr stark* (nach AG Boden)

* = nur wenn Lk < 5 Vol-% und eff. Lagerungsdichte (LD) > 1,8 (= mindestens Stufe hoch)

Tabelle A.1: Profilbeschreibungen

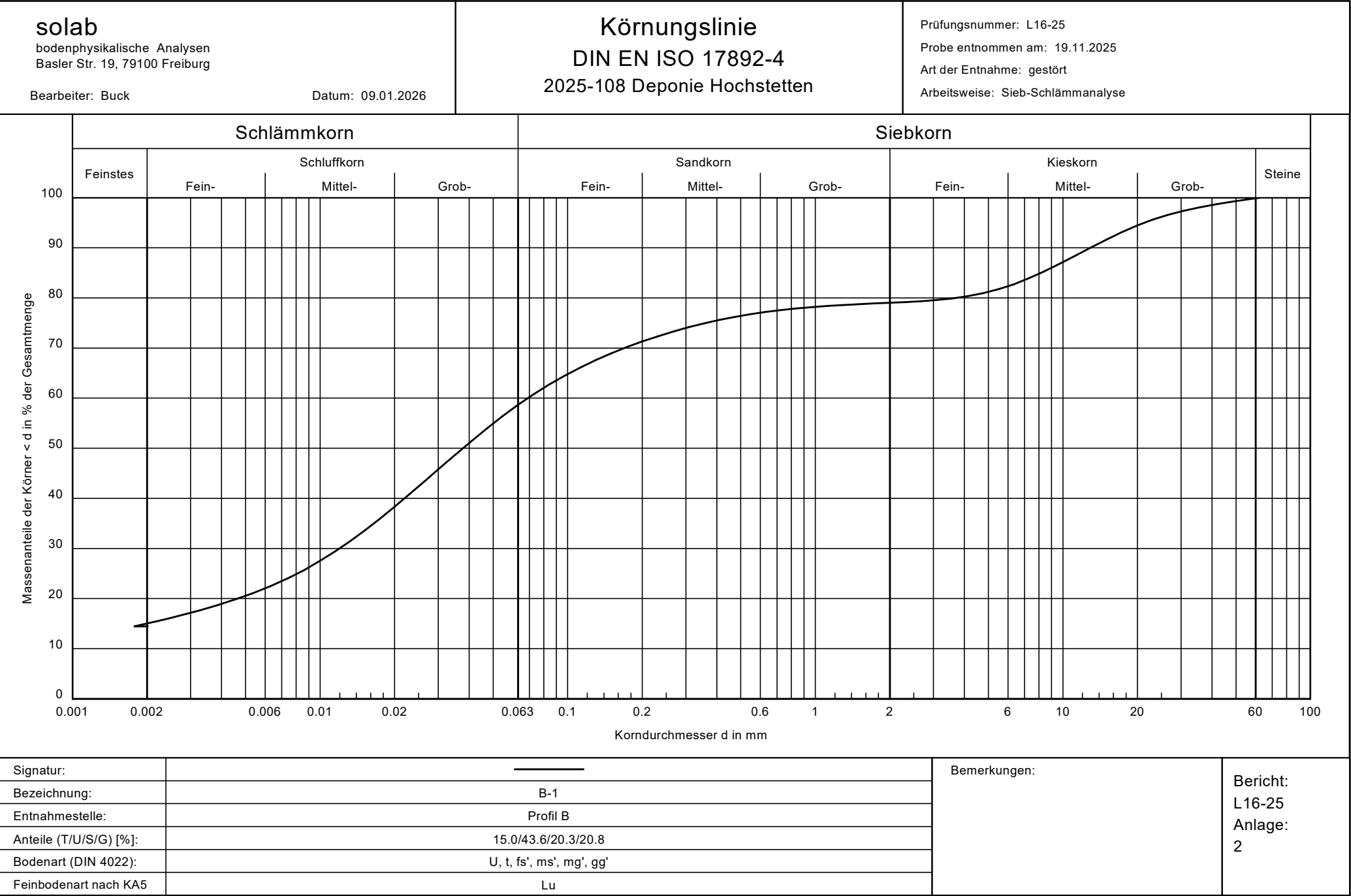
Profil	Horizont-Nr.	Mächtigkeit Profil	Tiefe bis	Mächtigkeit Horizont	Bodenart	Grobboden- anteil		bB mineralisch	bB nicht-mineralisch	Durchwurzelung	Trockenrohdichte (TRD)	eff. Lagerungsdichte (LD)	nFk / Horizont	nFk Profil	Luftkapazität (Lk)	ges. Wasser- leitfähigkeit * (kf)	kf (nach AKS 2016) *	Wassergehalt
		cm	cm	cm		M-%	Vol-%	Vol-%		W	g/cm³	g/cm³	mm	mm	mm	cm/d	cm/d	Vol-%
I	I-1	120	60	60	Lt2	15	10			4	1,6	1,77	73	135	6			
	I-2		110	50	Sl4	43	29		3	1	1,53	1,63	57		12			25,2
	I-3		>120	10	Su2	70	60	5		0	1,8	1,83	5		6			
J	J-1	120	30	30	Lt2	7	5			3	1,6	1,77	38	126	7			
	J-2		>120	90	Sl4	37	25	5	1	1	1,8	1,91	88		7			
K	K-1	130	50	50	Ut3	2	1			2	1,44	1,59	124	184	10			36,4
	K-2		>130	80	Sl4	60	50	3	1	1	1,6	1,72	60		7			
L	L-1	140	35	35	Ut3	8	6			0	1,79	1,93	72	200	2	2-11-38	3	28,1
	L-2		75	40	Ut3	2	1			0	1,73	1,86	87		2	2-11-38	3	29,5
	L-3		>140	65	Su2	65	55	5		0	1,7	1,73	41		8			
M	M-1	125	80	80	Ut3	7	5			3	1,68	1,82	167	216	2	2-11-38	3	27,6
	M-2		95	15	Ut3	2	1	2		1	1,7	1,83	33		2	2-11-38	3	
	M-3		>125	30	Ls3	70	60	3		1	1,8	1,94	16		2	3-8-24	11	
N	N-1	140	75	75	Lt2	0	0			3	1,6	1,77	101	152	7			
	N-2		>140	65	Slu/Sl4	32	40	5		0	1,8	1,92	51		5			
O	O-1	120	25	25	Ut3	2	1			3	1,65	1,79	54	162	2			33,2
	O-2		70	45	Sl4	39	26	5		1	1,6	1,69	50		11			
	O-3		>120	50	Su3	49	32	5		1	1,6	1,67	58		11			

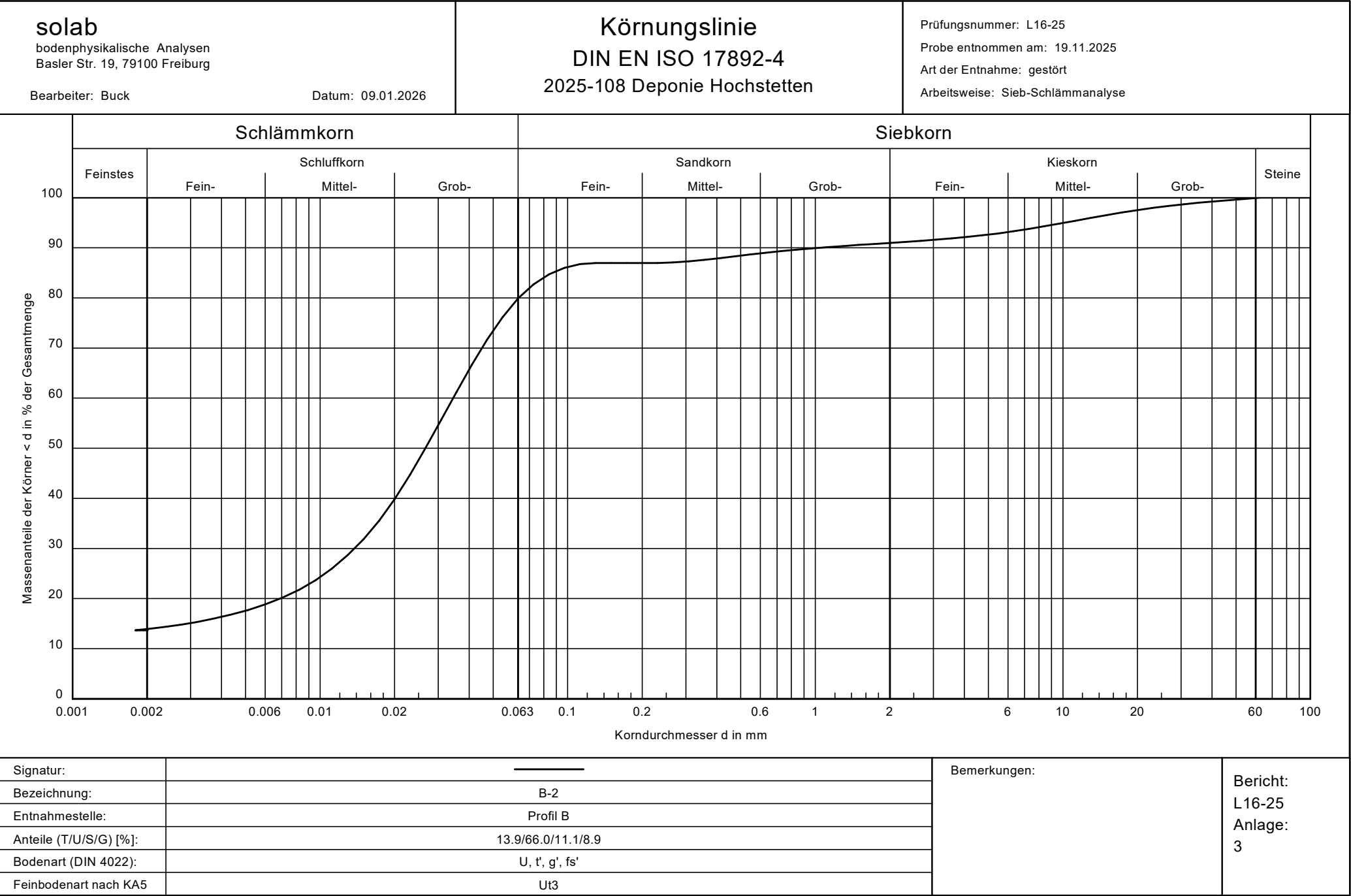
Abkürzungen: bB = bodenfremde Bestandteile, nFk = nutzbare Feldkapazität

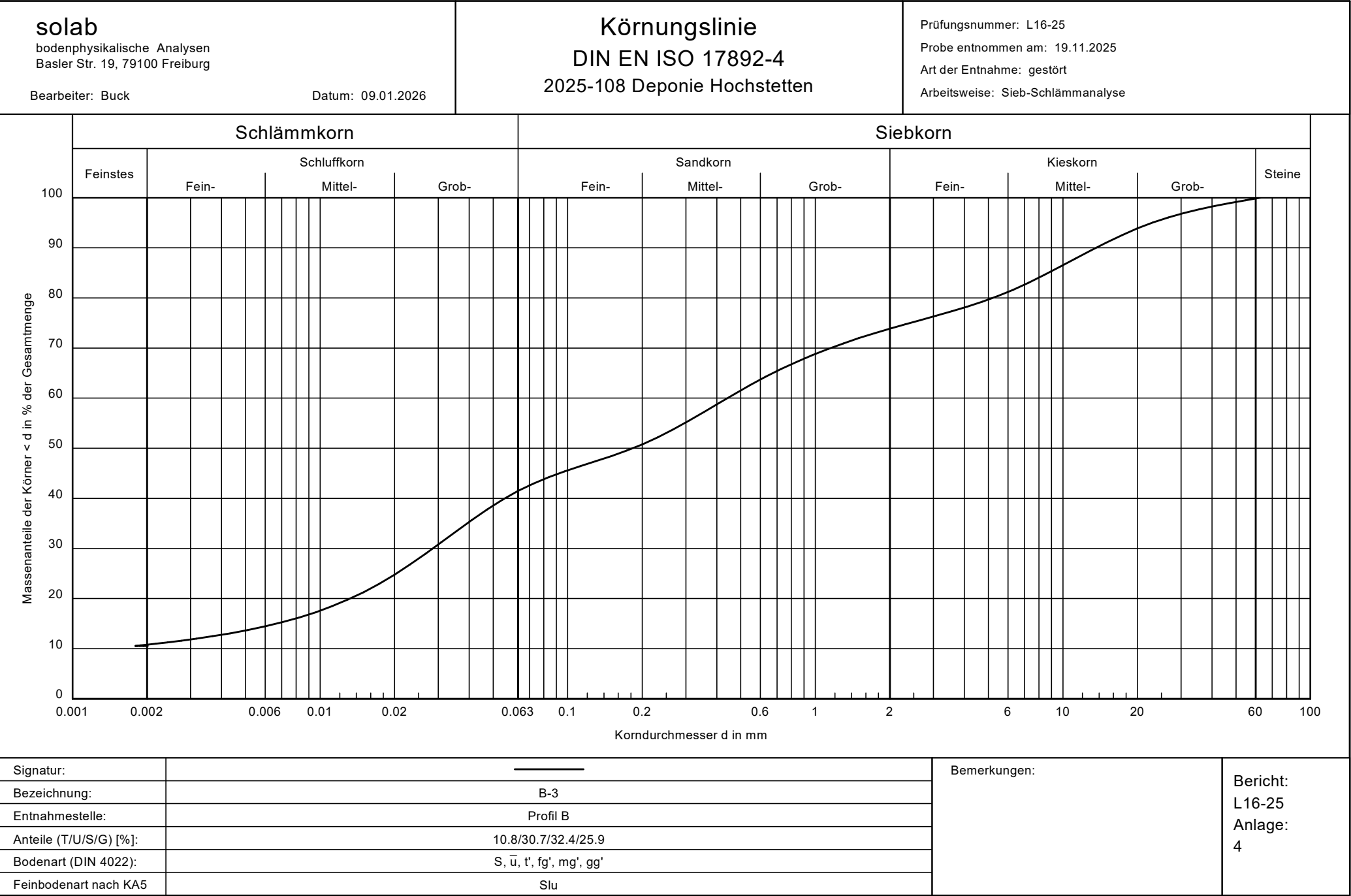
unterstrichen = Labormessungen (Körnungsanalyse, Stechzylinderproben etc.), ansonsten mit Geländemessung/-methode oder von identischem Bodenmaterial abgeleitet

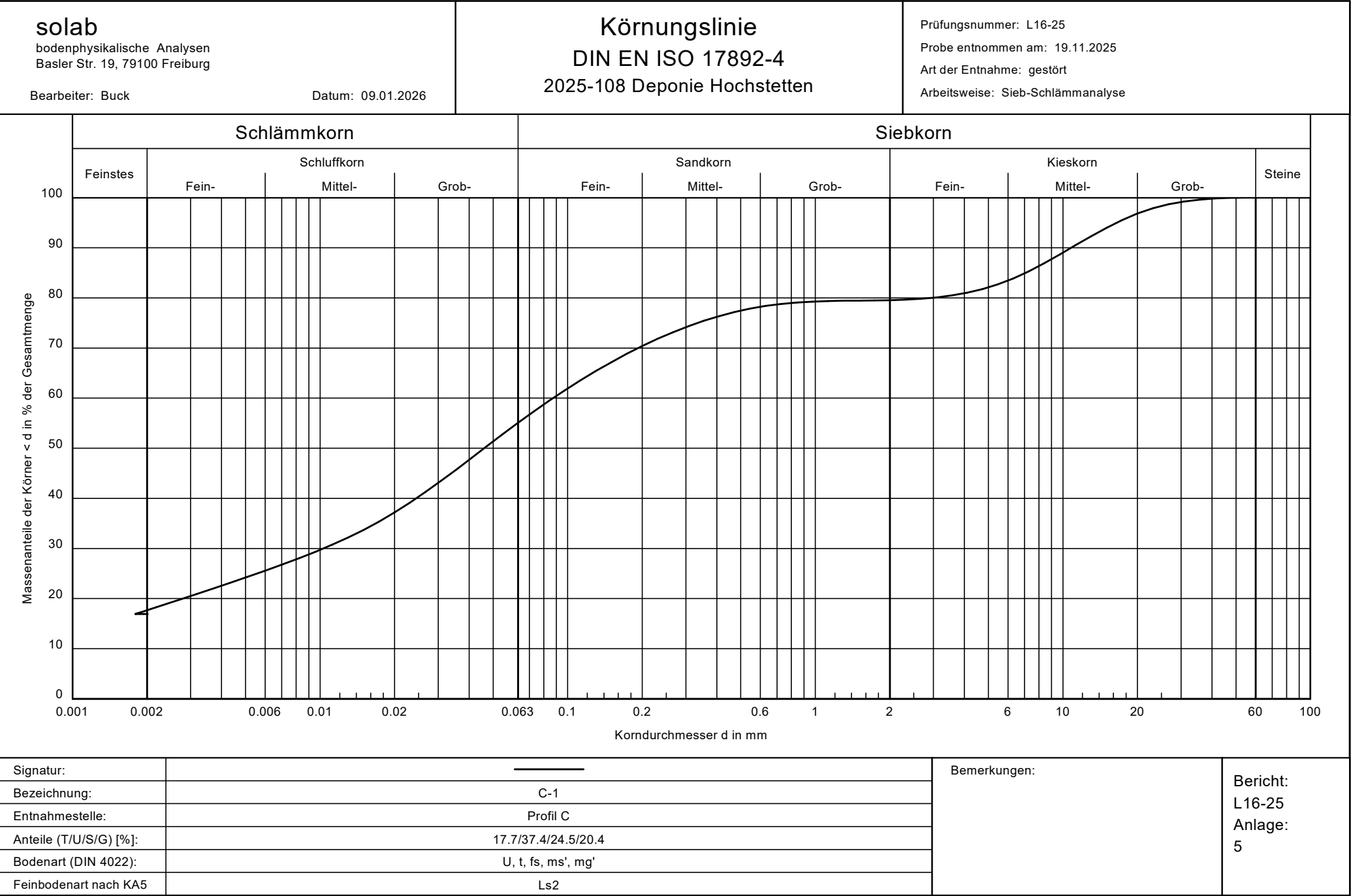
Durchwurzelungsintensität: 0 = keine, 1 = sehr schwach, 2 = schwach, 3 = mittel, 4 = stark, 5 = sehr stark (nach AG Boden)

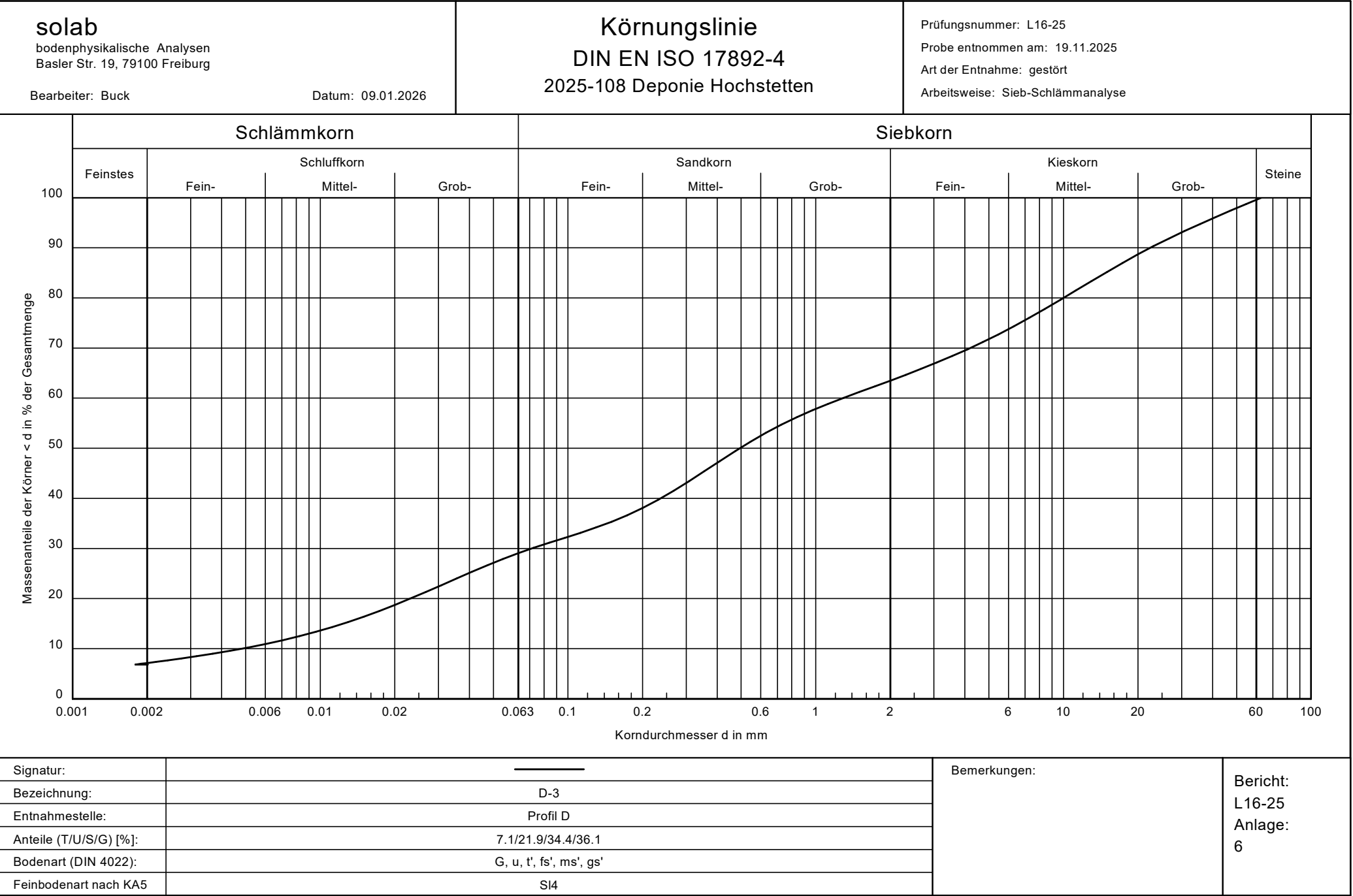
* = nur wenn Lk < 5 Vol-% und eff. Lagerungsdichte (LD) > 1,8 (= mindestens Stufe hoch)

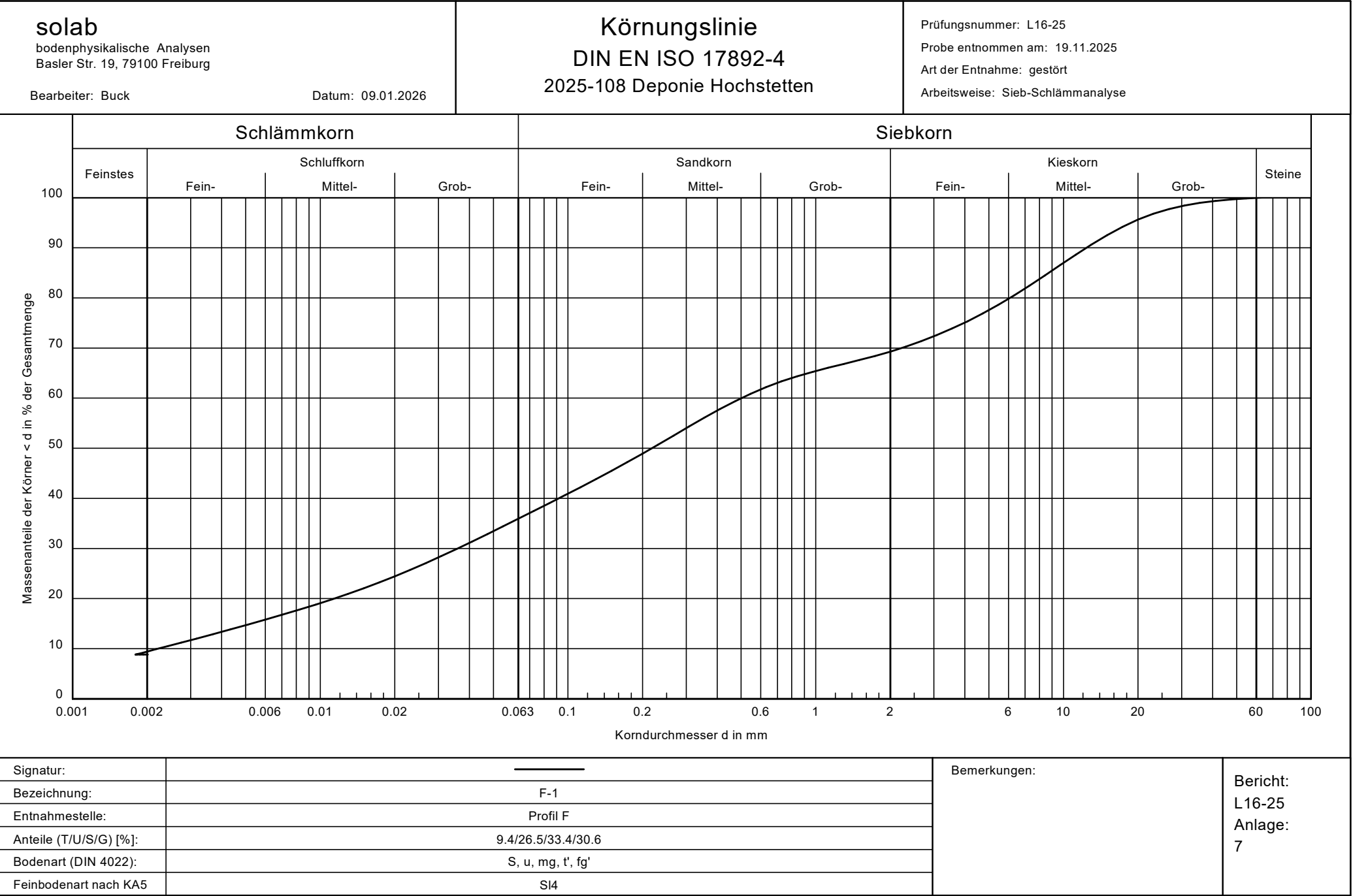


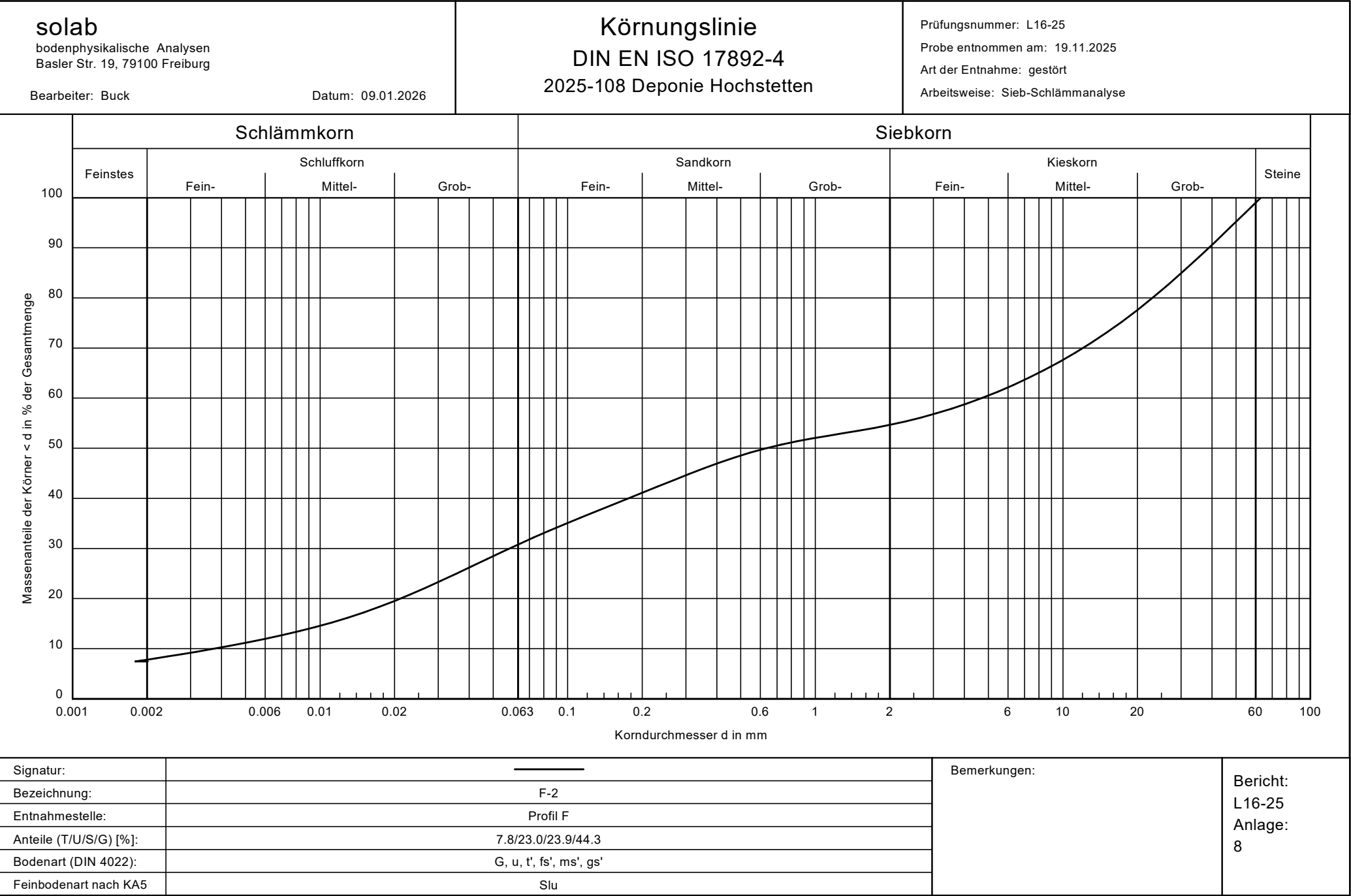


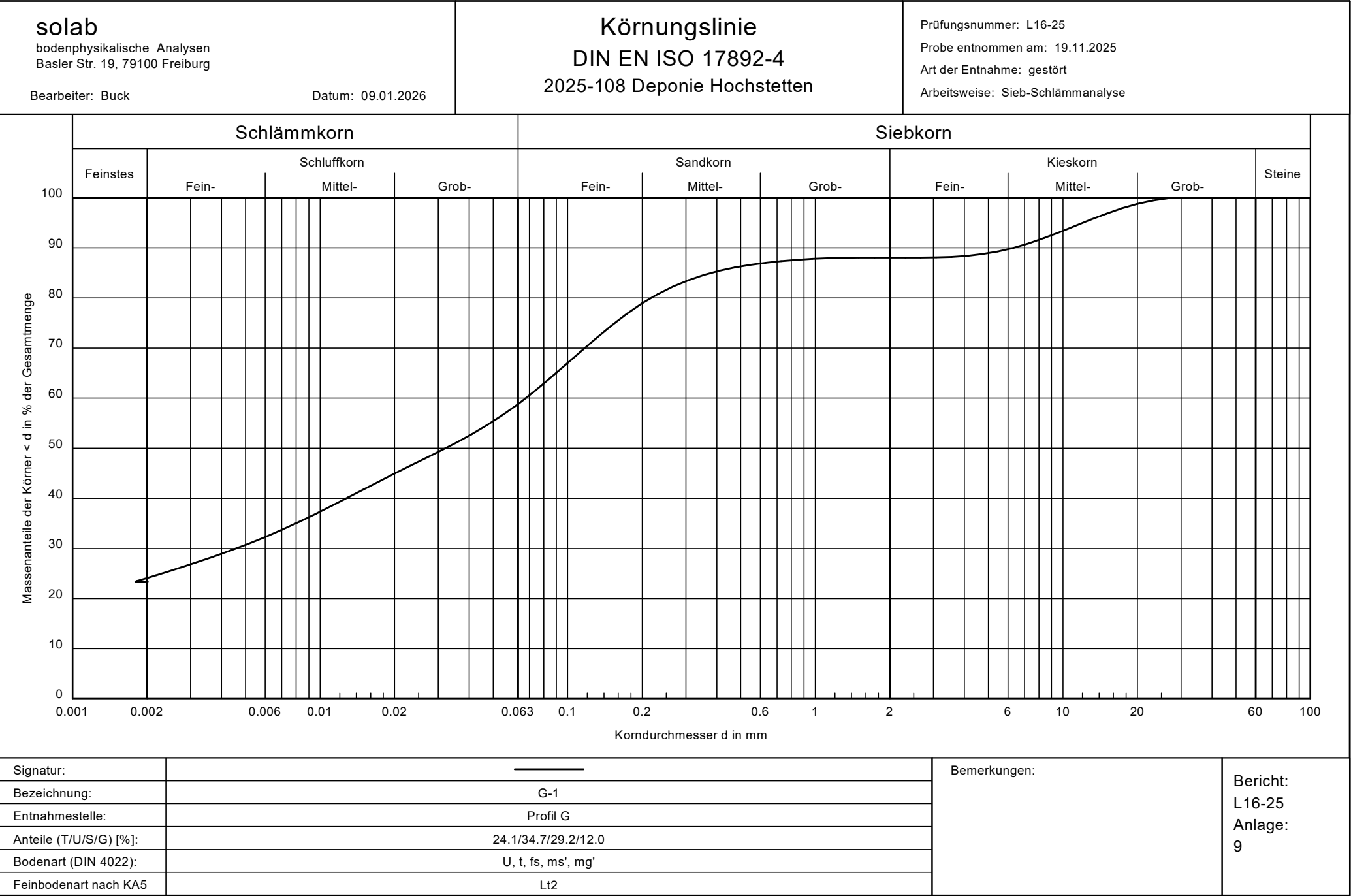


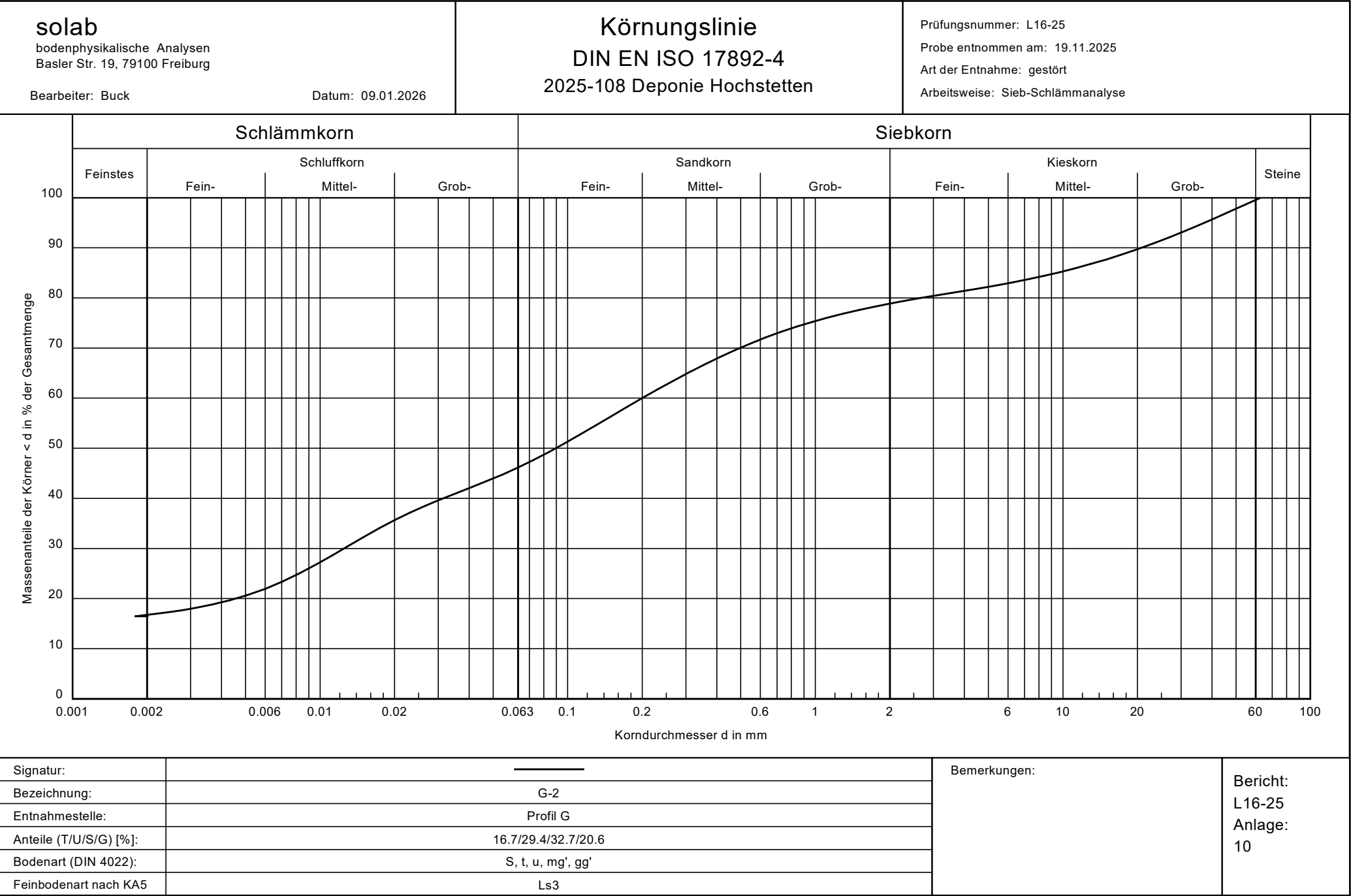


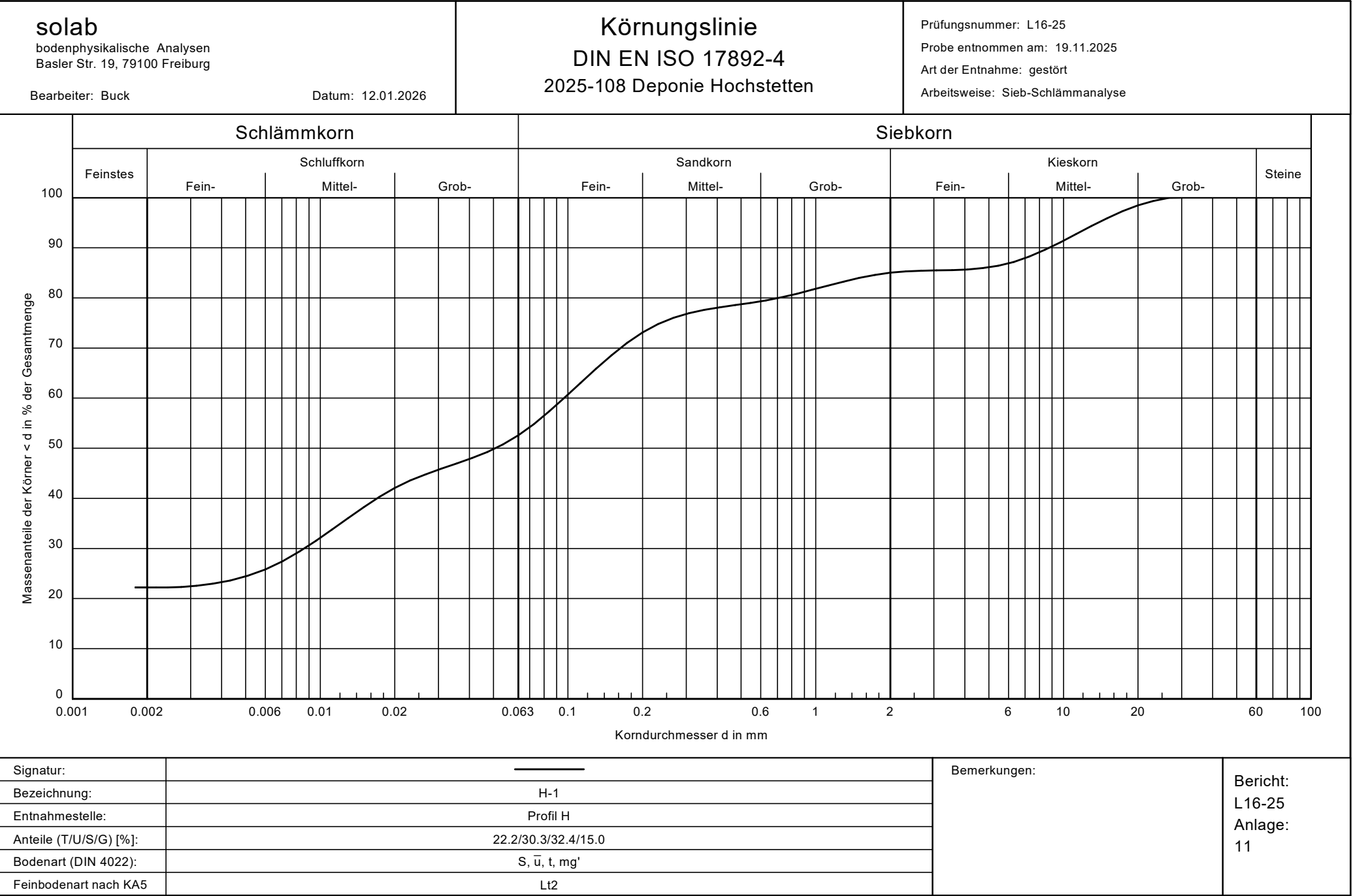


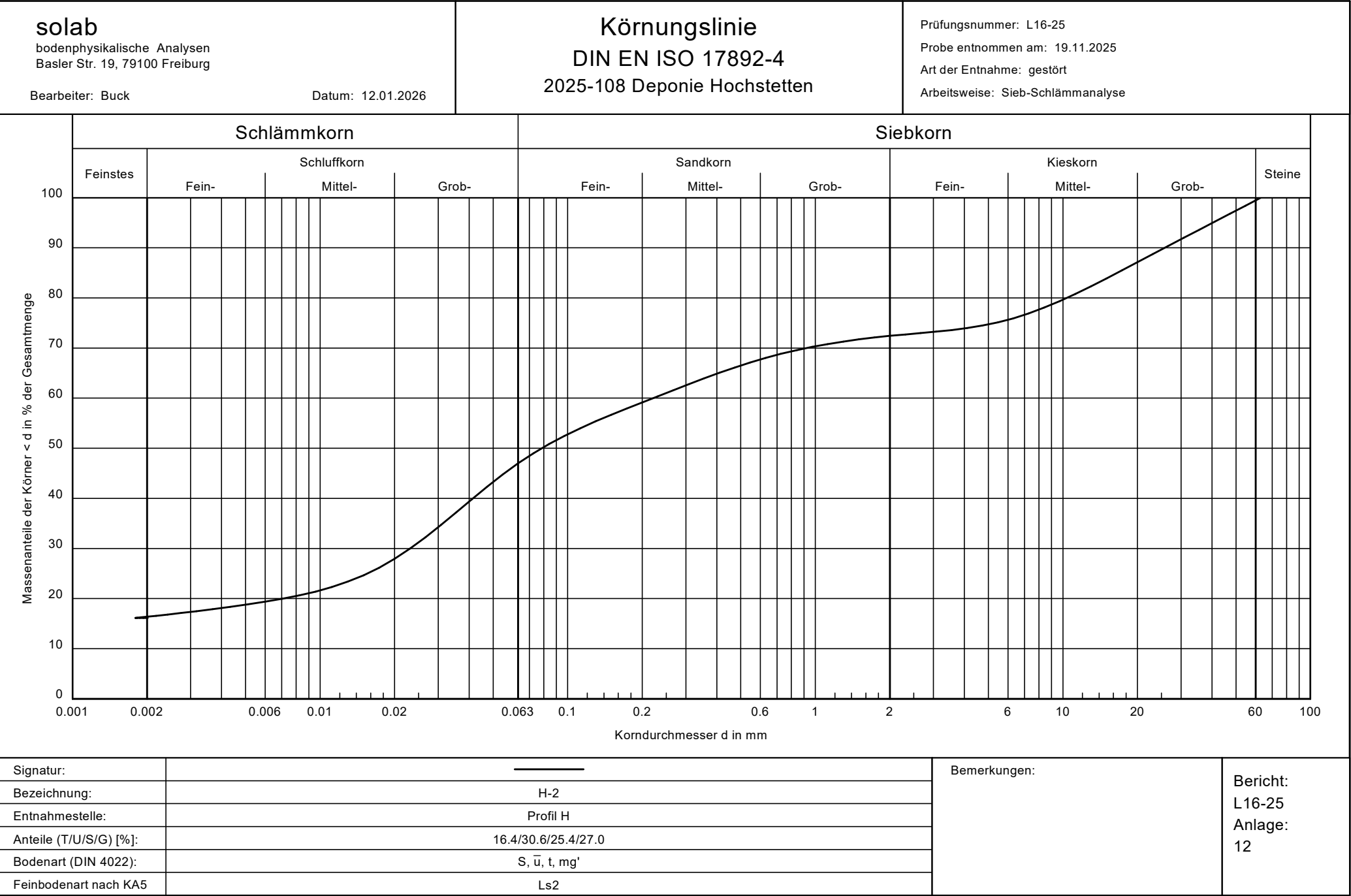


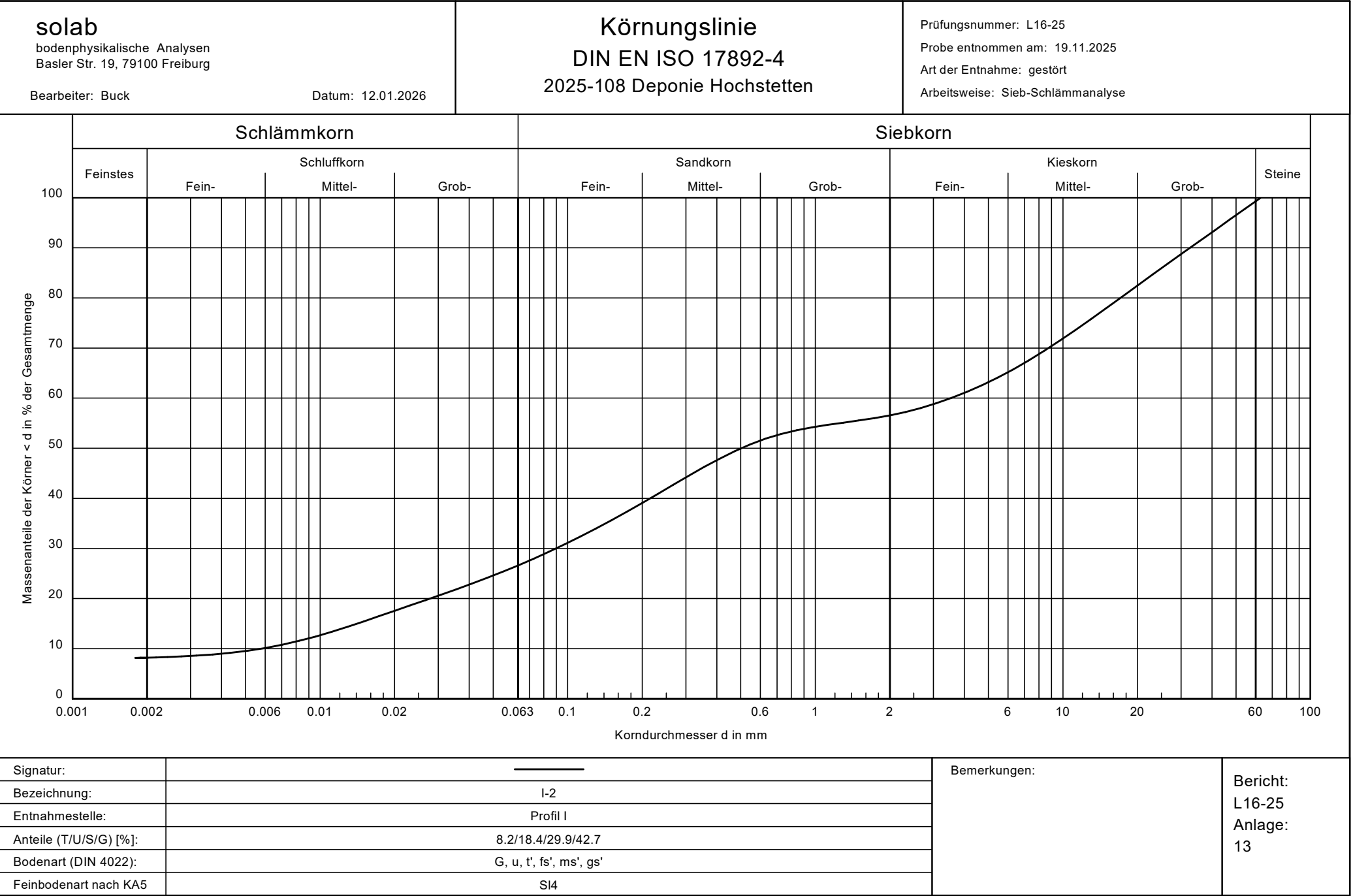


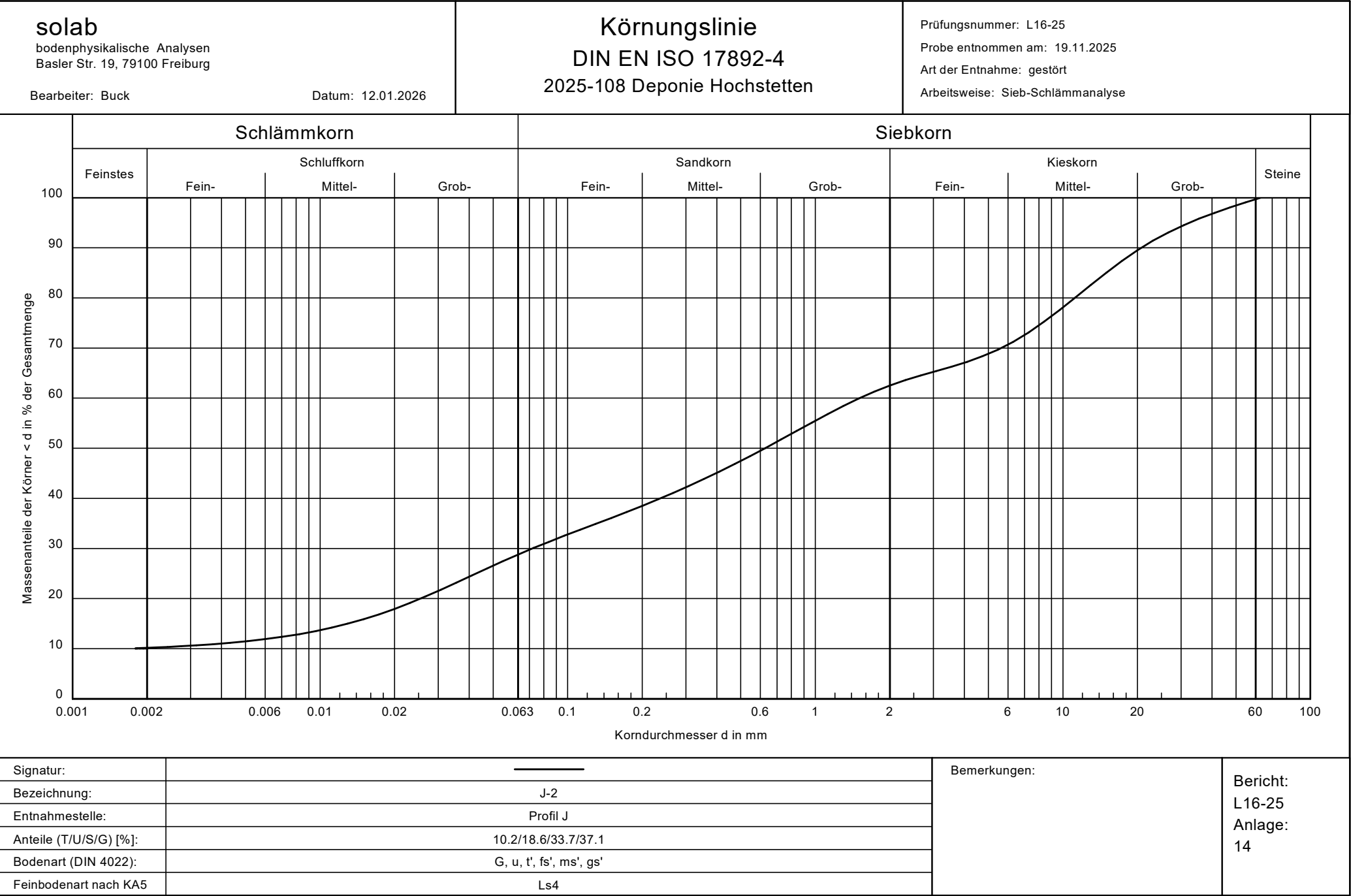


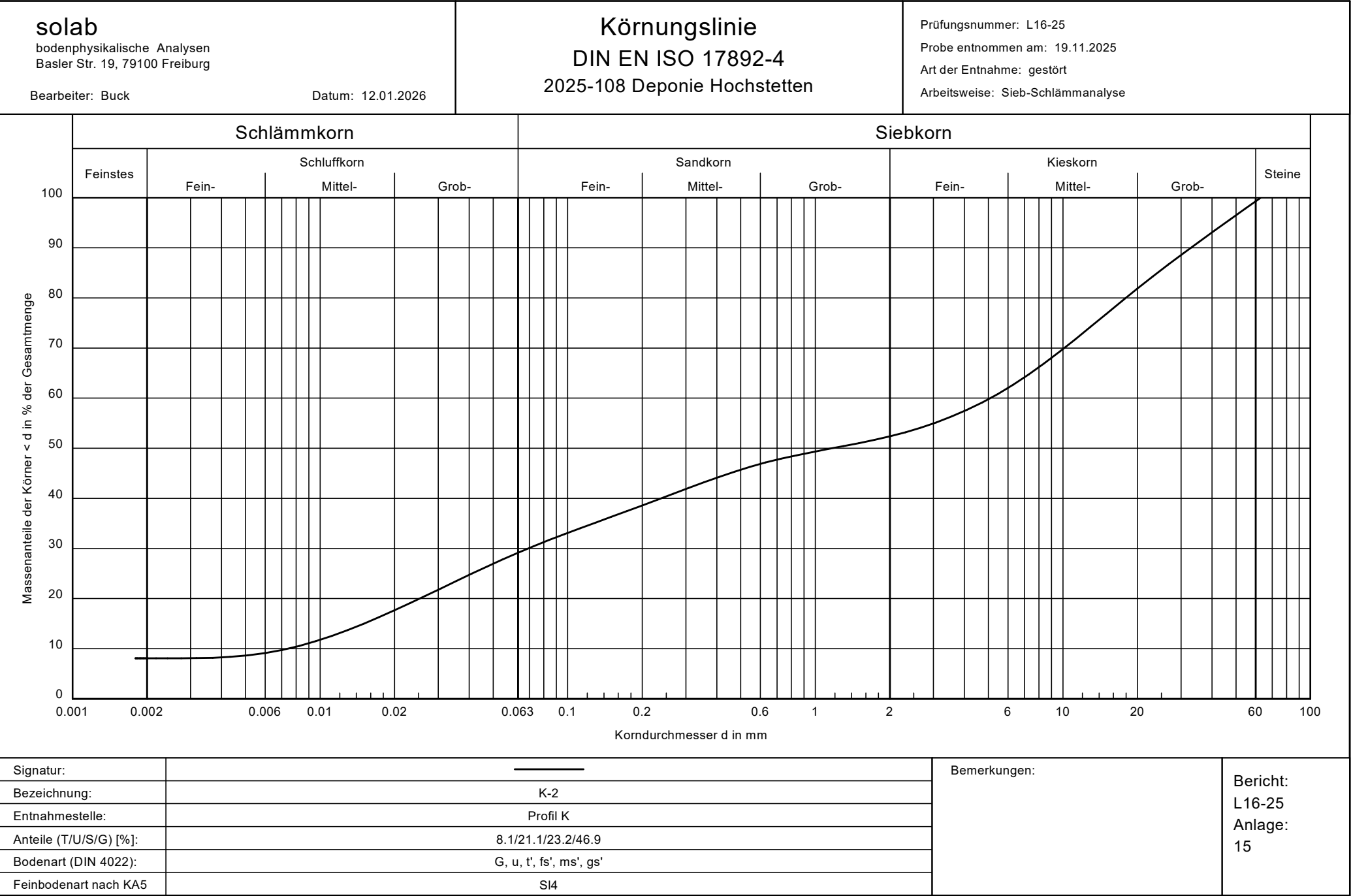












Bearbeiter: Buck

Signatur:		Bemerkungen:	Bericht: L16-25 Anlage: 16
Bezeichnung:	L-1		
Entnahmestelle:	Profil K		
Anteile (T/U/S/G) [%]:	13.8/60.8/17.1/8.2		
Bodenart (DIN 4022):	U, t', g', fs'		
Feinbodenart nach KA5	Ut3		

Bearbeiter: Buck

Signatur:		Bemerkungen:	Bericht: L16-25 Anlage: 17
Bezeichnung:	L-2		
Entnahmestelle:	Profil L		
Anteile (T/U/S/G) [%]:	11.8/71.5/14.8/1.9		
Bodenart (DIN 4022):	U, t', fs'		
Feinbodenart nach KA5	Ut3		

