



IBE GmbH • Bössingerstr. 23 • 74243 Langenbrettach

Die Autobahn GmbH des Bundes
Niederlassung Südwest I Außenstelle Heilbronn
Frankfurter Straße 8

74072 Heilbronn

**Institut für Baustoffprüfung
und Umwelttechnik GmbH**

Bössingerstraße 23
Langenbeutingen
74243 Langenbrettach

TELEFON (0 7946) 944 98-0
TELEFAX (0 7946) 944 98-10

www.ibegmbh.de
e-mail: info@ibegmbh.de

IHRE ZEICHEN

IHR SCHREIBEN VOM

UNSERE ZEICHEN

DATUM

JH/Zä

16.07.24

Baugrunderkundung

Lab. Nr.: 33637-A1

Baumaßnahme: T+R Hohenlohe Nord u. Süd
E3 - Renaturierung Epbach
Betr. km 669,500 bis 670,500 / Abschnitt 1

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH des Bundes
Niederlassung Südwest I Außenstelle Heilbronn



Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen
2. Grund und Zweck der Untersuchung
3. Untersuchungsumfang
4. Darstellung der Ergebnisse
 - 4.1 Bodenmechanische Bodenkenndaten
 - 4.2 Bodenklassen/Homogenbereiche
 - 4.2.1 Bodenklassen
 - 4.2.2 Homogenbereiche
 - 4.3 Hydrogeologische Verhältnisse
5. Wasserhaltung
6. Baugruben und temporäre Böschungen
7. Bodenkundliche Beschreibung der anstehenden Böden
8. Natürliche Bodenfunktion (Schutzwürdigkeit) und Gefährdung
9. Betrachtungen zur Befahrbarkeit von Böden im Sinne des Bodenschutzes
10. Schlussbemerkung

Anlagen:

- *Lageplan der Sondierpunkte*
- *Einzelprofile*
- *Sammeldarstellung der Sondierprofile mit Einteilung der Bodenschichten in Homogenbereiche, incl. Darstellung chemisch untersuchter Einzel-/Mischproben*
- *Sammeldarstellung der Sondierprofile mit Darstellung / Interpolation der Grundwasserverhältnisse*
- *Bodenkundliche Karte „Bodenkundliche Einheiten“*
- *Bodenkundliche Karte „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“*
- *Bodenkundliche Karte „Ausgleichskörper im Wasserkreislauf“*
- *Bodenkundliche Karte „Filter und Puffer für Schadstoffe“*
- *Bodenkundliche Karte „Gesamtbewertung“*
- *Bodenkundliche Karte „Standort für natürliche Vegetation“*
- *Bodenkundliche Karte „Erodierbarkeit“*
- *Datenblätter der bodenkundlichen Kartiereinheiten*
- *Bodenmechanische Laborversuche*



1. Grundlagen

Als Grundlage dienen:

- | | |
|----------------------|--|
| - DIN 1055-2 | Einwirkungen auf Tragwerke - Bodenkenngößen |
| - DIN 4020 | Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke |
| - DIN EN ISO 14688-1 | Benennen und Beschreiben von Boden und Fels |
| - DIN 4023 | Baugrund- und Wasserbohrungen |
| - DIN 4124 | Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau |
| - DIN 18 196 | Erd- und Grundbau |
| - VOB 18 300 | Bodenklassen bzw. Homogenbereiche |
| - DIN 19639 | Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben |

Karten und Pläne:

- Ausführungsplan und Querprofile

2. Grund und Zweck der Untersuchung

Das Institut für Baustoffprüfung und Umwelttechnik GmbH wurde durch die Autobahn GmbH des Bundes für die Untersuchung der Boden- und Baugrundverhältnisse des o.g. Bauvorhabens „T+R Hohenlohe Nord u. Süd E3 - Renaturierung Epbach- Betr. km 669,500 bis 670,500 / Abschnitt 1“ beauftragt.

Die Erkundung soll einen Einblick in die vorliegende Bodensituation liefern. Bei der Durchführung sollten die wesentlichen bodenmechanischen Kenndaten ermittelt werden, um somit eine Einschätzung der zum Zeitpunkt der Erkundung vorliegenden Bodensituation aufzuzeigen, um als Grundlage für eine weitere Planung zu dienen.

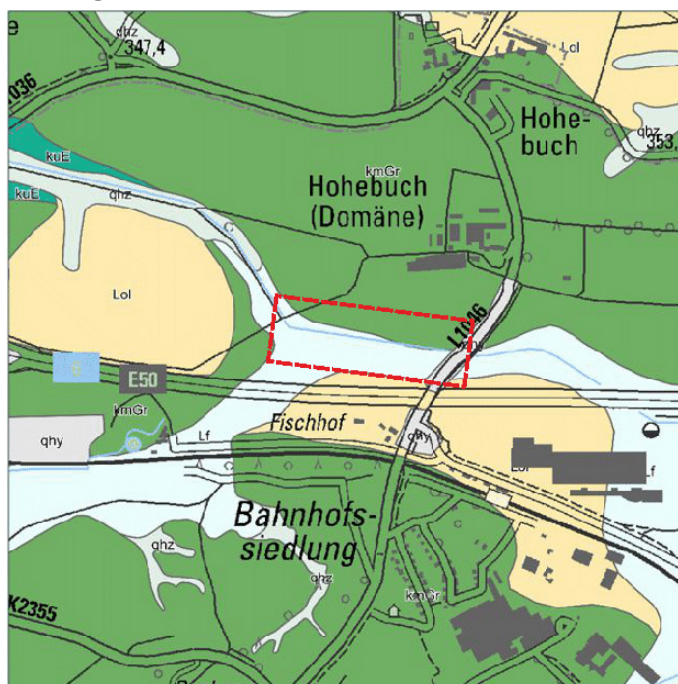
3. Untersuchungsumfang

Es wurden im Zuge der Feldarbeiten am 17.04.24, an insgesamt 4 Erkundungspunkten Rammkernsondierungen mit angestrebten Erkundungstiefen von 3,0 m unterhalb der zu diesem Zeitpunkt gegebenen Geländeoberkante durchgeführt. Im Sondierpunkt RKS 1 konnte mit dem Antreffen geringer verwitterter Einheiten ab 2,6 m kein weiterer Sondierfortschritt mehr erzielt werden.

Im Rahmen der Feldarbeiten wurden Schichtenverzeichnisse mit der entsprechenden Bodenansprache angelegt. Die Einzelergebnisse der Untersuchungen sowie die zeichnerische Darstellung der Sondierprofile sind in nachfolgenden Kapiteln, sowie im Anhang aufgeführt.

4. Darstellung der Ergebnisse

Geologischer Rahmen:



GK50: Geologische Einheiten (Flächen)

- Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung) (qhy)
- Lösslehm (Lol)
- Holozäne Abschwemmmassen (qhz)
- Auenlehm (Lf)
- Grabfeld-Formation (Gipskeuper) (kmGr)
- Erfurt Formation (Lottonkoupur) (kuE)

Der Bauabschnitt befindet sich innerhalb der Grabfeld-Formation (Gipskeuper, kmGr) welche durch quartären Auelehm (Lf) überdeckt wird.

Die Grabfeld-Formation (Gipskeuper, kmGr) besteht im unverwitterten Zustand aus meist dolomitischen und gipshaltigen, rotbraunen, violetten, grünen und grauen Tonsteinen, grauem und weißgrauem Gipsstein oder Anhydrit, sowie mikritischen, grauen, tonigen Dolomitsteinlagen. Der Schichtverband im ausgelaugten Zustand z. T. aufgelockert. Innerhalb der Sondierpunkte und -tiefen wurden Verwitterungsböden dieser Einheit erkundet (Homogenbereiche K1a/K1b und K2a/K2b). Bisweilen können reliktsche, stark bis vollständig zerbrochene Karbonatlagen auftreten (Homogenbereich K3). Im Sondierpunkt RKS 1 wurde mit dem Antreffen geringer verwitterter Einheiten ab 2,6 m kein weiterer Sondierfortschritt mehr erzielt (Homogenbereich K4).

Innerhalb der Erkundungspunkte sind die Keuperschichten durch quartäre, tonreiche Auelehme (Homogenbereich Q3), mit geringmächtigen Einlagerungen aus Schwemmsanden (Homogenbereich Q2) überdeckt. Bereichsweise können schwärzliche, ursprünglich

organische Tone als „Linsen“ in Erscheinung treten (Homogenbereich Q1), wobei die organische Substanz hier im Erkundungspunkt RKS 2 nahezu vollständig zersetzt vorliegt.

Eine detaillierte Aufgliederung und Schichtenbeschreibung als geologisches Profil findet sich im Anhang. Die entsprechenden Eigenschaften und bodenmechanischen Kenndaten der einzelnen Bodenschichten sind den folgenden Kapiteln zu entnehmen.

Zusammenfassung der Wasserverhältnisse:

In den Erkundungspunkten und -tiefen, wurden zwei, voneinander abgrenzbare, unter gespannten Wasserverhältnissen stehende Grundwasserspiegel angetroffen.

4.1 Bodenmechanische Bodenkenndaten

Die erkundeten Böden sind gemäß DIN 18196 anzusprechen als:

- Auelehme:

Bindig-feinkörnige, ausgeprägt plastische Böden der Bodengruppe TA, in den Erkundungspunkten in mäßig steifer/steifer und halbfester Konsistenz (Homogenbereich Q3). Bereichsweise schwärzliche, ursprünglich organischen Tone als „Linsen“ in weicher Konsistenz (Homogenbereich Q1). Organische Substanz nahezu vollständig zersetzt. geringmächtigen Einlagerungen aus Schwemmsanden der Bodengruppe SU (Homogenbereich Q2)

- Verwitterungsböden:

Bindig-feinkörnige, leicht bis mittel plastische Böden der Bodengruppe TL und TM, je nach Verwitterungszustand (Anteil an Schluffsteinscherben - scherbis zerbrochener Schluffstein) bis hin zu GU/GU* (Homogenbereich K2a/K2b). Konsistenz weich, mitunter weich bis breiig, und steif (Homogenbereich K2b) bzw. halbfest bis fest und zerbrochener/mürber Schluffstein (Homogenbereich K2a).

Zwischenlagen aus ausgeprägt plastischen Verwitterungsböden der Bodengruppe TA in halbfester (Homogenbereich K1a), mitunter weicher Konsistenz (Homogenbereich K1b).

Reliktische, stark bis vollständig zerbrochene Karbonatlagen (Homogenbereich K3).

Eine detaillierte Zuordnung der einzelnen Bodengruppen findet sich in den Schichtenbeschreibungen der Sondierprofile im Anhang.

Die jeweiligen Bodenparameter aus den bodenmechanischen Laborversuchen stellen sich im Einzelnen wie folgt dar:

RKS Nr.	Tiefe [m]	Glühverlust [M.-%]	TOC [M.-%]	Kalkgehalt (Schnellverfahren) [M.-%]	Körnungskurve	Bodengruppe nach DIN 18 196	Fließgrenze W_L [M.-%]	Ausrollgrenze W_P [M.-%]	Plastizitätszahl I_P [M.-%]	Konsistenz	Wassergehalt [M.-%]
1	0,2 – 0,6	--	--		siehe Anlage	TA	55,0	22,0	33,0	steif	23,9
1	0,6 – 1,0	--	--			GU*-TL	--	--	--	--	14,1
1	1,4 – 2,0	2,0	0,14	15		--	--	--	--	--	13,7
2	0,5 – 0,9	8,7 ¹⁾	0,75	<10		--	--	--	--	--	48,2
2	0,9 – 2,0	--	0,14	<10		TA	53,3	25,4	27,9	steif	24,4
3	0,35 – 2,0	6,1 ¹⁾	1,0	<10		TA	72,6	25,8	46,8	steif	35,2
4	0,5 – 2,0	7,5 ¹⁾				TA	74,7	22,0	52,7	steif	30,9

Tab. 1: Bodengruppe, Plastizität und Wassergehalt aus Laborversuchen ermittelt.

- ¹⁾ Der Glühverlust liegt aufgrund der hohen Gehalte an Tonmineralen deutlich erhöht vor (Austrieb von Schichtsilikat-internem „Kristallwasser“) und ist daher als nicht zwingend repräsentativ für organische Anteile zu betrachten. Der zusätzlich dargestellte TOC-Gehalt (entnommen aus chemischen Untersuchungen) ist diesbezüglich als aussagekräftiger anzusehen.

Die in der folgenden Tabelle dargestellten Werte stellen die Bodenkenndaten nach DIN 1055 für die erkundeten Bodengruppen dar.

Bodengruppe TA, TM und TL:

Bodenart	Kurzzeichen nach DIN 18196	Zustandsform	Wichte		Reibungswinkel ϕ' [Grad]	Kohäsion	
			über Wasser $\text{cal } \gamma$ [kN/m ³]	unter Wasser $\text{cal } \gamma'$ [kN/m ³]		$\text{cal } c'$ [kN/m ²]	$\text{cal } c_u$ [kN/m ²]
Ausgeprägt plastische Tone	TA	weich	17,5	7,5	15,0	5	15
		steif	18,5	8,5	15,0	10	35
		halbfest	19,5	9,5	15,0	15	75
Mittelplastische Tone	TM	weich	18,5	8,5	17,5	5	5
		steif	19,5	9,5	17,5	10	25
		halbfest	20,5	10,5	17,5	15	60
Leicht plastische Tone	TL	weich	19,0	9,0	22,5	0	0
		steif	20,0	10,0	22,5	5	15
		halbfest	21,0	11,0	22,5	10	40

Tab. 2a: Bodenkenngößen der entsprechenden Bodengruppen nach DIN 1055. (Rechenwerte für erdstatische Berechnungen)

Bodengruppe GU*:

Bodenart	Kurzzeichen nach DIN 18196	Zustandsform	Wichte		Reibungswinkel cal φ' [Grad]	Kohäsion	
			über Wasser cal γ [kN/m ³]	unter Wasser cal γ' [kN/m ³]		cal c' [kN/m ²]	cal c_u [kN/m ²]
bindige, gemischtkörnige Böden	GU*	weich	20,0	10,0	25,0	5	5
		steif	21,0	11,0	25,0	10	25
		halbfest	22,0	12,0	25,0	15	60

Tab. 2b: Bodenkenngößen der entsprechenden Bodengruppen nach DIN 1055. (Rechenwerte für erdstatische Berechnungen)

Anmerkung zu den voranstehenden Tabellen: Die nach DIN 1055-2 geltenden Rahmenbedingungen sind zu berücksichtigen. Die für die Wichten γ und γ' sowie für die Scherparameter φ' und c' angegebenen Erfahrungswerte der Tabellen gelten für gewachsene bindige Böden. Ihre Verwendung ist auch bei geschütteten bindigen Böden zulässig, sofern ein Verdichtungsgrad nach DIN 18127 von $D_{Pr} \geq 0,97$ nachgewiesen wird.

Bodengruppe GU/SU:

Bodenart	Kurzzeichen nach DIN 18196	Zustandsform	Wichte			Reibungswinkel cal φ' [Grad]
			erdfeucht cal γ [kN/m ³]	wasser-gesättigt cal γ_r [kN/m ³]	unter Auftrieb cal γ' [kN/m ³]	
schwach und nichtbindige Böden	GU/SU	locker	17,0	19,5	9,5	30,0
		mitteldicht	19,0	21,0	11,0	32,5
		dicht	21,0	22,5	12,5	35,0

Tab. 2c: Bodenkenngößen der entsprechenden Bodengruppen nach DIN 1055-2. (Rechenwerte für erdstatische Berechnungen)

Für Böden im Übergangsbereich von einzelnen Bodengruppen (in den Profildarstellungen mit Bindestrich zwischen zwei Bodengruppen dargestellt - z.B. TL-GU*, etc.) oder Konsistenzen, sind die Werte der jeweils ungünstigeren Bodengruppe bzw. Konsistenz anzusetzen.

Vorläufiger Steifemodul der Böden:

Vorläufiger Steifemodul			
Bodenart	Bodengruppe / Konsistenz bzw. Lagerungsdichte		Steifemodul E_s [MN/m ²]
Auelehme (Homogenbereiche Q1, Q3) und Sandlinsen (Homogenbereich Q2)	TA	weich	2 – 4
		steif	4 - 7
		halbfest	7 - 10
	SU	dicht	15 - 30
Verwitterungshorizonte des Keupers (Homogenbereiche K1a/K1b und K2a/K2b)	TA	weich	2 – 4
		steif	4 - 7
		halbfest	7 - 10
	TM, TL	breiig	<3
		weich	3 – 6
		steif	6 - 9
		halbfest	9 - 12
		fest	12 - 20
	GU, GU*	-	10 - 15

Tab. 3: Vorläufiger Steifemodul der entsprechenden Böden.

4.2 Bodenklassen/Homogenbereiche

4.2.1 Bodenklassen

Schichtglied	Boden-/Felsklasse nach DIN 18300 (2012)
Ober-/Mutterboden (Homogenbereich M1)	1
Auelehme (Homogenbereiche Q1, Q3) und Sandlinsen (Homogenbereich Q2)	3 / 5
Verwitterungshorizonte des Keupers (Homogenbereiche K1a/K1b)	5
Verwitterungshorizonte des Keupers (Homogenbereiche K2b)	4, mitunter 2
Verwitterungshorizonte des Keupers (Homogenbereiche K2a, K3)	4 - 6
geringer verwitterte Schluffsteine (Homogenbereich K4)	6 - 7

Tab. 4: Boden-/Felsklassen nach DIN 18300 (2012)

Die Einteilung in Bodenklassen beruht auf der nicht mehr gültigen Fassung 2012 der DIN 18300 und wurde hier nur noch vergleichend aufgeführt.

Anmerkung Bodenklassen:

❖ Klasse 1: Oberboden

Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.



❖ **Klasse 2: Fließende Bodenarten**

Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben.

❖ **Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten**

Nichtbindige bis schwach bindige Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 M.-% Beimengungen an Schluff und Ton (Korngröße kleiner als 0,06 mm) und mit höchstens 30 M.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Organische Bodenarten mit geringem Wassergehalt, z. B. feste Torfe.

❖ **Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten**

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit mehr als 15 M.-% der Korngröße kleiner als 0,06 mm.

Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind und die höchstens 30 % Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten.

❖ **Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten**

Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 M.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.

Nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 M.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt. Ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind.

❖ **Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten**

Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nichtbindige Bodenarten, Z. B. durch Austrocknung, Gefrieren, chemische Bindungen.

Nichtbindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 M.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.

❖ **Klasse 7: Schwer lösbarer Fels**

Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügesteifigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke und dergleichen.

Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt.

4.2.2 Homogenbereiche nach DIN 18300

Die einzelnen erkundeten Bodenschichten wurden hinsichtlich des Aushubs/Wiedereinbaus in Homogenbereiche unterteilt. Die entsprechende Einteilung findet sich in der zusammenfassenden Darstellung der Sondierprofile im Anhang. Die nachfolgende tabellarische Beschreibung bodenmechanischer Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche erfolgte auf Grundlage von Erfahrungs- bzw. Literaturwerten mit einem potentiellen Schwankungsbereich.

Der Homogenbereich M1 (Ober-/Mutterboden) wurden im Weiteren nicht näher beschrieben. Der Homogenbereich K4 ist mittels Rammkernsondierungen nicht weiter erkund- und beschreibbar.

Beschreibung der Homogenbereiche:

- M1:** Ober-/Mutterboden (im Weiteren nicht näher beschrieben).
- Q1:** Schwärzliche, ursprünglich organische Tone als „Linsen“ der Bodengruppe TA in weicher Konsistenz. Organische Substanz nahezu vollständig zersetzt. Für qualifizierte Wiederverfüllmaßnahmen aus bodenphysikalischer Sicht (Verdichtbarkeit) voraussichtlich bedingt geeignet (erhöhter Wassergehalt vorliegend). Chemische Eignung zur Wiederverwertung siehe gesonderter Prüfbericht 33637-B (BM-0 im Probenmaterial).
- Q2:** Schwach bindige Schwemmsande der Bodengruppe SU. Für qualifizierte Wiederverfüllmaßnahmen aus bodenphysikalischer Sicht (Verdichtbarkeit) nach „ausbluten“ der Vernässung voraussichtlich geeignet. Bislang chemisch nicht untersucht.
- Q3:** Bindig-feinkörnige, ausgeprägt plastische Böden der Bodengruppe TA, in mäßig steifer/steifer und halbfester Konsistenz. Für qualifizierte Wiederverfüllmaßnahmen aus bodenphysikalischer Sicht (Verdichtbarkeit, ca. $\geq 95\%$ D_{Pr}) voraussichtlich geeignet. Chemische Eignung zur Wiederverwertung siehe gesonderter Prüfbericht 33637-B (BM-0 im Probenmaterial).
- K1a/1b:** Ausgeprägt plastische Verwitterungsböden der Bodengruppe TA in halbfester (Homogenbereich K1a), mitunter weicher Konsistenz (Homogenbereich K1b). Für qualifizierte Wiederverfüllmaßnahmen aus bodenphysikalischer Sicht (Verdichtbarkeit) voraussichtlich geeignet (Homogenbereich K1a), bereichsweise bedingt geeignet (erhöhter Wassergehalt vorliegend – Homogenbereich K1b). Chemische Eignung zur Wiederverwertung siehe gesonderter Prüfbericht 33033-B (BM-0).



- K2a/2b:** Bindig-feinkörnige, leicht bis mittel plastische Böden der Bodengruppe TL und TM, je nach Verwitterungszustand (Anteil an Schluffsteinscherben - scherbzig zerbrochener Schluffstein) bis hin zu GU/GU*. Konsistenz weich, mitunter weich bis breiig, und steif (Homogenbereich K2b) bzw. halbfest bis fest und zerbrochener/mürber Schluffstein (Homogenbereich K2a). Für qualifizierte Wiederverfüllmaßnahmen aus bodenphysikalischer Sicht (Verdichtbarkeit) voraussichtlich geeignet (Homogenbereich K2a), bereichsweise bedingt geeignet (erhöhter Wassergehalt vorliegend – Homogenbereich K2b). Chemische Eignung zur Wiederverwertung siehe gesonderter Prüfbericht 33033-B (BM-0).
- K3:** Reliktische, stark bis vollständig zerbrochene Karbonatlagen (für Aushubarbeit nicht relevant – entsprechend tiefe Aufgrabungen dürfen nicht erfolgen, siehe Kap. „Wasserhaltung“ - im Weiteren daher nicht näher beschrieben)
- K4:** Geringer verwitterte Ausgangsgesteine (mittels Rammkernsondierungen nicht weiter erkund- und beschreibbar).

Die dargestellte Einteilung in Homogenbereiche stellt einen Vorschlag, unter Berücksichtigung der Aushub-, Wiederverwertungs- und Baugrundeigenschaften dar. Hinsichtlich der reinen Aushubeigenschaften, ohne Berücksichtigung von bodenmechanischen Eigenschaften bzgl. des Baugrunds bzw. einer Wiederverwertung von Aushubmaterial könnte ggf. eine weitere grobe Zusammenfassung, je nach dem gestellten Aufgabenzweck und in weiterer, detaillierterer Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgen.

Beschreibung bodenmechanischer Eigenschaften der Homogenbereiche:

Kennwert/Eigenschaft	Homogenbereich DIN 18300		
	Q1	Q2	Q3
Korngrößenverteilung [-]	s. Diagr. 1a	s. Diagr. 1b	s. Diagr. 1c
Anteil an Steinen [M.-%]	geschätzt keine ^{*)}	geschätzt keine ^{*)}	geschätzt <5 ^{*)}
Anteil an Blöcken [M.-%]	geschätzt keine ^{*)}	geschätzt keine ^{*)}	geschätzt keine ^{*)}
Anteil an großen Blöcken [M.-%]	geschätzt keine ^{*)}	geschätzt keine ^{*)}	geschätzt keine ^{*)}
Dichte (feucht) [g/cm ³]	1,85 – 1,95	2,05 – 2,15	1,85 – 1,95
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	20 - 60	--	>60
Wassergehalt [M.-%]	45 - 50	5 - 10	20 - 38
Konsistenz [-]	weich	--	mäßig steif, steif, halbfest
Konsistenzzahl [-]	0,5 – 0,75	--	0,75 – 1,0
Plastizität [-]	ausgeprägt	--	ausgeprägt
Plastizitätszahl [%]	>50	--	>50
Lagerungsdichte [-]	--	dicht	--
Organischer Anteil ^{**)} [M.-%]	<3	<1	<1
Bodengruppe [-]	TA	SU	TA
(Ortsübliche) Bezeichnung	Quartäre Aueböden		

Tab. 5a: Beschreibung der Homogenbereiche auf Grundlage von Erfahrungs- bzw. Literaturwerten

^{*)} Mittels Rammkernsondierungen nicht näher bestimmbar

^{**)} Ohne Berücksichtigung einer möglichen Durchwurzelung (nicht näher bestimmbar)

Kennwert/Eigenschaft	Homogenbereich DIN 18300			
	K1a	K1b	K2a	K2b
Korngrößenverteilung [-]	s. Diagr.1d		s. Diagr.1e	
Anteil an Steinen [M.-%]	geschätzt <5 ^{*)}		geschätzt <5 ^{*)}	
Anteil an Blöcken [M.-%]	geschätzt keine ^{*)}		geschätzt keine ^{*)}	
Anteil an großen Blöcken [M.-%]	geschätzt keine ^{*)}		geschätzt keine ^{*)}	
Dichte (feucht) [g/cm³]	1,85 – 1,95		2,05 – 2,20	2,00 – 2,15
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m²]	>200	20 -60	>200	<200
Wassergehalt [M.-%]	10 - 15	30 - 40	2 - 10	15 - 30
Konsistenz [-]	halbfest	weich	halbfest bis fest	weich, steif, mitunter weich bis breiig
Konsistenzzahl [-]	>1,0	0,5 – 0,75	>1,0	<0,75
Plastizität [-]	ausgeprägt		leicht bis mittel	
Plastizitätszahl [%]	>50		7 - 25	
Lagerungsdichte [-]	--		--	
Organischer Anteil ^{**)} [M.-%]	<0,5	<0,5	<0,5	
Bodengruppe [-]	TA		TL, TM, GU/GU*	
(Ortsübliche) Bezeichnung	Verwitterungsboden			

Tab. 5b: Beschreibung der Homogenbereiche auf Grundlage von Erfahrungs- bzw. Literaturwerten

^{*)} Mittels Rammkernsondierungen nicht näher bestimmbar

^{**)} Ohne Berücksichtigung einer möglichen Durchwurzelung (nicht näher bestimmbar)

Voraussichtlicher Körnungsbereich ^{a)} Homogenbereich Q1:

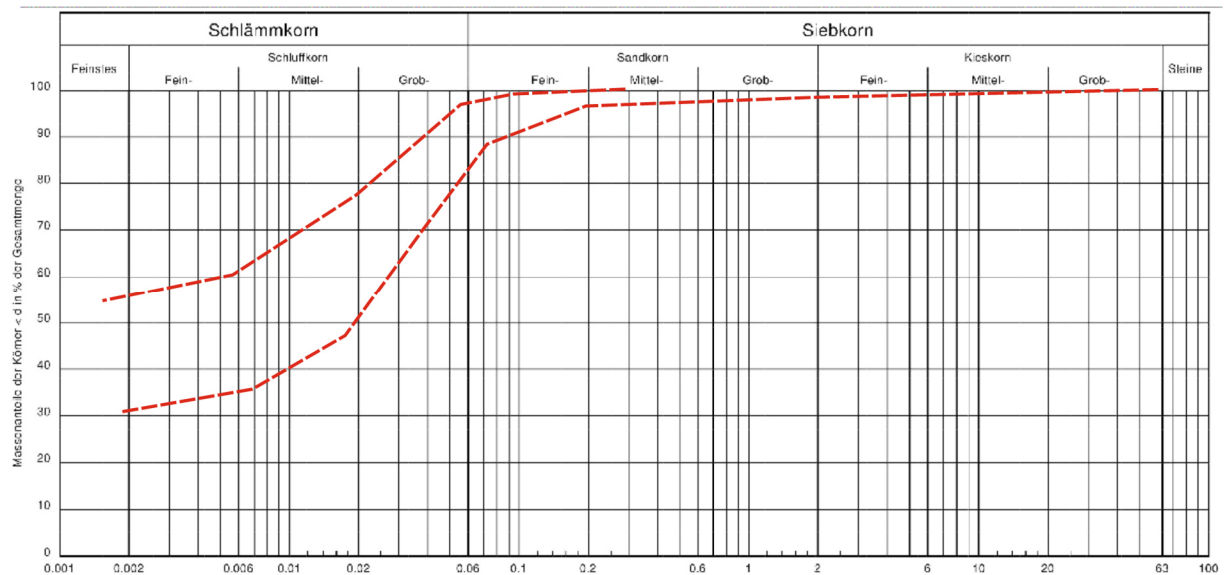


Diagramm 1a: Voraussichtlicher Körnungsbereich Homogenbereich Q1

Voraussichtlicher Körnungsbereich ^{a)} Homogenbereich Q2:

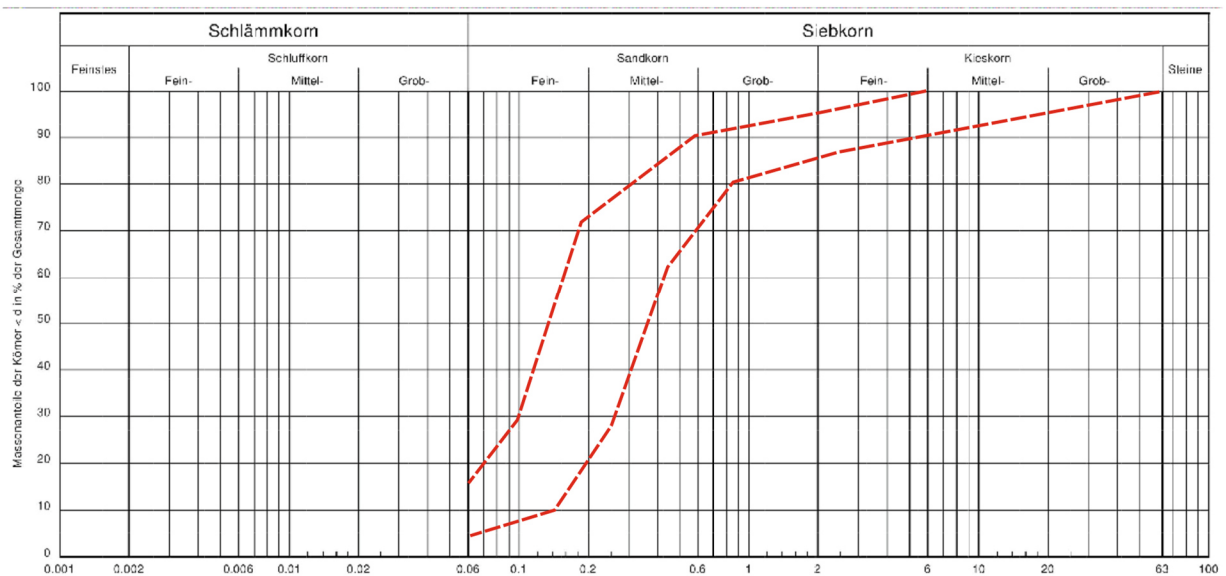


Diagramm 1b: Voraussichtlicher Körnungsbereich Homogenbereich Q2

^{a)} Schätzung zur Orientierung, Grobkornanteil mittels Rammkernsondierungen nicht ausreichend erkundbar

Voraussichtlicher Körnungsbereich ^{a)} Homogenbereich Q3:

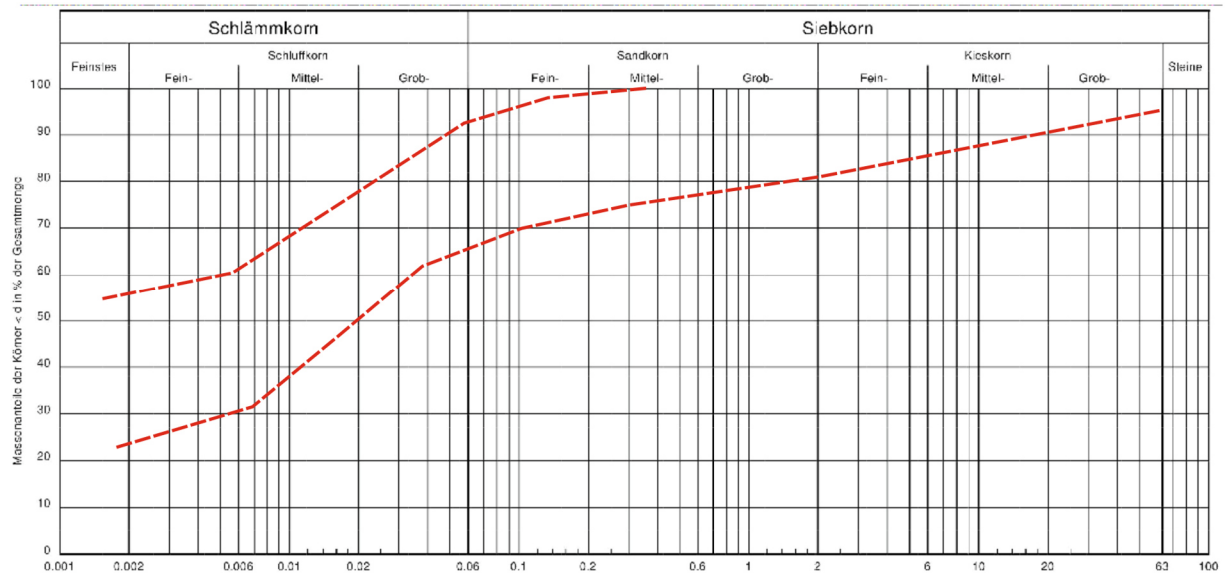


Diagramm 1c: Voraussichtlicher Körnungsbereich Homogenbereich Q3

Voraussichtlicher Körnungsbereich ^{a)} Homogenbereich K1a/K1b:

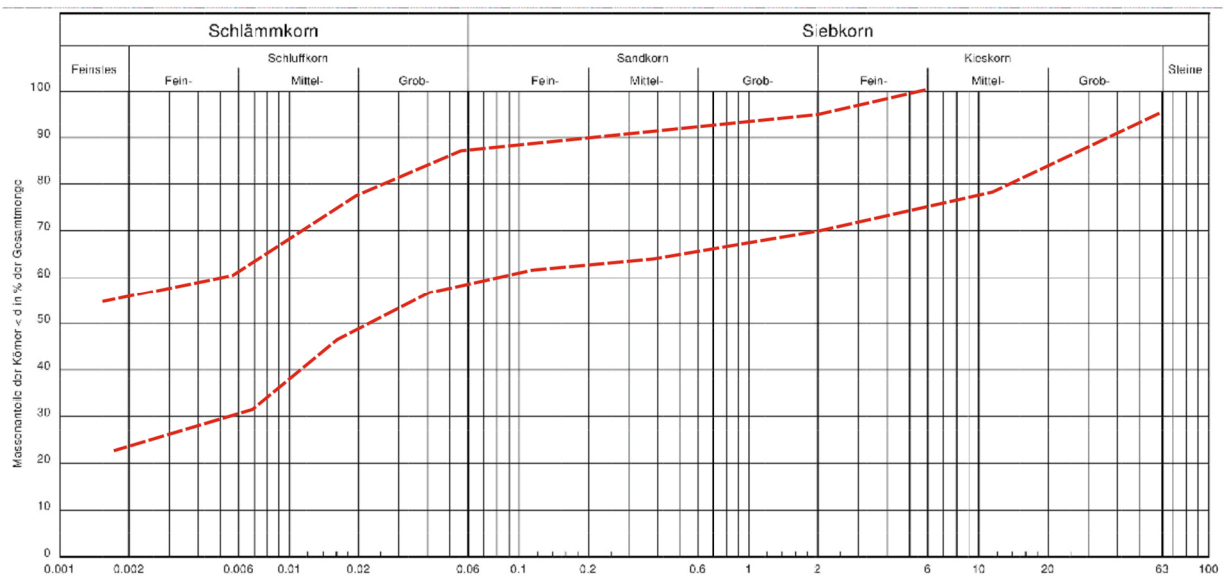


Diagramm 1d: Voraussichtlicher Körnungsbereich Homogenbereich K1a/K1b

^{a)} Schätzung zur Orientierung, Grobkornanteil mittels Rammkernsondierungen nicht ausreichend erkundbar

Voraussichtlicher Körnungsbereich ^{a)} Homogenbereich K2a/K2b:

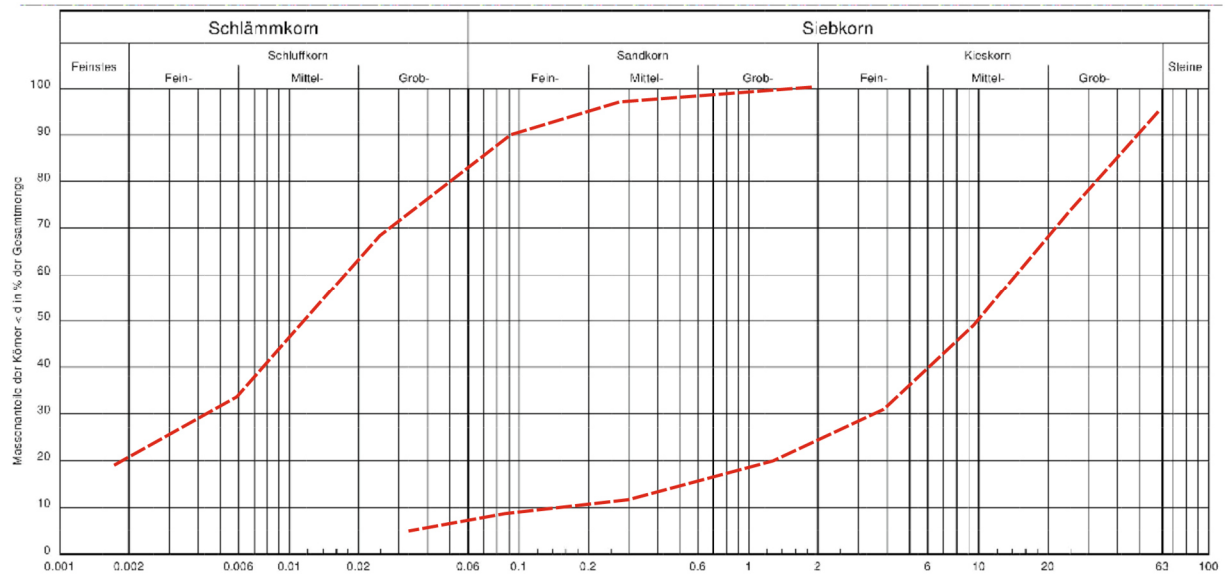


Diagramm 1e: Voraussichtlicher Körnungsbereich Homogenbereich K2a/K2b

4.3 Hydrogeologische Verhältnisse

In den Erkundungspunkten und -tiefen, wurden innerhalb der Keuperschichtung zwei, voneinander abgrenzbare Grundwasserspiegel angetroffen (siehe Anlage „Darstellung / Interpolation der Grundwasserverhältnisse“). Der oberste Grundwasserspiegel liegt unter gespannten Wasserverhältnissen vor, wobei sich an dem, entsprechend dem Gelände und Bachwasserspiegel abfallenden, entspannten Wasserspiegel eine Quartärwasserbeeinflussung ableiten lässt (Wasserablauf in quartäre Schichten). Ein tiefer liegender, ebenfalls gespannter Grundwasserspiegel, dessen Wasserleitung hauptsächlich innerhalb der reliktschen, stark bis vollständig zerbrochene Karbonatlage (Homogenbereich K3) stattfindet, wird durch die überlagernden Verwitterungsböden und Auelehme weitestgehend abgedichtet. Der entspannte Wasserspiegel reicht hier bis zur Geländeoberkante.

5. Wasserhaltung

Aus der Situation heraus, dass bei den Sondierarbeiten gespannte Grund-/Schichtwasserspiegel angetroffen wurden, und Bauarbeiten unmittelbar im Bachbett des Epbaches stattfinden, sind bei Aufgrabungen während der Bauphase ggf. entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Wir möchten ausdrücklich darauf hinweisen, dass tiefe Aufgrabungen, welche in den Einflussbereich des tieferen gespannten Grundwasserstockwerkes reichen (Wasserleithorizont: reliktsche, stark bis vollständig zerbrochene Karbonatlagen des Homogenbereiches K3 - siehe RKS 4 / ab 3,7 m unter GOK), ohne weitere Sicherungsmaßnahmen, nicht erfolgen dürfen. Dies hätte aufgrund gespannter Druckwasserverhältnisse (entspannter Wasserspiegel = ca. GOK!) unkontrollierbare Wasserzuflüsse zur Folge. Die Gefahr eines hydraulischen Grundbruches auf ggf. tiefen Aushubsohlen ist zu berücksichtigen. Diese richtet sich im Wesentlichen nach der Aushubtiefe und -breite. Auf schmalen Aushubsohlen, welche nicht wesentlich unter das derzeitige Bachbett reichen, ist die Gefahr eines hydraulischen Grundbruches derzeit als gering einzuschätzen.

6. Baugruben und temporäre Böschungen

Nach DIN 4124, Baugruben und Gräben, dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben bis 1,25 m Tiefe senkrecht hergestellt werden, insoweit die anschließende Geländeoberfläche bei:

- nichtbindigen²⁾ und weichen bindigen Böden³⁾ nicht steiler als 1 : 10 und bei
- mindesten steifen bindigen Böden³⁾ nicht steiler als 1 : 2

geneigt ist und die erforderlichen Abstände von Fahrzeugen und Baugeräten zur Böschungskante eingehalten werden, keine ungünstige Gegebenheit und kein ungünstiger Einfluss vorliegt, sowie vorhandene Gebäude, Leitungen, andere bauliche Anlagen oder Verkehrsflächen nicht gefährdet werden.

Ein Herstellen bis 1,75 m Tiefe (senkrecht) in mindestens steifen bindigen Böden³⁾ kann erfolgen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich unter einem Mindestwinkel von $\beta = 45^\circ$ abgeböschet oder gesichert wird und die Geländeoberfläche nicht steiler als 1 : 10 ansteigt, die erforderlichen Abstände zur Böschungskante eingehalten werden, keine ungünstige Gegebenheit und kein ungünstiger Einfluss vorliegt, sowie vorhandene Gebäude, Leitungen, andere bauliche Anlagen oder Verkehrsflächen nicht gefährdet werden.

Sollen Baugruben tiefer als 1,25 m bzw. 1,75 m erstellt werden, muss dies mit abgeböschten Wänden erfolgen, wobei sich die Neigung unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften ergibt. Der Zeitraum und die äußeren Einflüsse während der offenen Haltungen sind zu berücksichtigen.

Hierbei dürfen bei Böschungshöhen unter 5 Metern die Böschungswinkel ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit folgende Winkel betragen:

- bei nichtbindigen²⁾ oder weichen bindigen Böden³⁾: $\beta = 45^\circ$
- bei mindestens steifen bindigen Böden³⁾: $\beta = 60^\circ$
- bei Fels: $\beta = 80^\circ$

An den Rändern von Baugruben und Gräben, die betreten werden müssen, sind mindestens 0,6 m breite, möglichst waagrechte Schutzstreifen anzuordnen und von Aushubmaterial, Hindernissen und nicht benötigten Gegenständen freizuhalten. Bei Gräben bis zu einer Tiefe von 0,8 m kann auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden.

Im Bereich benachbarter baulicher Anlagen wäre ein Aushub unter Beachtung von DIN 4123 vorzunehmen. Sofern die Festlegungen der DIN 4123 nicht zutreffen, sind ggf. andere Sicherungsmaßnahmen vorzusehen. Aufgrabungen im Gründungsbereich von Bestandsgebäuden erfordern entsprechende Sicherungs-/Verbaumaßnahmen am Gebäudebestand.

Unter besonderen, die Standsicherheit beeinflussenden Faktoren sind geringere Wandhöhen bzw. geringere Wandneigungen als o.g. vorzunehmen bzw. Gräben entsprechend zu sichern. Als entsprechender Faktor ist insbesondere auch potentiell Grund-/Schichtwasser im Einflussbereich von Böschungen zu betrachten.

Sollten die in der DIN 4124 genannten und hier auszugsweise wiedergegebenen Faktoren nicht erfüllt sein, ist ein Standsicherheitsnachweis nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 zu erbringen. Die Standsicherheit nicht verbauter Baugrubenböschungen ist ebenfalls

nachzuweisen, falls eine Böschung mehr als 5 m hoch ist oder vorhandene Leitungen, Gebäude oder benachbarte bauliche Anlagen durch Aushubmaßnahmen gefährdet werden können.

Die oben gemachten Angaben beziehen sich nicht auf dauerhaft angelegte Böschungen oder Gruben, deren Standzeiten über die übliche Bauzeit hinausreichen.

Anmerkung:

- 2) Nach DIN 1054, Ausgabe 2010, Abschnitt A 3.1.2, ist ein Boden nichtbindig, wenn der Gewichtsanteil der Bestandteile mit Körnern unter 0,063 mm 5 M.-% nicht übersteigt (Bodengruppen GE, GW, GI, SE, SW und SI nach DIN 18196).
Gemischtkörnige Böden der Bodengruppen GU, GT, SU und ST sowie im Einzelfall auch GU*, GT*, SU* und ST*, werden den nichtbindigen Böden zugeordnet, wenn der Feinkorn-Massenanteil das Verhalten des Bodens nicht bestimmt (z.B. wegen fehlender Plastizität)
- 3) Die Überprüfung der Konsistenz stellt sich im Feldversuch wie folgt dar:
 - a) weich ist ein Boden, der sich leicht kneten lässt
 - b) steif ist ein Boden, der sich schwer kneten, aber in der Hand zu 3mm dicken Walzen ausrollen lässt, ohne zu reißen oder zu zerbröckeln

7. Bodenkundliche Beschreibung der anstehenden Böden

Das Geländere relief des Untersuchungsraumes wurde durch Verwitterungs- und quartäre Umlagerungsprozesse wesentlich geprägt.

Die Böden des C-Horizonts werden voraussichtlich durch Ton- bzw. Schluffsteine des Gipskeupers (tC-/mC-Horizont) gebildet. Diese stellen das Ausgangssubstrat für die überlagernden Unterböden der B-Horizonte, aus lehmigen Verwitterungsböden des Keupers und tonig-lehmigen, quartären Umlagerungsböden dar.

Zur Geländeoberfläche hin schließen die Bodenprofile mit 20 – 50 cm mächtigen humosen Oberböden ab (Ah-Horizont), welche, aufgrund von Bodenbearbeitung durch Pflügen, mitunter zu Mischhorizonten (Ap-Horizont) überprägt sein können.

Entlang des betrachteten Erkundungsabschnittes liegen nachfolgende bodenkundliche Einheiten vor (Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“):

Kartiereinheit k46: Braunerde-Pelosol-Pseudogley aus Fließerden (Gipskeuper)

Kartiereinheit k98: Auengley-Brauner Auenboden und Brauner Auenboden-Auengley aus Auenlehm

Das Auftreten und die Verteilung der einzelnen bodenkundlichen Einheiten findet sich in der Karte im Anhang detailliert dargestellt.

Die einzelnen Homogenbereiche lassen sich bodenkundlich, wie folgt, ergänzend beschreiben und einordnen:

Homogenbereich		Geologische Einheit	Feinbodenart	Bodenfeuchte	Verdichtungsempfindlichkeit	Witterungsempfindlichkeit
Q1		toniger Auelehm mit Einlagerungen aus Schwemmsanden	Lts, TI	feu4	hoch	mäßig
Q2			Su2, SI2	--	--	
Q3			Lts, TI	feu2 bis feu3	mittel bis hoch	
K1	K1a	Verwitterungsboden	Uls, Lu	feu2	mittel	mäßig
	K1b			feu4	hoch	
B1	K2a		Lt2, Lt3, Lts	feu1 bis feu2	gering bis mittel	hoch
	K2b			feu3 (bis feu5)	hoch (bis extrem)	
K3/K4		Ausgangsgestein (entfestigt, verwittert, zerbrochen)	-	--	gering	gering bis mäßig

Tab. 6: Zusammenfassung der erkundeten geologischen Schichten mit bodenkundlicher Beschreibung

Schadstoffgehalte der erkundeten Böden:

Auf Grundlage des Berichtes zu Schadstoffuntersuchungen (IBE GmbH - Labor-Nr. 33637-B) liegen derzeit keine Anzeichen wesentlich erhöhter Schadstoffgehalte innerhalb der, in den Sondierpunkten RKS 1 bis RKS 4 erschlossenen, natürlich anstehenden Böden vor.

8. Natürliche Bodenfunktion (Schutzwürdigkeit) und Gefährdung

Böden bilden die Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen. Sie sind als Teil des lokalen Wasser- und Nährstoffkreislaufes zu betrachten. Aufgrund ihrer Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, sind sie ein Abbau- und Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen.

Durch die Baumaßnahme dürfen sich keine schädlichen und nachteilig auf die bestehende Nutzung der Böden auswirkenden Veränderungen der Böden einstellen. Die natürliche Funktion der im Bereich der temporären Eingriffsflächen anstehenden Böden ist nach der jeweiligen Nutzung wiederherzustellen.

Bewertung der Bodenfunktionen nach bodenkundlicher Einheit:

1	2	3	4	5	6	7
Kartiereinheit	bodenkundliche Einheit	Bodenfunktionen nach „Bodenschutz 23“, auf Grundlage der Daten der BK50				
		Natürliche Bodenfruchtbarkeit	Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	Filter und Puffer für Schadstoffe	Gesamtbewertung ^{*)} (bzgl. Spalten 3 bis 5)	Standort für natürliche Vegetation
k46	Braunerde-Pelosol-Pseudogley aus Fließerden (Gipskeuper)	mittel (2,0)	LN ^{*)} : gering (1,0) Wald: --	hoch (3,0) --	2,00 --	keine hohe oder sehr hohe Bewertung
k98	Auengley-Brauner Auenboden und Brauner Auenboden-Auengley aus Auenlehm	mittel (2,0)	LN ^{*)} : hoch (3,0) Wald: --	hoch (3,0) --	2,67 --	keine hohe oder sehr hohe Bewertung

Tab. 7: Bewertung von Bodenfunktionen der vorliegenden einzelnen bodenkundlichen Einheiten

LN = unter landwirtschaftlicher Nutzung

-- = im Trassenbereich nicht existent

^{*)} Gesamtbewertung : 1 (= gering) bis 4 (= sehr hoch)

Im Trassenbereich liegt eine beidseitige landwirtschaftliche Nutzung der Böden vor. Die Bodenfunktionen der einzelnen bodenkundlichen Kartiereinheiten in den Spalten 3 bis 6 sind nach „Bodenschutz 23“, auf Grundlage der Daten der BK50, zusammenfassend in folgenden Bereichen zu bewerten:

Natürliche Bodenfruchtbarkeit: 2,0 (mittel)

Unter landwirtschaftlicher Nutzung:

Ausgleichskörper im Wasserkreislauf: 1,0 – 3,0 (gering bis hoch)

Filter und Puffer für Schadstoffe: 3,0 (hoch)

Gesamtbewertung: 2,00 – 2,67 (mittel bis hoch)

zur Bewertung: 1 (= gering) / 2 (= mittel) / 3 (= hoch) / 4 (= sehr hoch)

Gefährdungspotential durch die Baumaßnahme:

Gefährdung durch Schadverdichtung:

Die Gefährdung bezüglich Schadverdichtung bei Befahrung, mit nachhaltiger Störung des natürlichen Bodengefüges, ist im Wesentlichen abhängig von der Konsistenz/Bodenfeuchte der Böden, den Einzellasten und Flächenpressungen von Fahrzeugen und der Anzahl der Überfahrten. In Tabelle 6 sind die homogenbereichsbezogenen Verdichtungsempfindlichkeiten für die zum Erkundungszeitpunkt vorliegenden Konsistenzen/Bodenfeuchten dargestellt. Diese sind für oberflächennahe Schichten der Unterböden als mittel bis hoch und hoch zu beurteilen. Im Bauablauf kann durch Niederschlagseinträge auf Oberbodenabtragssohlen eine entsprechende Erhöhung von Konsistenzen/Bodenfeuchten stattfinden. Die Witterungsverhältnisse sind daher im Bauablauf jederzeit zu berücksichtigen.

Insbesondere Boden mit leicht plastischen Eigenschaften oder schwach bindigem Charakter (z.B. TL, siehe Homogenbereich K2a/K2b) sind aufgrund ihres porösen Korngefüges und bisweilen schwach thixotropen Eigenschaften bei geringer Konsistenz/hoher Bodenfeuchte sehr anfällig hinsichtlich der Störung der natürlichen Bodenstruktur infolge einer Schadverdichtung durch dynamische Verkehrslasten.

Gefährdung durch unsachgemäße Separierung und Lagerung unterschiedlicher Boden-/Baugrundsichten:

Im Zuge des Aushubs besteht bei horizontal wechselnden Schichten (Übergangsbereich von Bodeneinheiten) die Gefahr einer unzureichenden horizontalen Separierung und Vermischung beim Aushub. Wird Bodenaushub nicht unmittelbar am Aushubort gelagert, besteht bei den, im Trassenverlauf mitunter wechselnden Schichten die Gefahr, dass die Bodeneinheit von Einbauböden nicht der Bodeneinheit am Einbauort entspricht.

Erosionsgefährdung durch Wasser:

Die Erosionsgefährdung der anstehenden Böden reicht, auf Grundlage der Daten der BK50, von mittel bis hoch.

Kartier-einheit	bodenkundliche Einheit	Erodierbarkeit (K-Faktor) auf Grundlage der Daten der BK50	Bemerkungen
k46	Braunerde-Pelosol-Pseudogley aus Fließerden (Gipskeuper)	mittel bis hoch	--
k98	Auengley-Brauner Auenboden und Brauner Auenboden-Auengley aus Auenlehm	mittel	--

Tab. 8: Bewertung von Bodenfunktionen der vorliegenden einzelnen bodenkundlichen Einheiten

Eine detaillierte Darstellung zur Erodierbarkeit findet sich in den bodenkundlichen Kartendarstellungen im Anhang.

Erosionsgefährdung durch Wind:

Aufgrund des bindigen/plastischen Charakters der anstehenden Böden ist eine Erosionsgefährdung durch Wind nicht relevant.

Gefährdung durch Schadstoffeinträge:

Durch Betriebsstoffe von Baumaschinen (Kraftstoffe, Schmieröle, Motoren-/Hydrauliköle, etc.) besteht grundsätzlich eine Gefährdung bzgl. potentieller Schadstoffeinträge auf Lagerflächen, Stellflächen und Arbeitseinsatzbereichen.

Gefährdung durch Vermischung von Böden mit zwischengelagerten Baustoff-Schüttgütern:

Durch offene Lagerhalten aus Baustoff-Schüttgütern besteht grundsätzlich die Gefahr einer Vermischung mit natürlichen Böden im Auflager oder mit Haldenlagerungen von Bodenaushub.

9. Betrachtungen zur Befahrbarkeit von Böden im Sinne des Bodenschutzes

Oberböden dürfen grundsätzlich nicht befahren oder als Lager-/Stellflächen genützt werden. Im Bereich von Befahrungen oder Lager-/Stellflächen ist der Oberboden im Vorfeld abzutragen.

Für die direkte Befahrbarkeit der Unterböden (nach Oberbodenabtrag) durch Baumaschinen ergeben sich, in Abhängigkeit von der Konsistenz/Bodenfeuchte folgende Einsatzgrenzen:

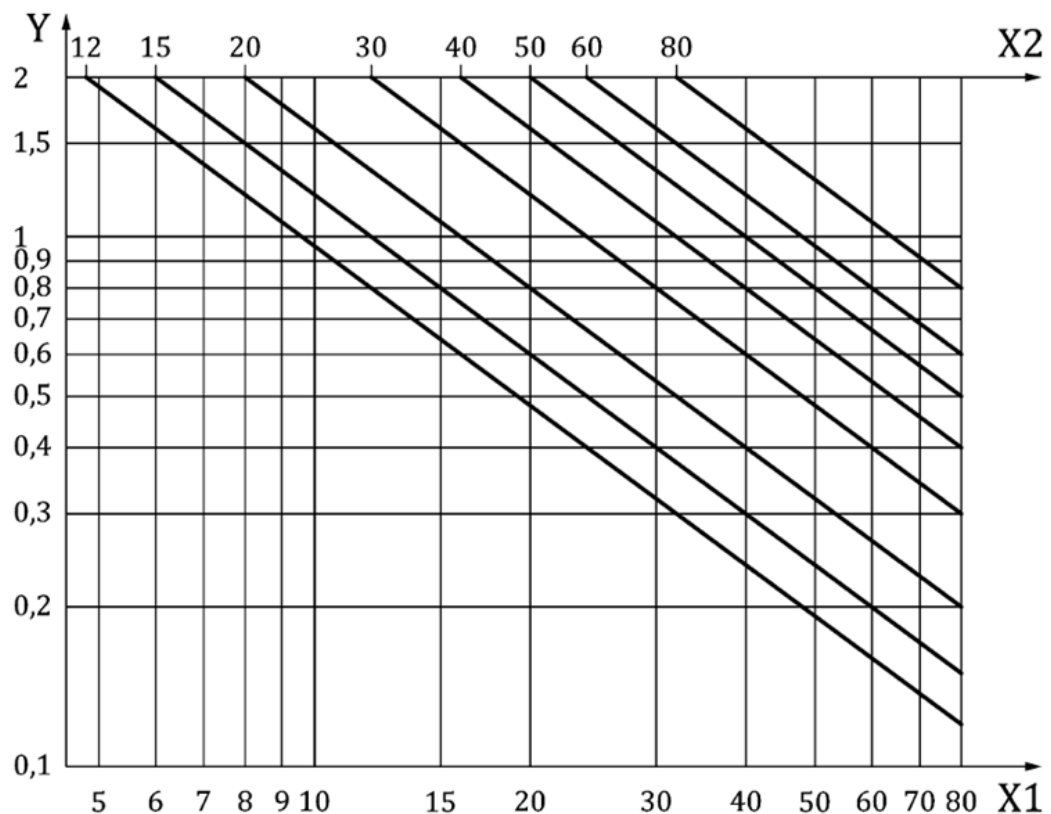
Betrachtung zur Befahrbarkeit von Böden, in Abhängigkeit von der Konsistenz / Bodenfeuchte				
Konsistenz	Feuchtestufe	Wasser- spannung [cbar]	direkte Befahrbarkeit	Bodenmerkmale zur Einschätzung von Konsistenz/Bodenfeuchte
fest	feu1	>990	gegeben	nicht ausrollbar und knetbar, da brechend; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe stark nach
halb- fest	feu2	>50 bis 990	i.d.R. gegeben, Anwendung Nomogramm empfohlen	noch ausrollbar, aber nicht knetbar, da bröckelnd beim Ausrollen auf 3 mm Dicke; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch nach
steif	feu3	>12,4 bis 50	eingeschränkt nach Nomogramm	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln, schwer knetbar und eindrückbar, dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach
weich	feu4	>2,5 bis 12,4	unzulässig, ggf. ausreichend lastverteilende Maßnahmen vorzusehen	ausrollbar auf > 3 mm Dicke, leicht eindrückbar, optimal knetbar
breiig	feu5	≤2,5		ausrollbar, kaum knetbar, da zu weich, quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch
flüssig	feu6	0		nicht ausrollbar und knetbar, da fließend

Tab. 9: Betrachtung zur Befahrbarkeit von Böden, in Abhängigkeit von der Konsistenz / Bodenfeuchte

Weiche und geringer als weiche Böden ($<12,4$ cbar) dürfen ohne weitere lastverteilende Maßnahmen grundsätzlich nicht befahren werden. Gegebenenfalls ist der Bauablauf bis zu einer ausreichenden Abtrocknung zu unterbrechen.

Durch die Auswahl geeigneter Baugeräte und Fahrzeuge (z.B. Kettenfahrzeuge) ist die Flächenpressung so weit zu begrenzen, dass nach Bauabschluss noch ein funktionstüchtiges Bodengefüge vorliegt oder mit einfachen Mitteln wiederhergestellt werden kann.

Die Einsatzgrenzen von Maschinen, in Abhängigkeit von der Wasserspannung und damit von der nach Tab. 3 korrelierbaren Konsistenz / Bodenfeuchte, kann gemäß nachfolgendem Nomogramm ermittelt werden.



Legende

- X1 Gesamtgewicht, in t
- X2 Wasserspannung, in cbar
- Y Flächenpressung, in kg/cm^2

Abb. 1: Nomogramm zur Ermittlung der Einsatzgrenzen von Maschinen in Abhängigkeit von der Wasserspannung

Hinweis zur Anwendung des Diagramms:

Aus dem Schnittpunkt von Gesamtgewicht des Baufahrzeugs (X1) und der Flächenpressung (Y) ergibt sich die Saugspannung (X2), ab der die direkte Befahrung der Böden zulässig ist. Diese kann nach Tab. 3 mit der Konsistenz/Bodenfeuchte überschlägig korreliert werden.



Eine Anwendung des Nomogramms Für Wasserspannungen <12 cbar (Extrapolation) ist nicht zulässig.

Alternativ zum Nomogramm kann folgender Berechnungsansatz angewendet werden:

Maschinen-Einsatzgrenze = Saugspannung [cbar] = Einsatzgewicht [t] x Flächenpressung [kg/cm² x 1,25

Rechnerische Maschinen-Einsatzgrenzen bzw. minimale Saugspannung unterhalb von 12 cbar sind nicht zulässig.

10. Schlussbemerkung

Die auf der Grundlage von 4 Sondierpunkten ermittelten Bodenkenndaten beziehen sich auf die Untersuchungspunkte und stellen einen punktuellen Einblick in die vorhandene Situation dar.

Abweichungen von dem hier geschilderten Befund sind daher nicht vollständig auszuschließen. Treten im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen im Zuge der Baumaßnahmen Widersprüchlichkeiten auf, sollte unser Institut rechtzeitig zu einer begleitenden Begutachtung verständigt werden.

Die Angaben beziehen sich auf eine überblicksmäßige Erfassung der Baugrundsituation und ersetzen zu keinem Zeitpunkt ggf. erforderliche Einzeluntersuchungen.

INSTITUT FÜR BAUSTOFFPRÜFUNG
UND UMWELTTECHNIK


Dipl.-Geol. J. Hermann

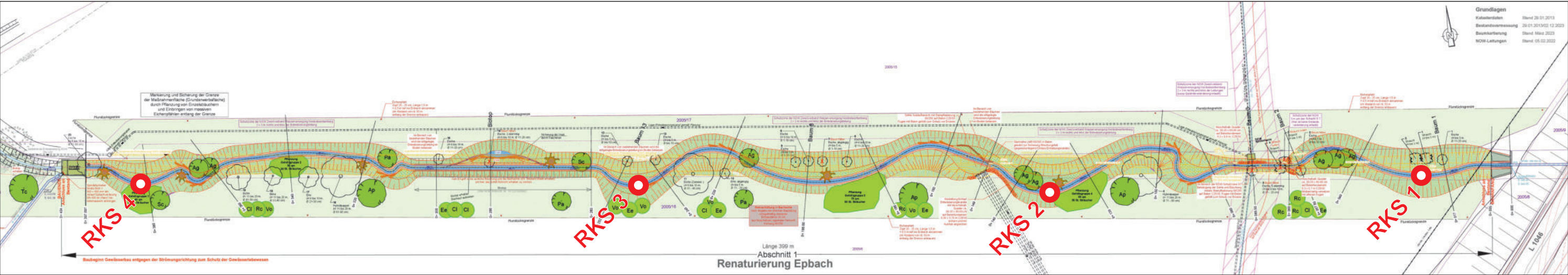



Dipl.-Geol. S. Zäh



Anlagen

- *Lageplan der Sondierpunkte*
- *Einzelprofile*
- *Sammeldarstellung der Sondierprofile mit Einteilung der Bodenschichten in Homogenbereiche, incl. Darstellung chemisch untersuchter Einzel-/Mischproben*
- *Sammeldarstellung der Sondierprofile mit Darstellung / Interpolation der Grundwasserverhältnisse*
- *Bodenkundliche Karte „Bodenkundliche Einheiten“*
- *Bodenkundliche Karte „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“*
- *Bodenkundliche Karte „Ausgleichskörper im Wasserkreislauf“*
- *Bodenkundliche Karte „Filter und Puffer für Schadstoffe“*
- *Bodenkundliche Karte „Gesamtbewertung“*
- *Bodenkundliche Karte „Standort für natürliche Vegetation“*
- *Bodenkundliche Karte „Erodierbarkeit“*
- *Datenblätter der bodenkundlichen Kartiereinheiten*
- *Bodenmechanische Laborversuche*





IBE GmbH
Bössingerstraße 23
74243 Langenbeutungen
Tel. 07946 / 944 98-0

**Zeichnerische Darstellung von
Bohr-/Sondierprofilen nach DIN
4023**

Anlage:

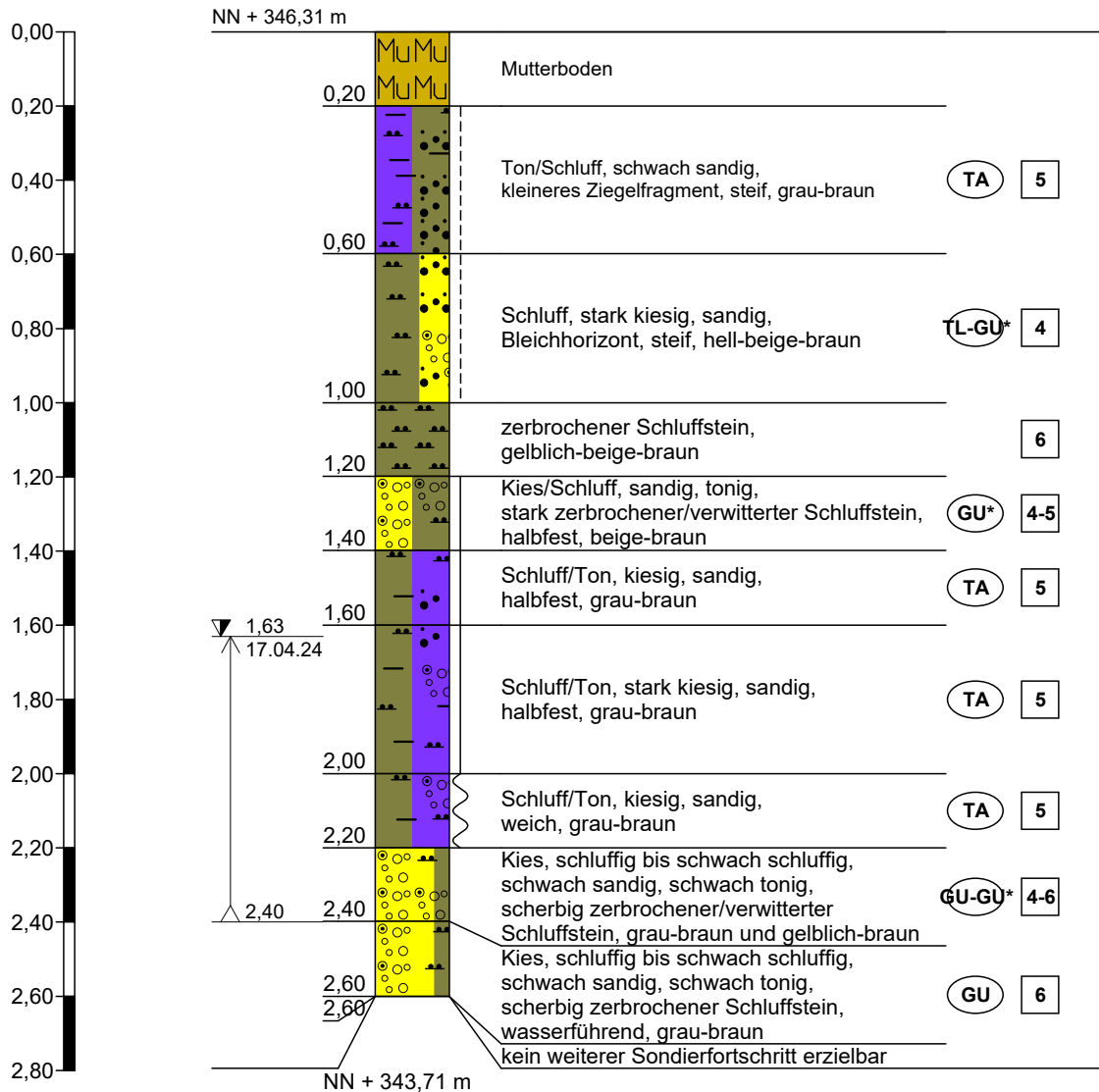
Projekt: A6 T+R Hohenlohe, LAP E3
Epbach

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH

Bearb.: Zä

Datum: 17.04.24

RKS 1





IBE GmbH
Bössingerstraße 23
74243 Langenbeutungen
Tel. 07946 / 944 98-0

Zeichnerische Darstellung von Bohr-/Sondierprofilen nach DIN 4023

Anlage:

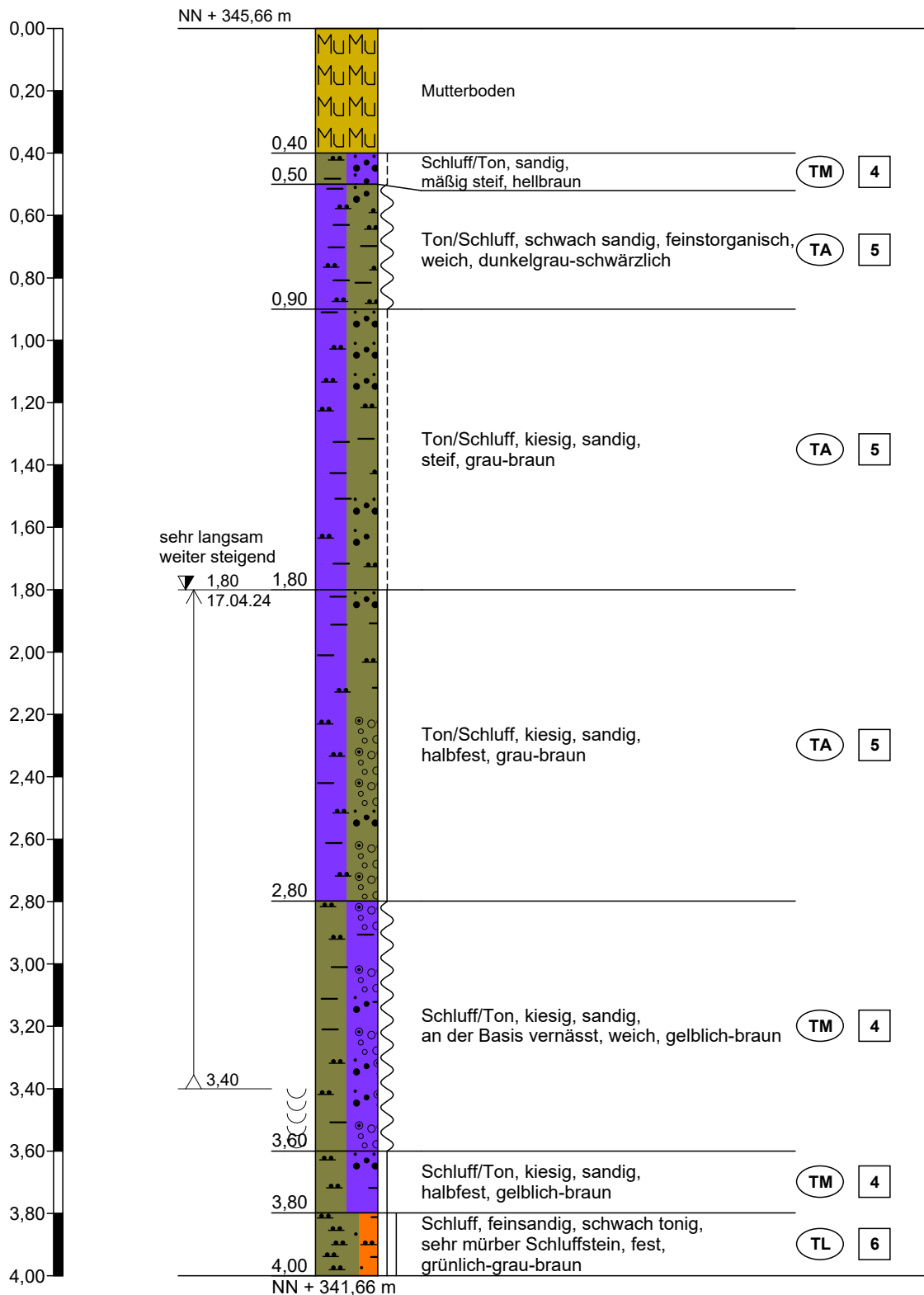
Projekt: A6 T+R Hohenlohe, LAP E3
Epbach

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH

Bearb.: Zä

Datum: 17.04.24

RKS 2





IBE GmbH
Bössingerstraße 23
74243 Langenbeutungen
Tel. 07946 / 944 98-0

**Zeichnerische Darstellung von
Bohr-/Sondierprofilen nach DIN
4023**

Anlage:

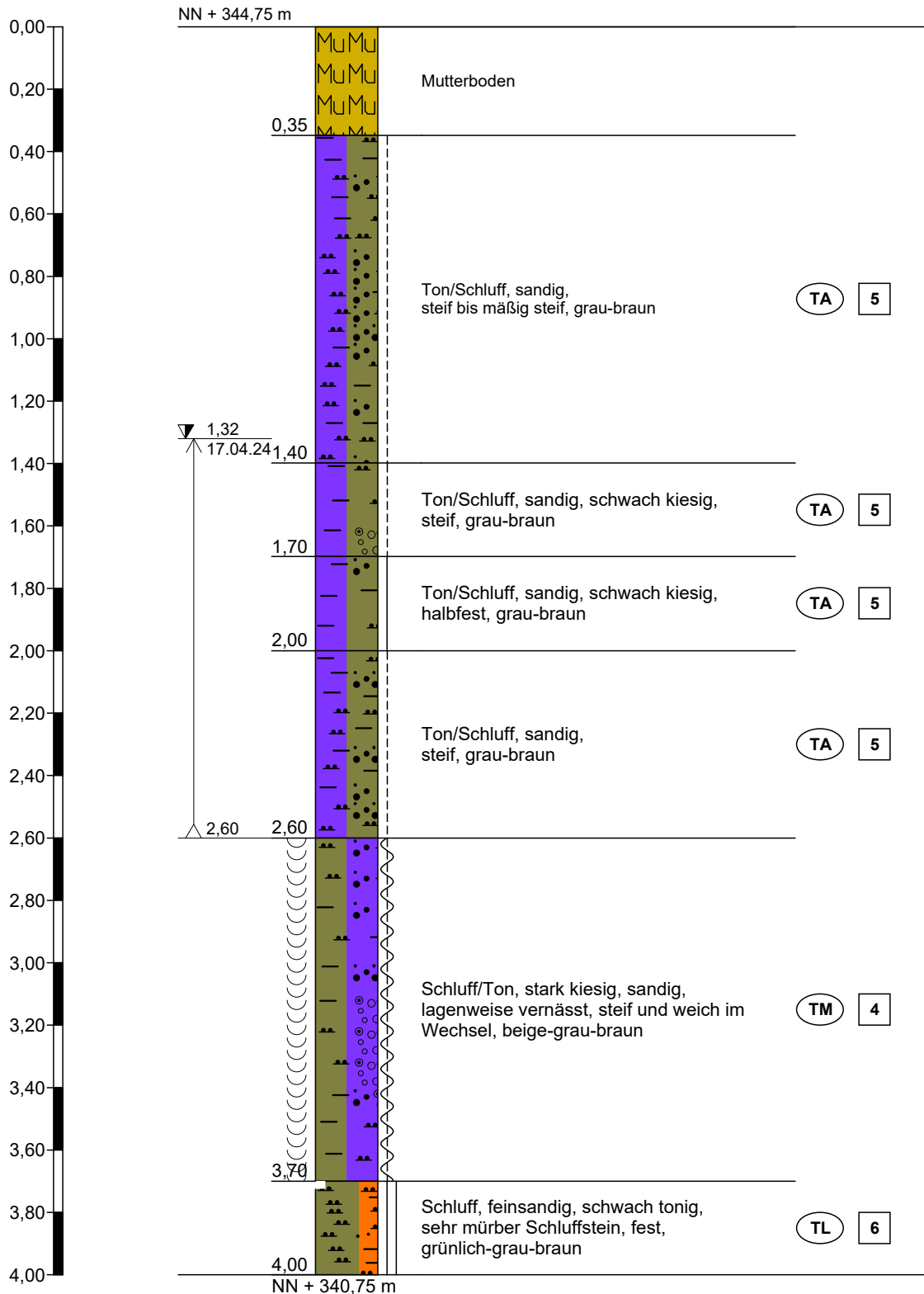
Projekt: A6 T+R Hohenlohe, LAP E3
Epbach

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH

Bearb.: Zä

Datum: 17.04.24

RKS 3





IBE GmbH
Bössingerstraße 23
74243 Langenbeutungen
Tel. 07946 / 944 98-0

Zeichnerische Darstellung von Bohr-/Sondierprofilen nach DIN 4023

Anlage:

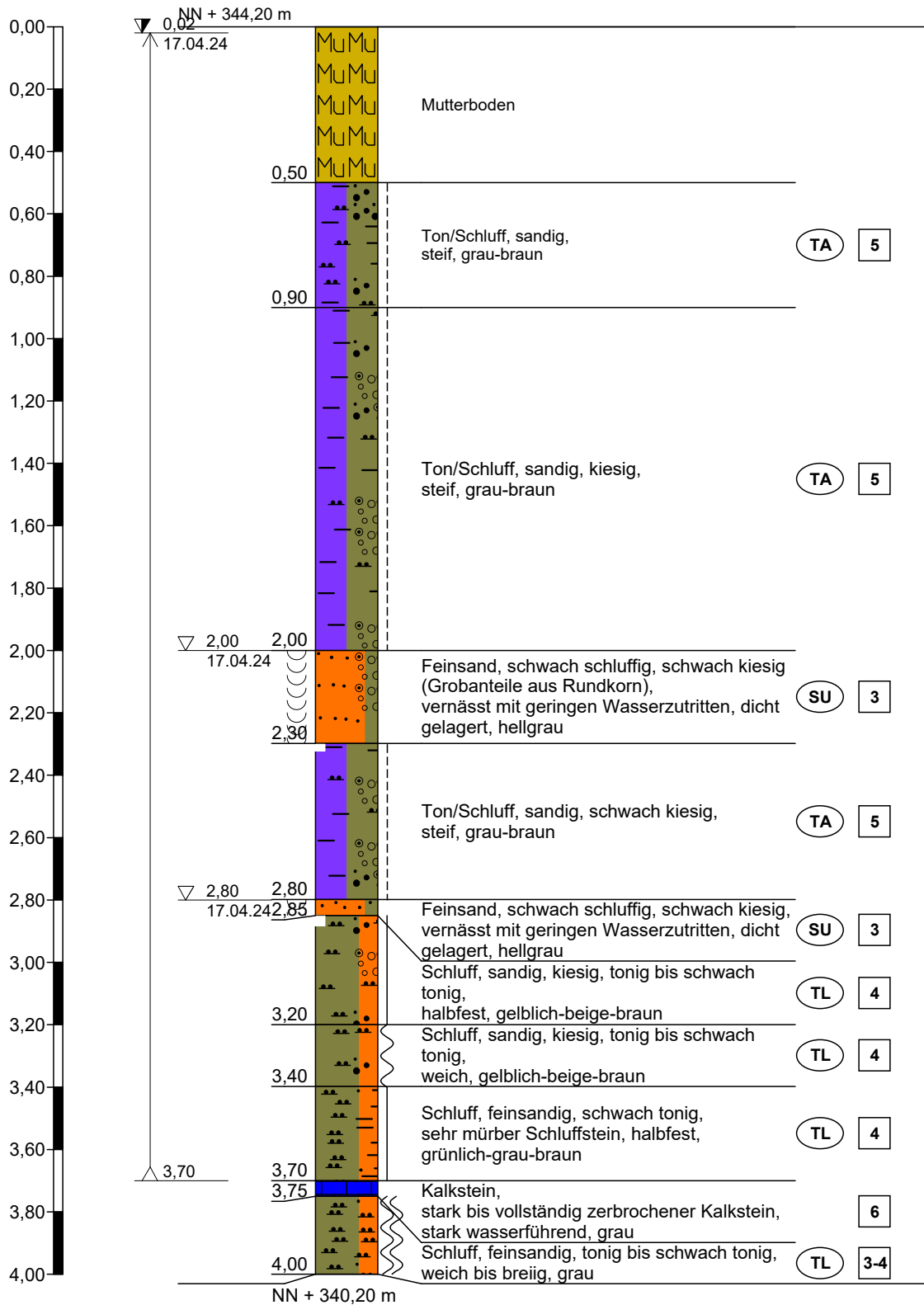
Projekt: A6 T+R Hohenlohe, LAP E3
Epbach

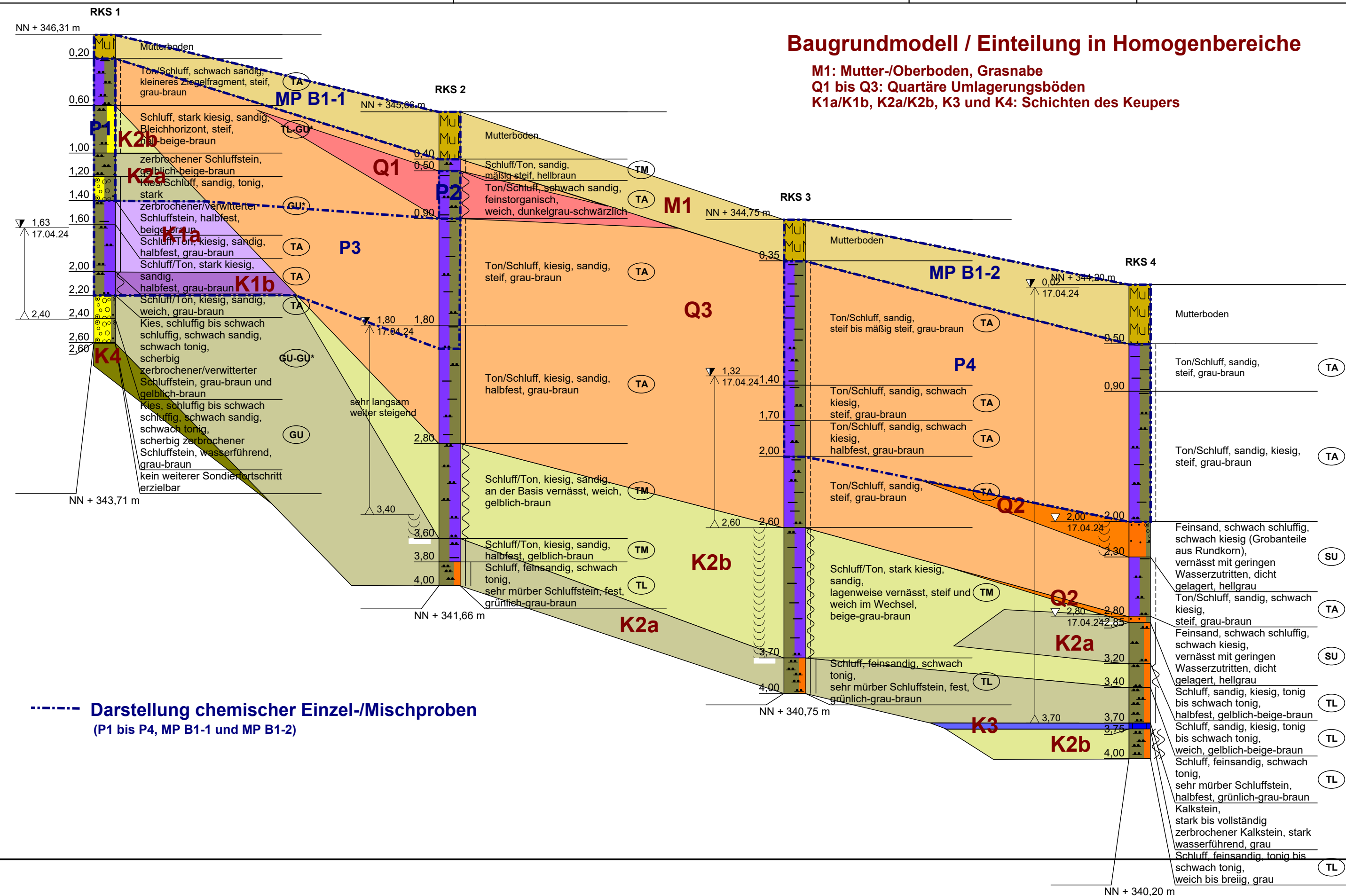
Auftraggeber: Die Autobahn GmbH

Bearb.: Zä

Datum: 17.04.24

RKS 4







IBE GmbH
Bössingerstraße 23
74243 Langenbeutingen
Tel. 07946 / 944 98-0

Zusammenstellung der Sondierprofile

Anlage:

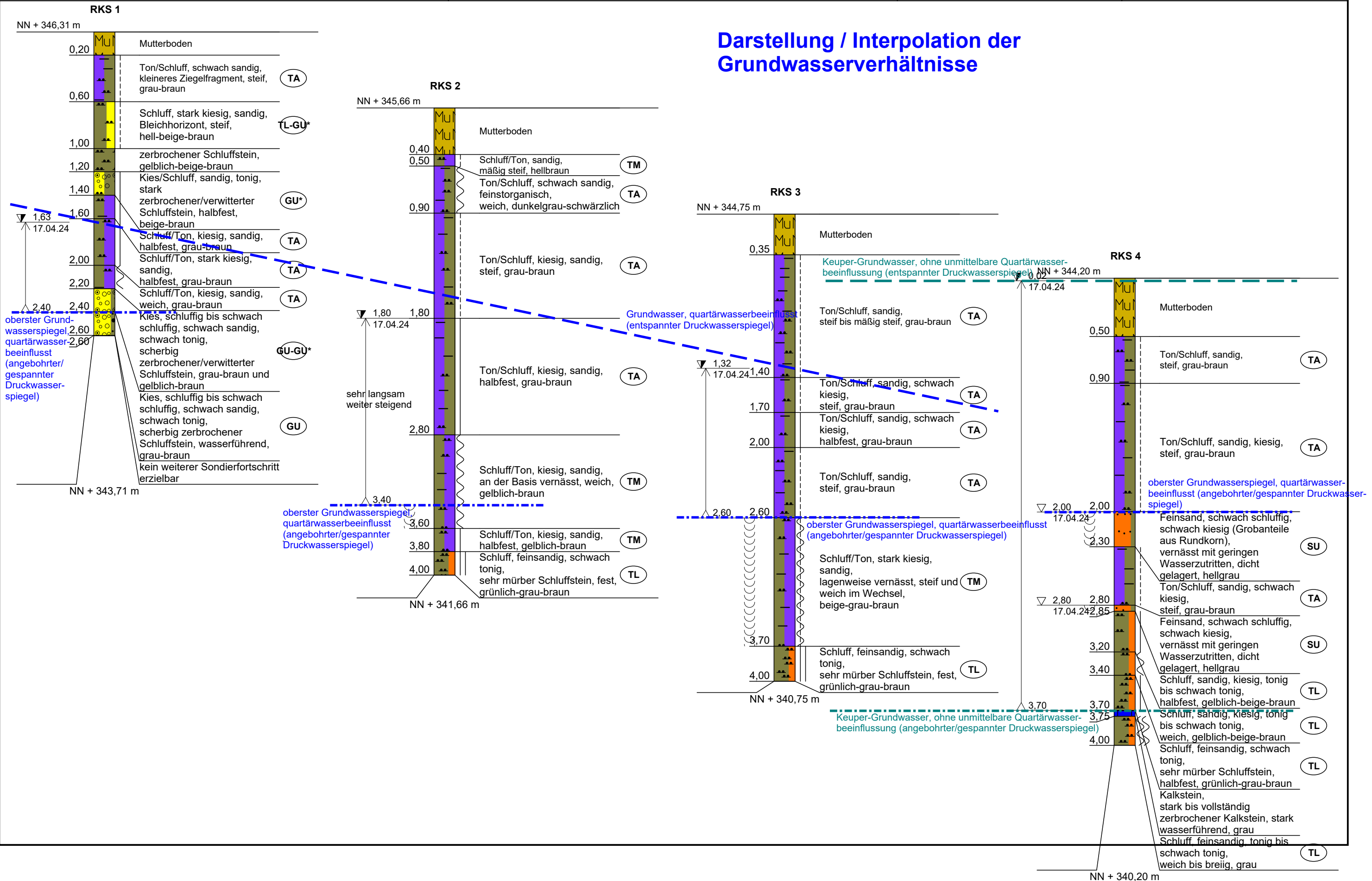
Projekt: A6 T+R Hohenlohe, LAP E3 Epbach

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH

Bearb.: Zä

Datum: 17.04.24

Darstellung / Interpolation der Grundwasserverhältnisse





IBE GmbH
Bössingerstraße 23
74243 Langenbeutungen
Tel. 07946 / 944 98-0

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Anlage:

Projekt: A6 T+R Hohenlohe, LAP E3
Epbach

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH

Bearb.: Zä

Datum: 17.04.24

Boden- und Felsarten



Kalkstein, Kst



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u



Mutterboden, Mu



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Schluffstein, Ust, schluffig, u



Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)
- - stark (30-40%)

Bodenklassen nach DIN 18300

- | | |
|----------|---------------------------|
| 1 | Oberboden (Mutterboden) |
| 3 | Leicht lösbare Bodenarten |
| 5 | Schwer lösbare Bodenarten |
| 7 | Schwer lösbarer Fels |

- | | |
|----------|---|
| 2 | Fließende Bodenarten |
| 4 | Mittelschwer lösbare Bodenarten |
| 6 | Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten |

Bodengruppen nach DIN 18196

- | | |
|--|--|
| GE enggestufte Kiese | GW weitgestufte Kiese |
| GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische | SE enggestufte Sande |
| SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische | SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische |
| GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm | ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm |
| UL leicht plastische Schluffe | UM mittelpastische Schluffe |
| UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff | TL leicht plastische Tone |
| TM mittelpastische Tone | TA ausgeprägt plastische Tone |
| OU Schluffe mit organischen Beimengungen | OT Tone mit organischen Beimengungen |
| OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art | OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus) | HZ zersetzte Torfe |
| F Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel) | [] Auffüllung aus natürlichen Böden |
| A Auffüllung aus Fremdstoffen | |

Sonstige Zeichen



naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers



IBE GmbH
Bössingerstraße 23
74243 Langenbeutungen
Tel. 07946 / 944 98-0

**Legende und Zeichenerklärung
nach DIN 4023**

Anlage:

Projekt: A6 T+R Hohenlohe, LAP E3
Epbach

Auftraggeber: Die Autobahn GmbH

Bearb.: Zä

Datum: 17.04.24

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

Grundwasser

▽ 1,00
11.07.2024

Grundwasser am 11.07.2024 in 1,00 m unter
Gelände angebohrt

▽ 1,00
11.07.2024
△ 1,80

Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt,
Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände
am 11.07.2024

▽ 1,00
11.07.2024

Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten
am 11.07.2024

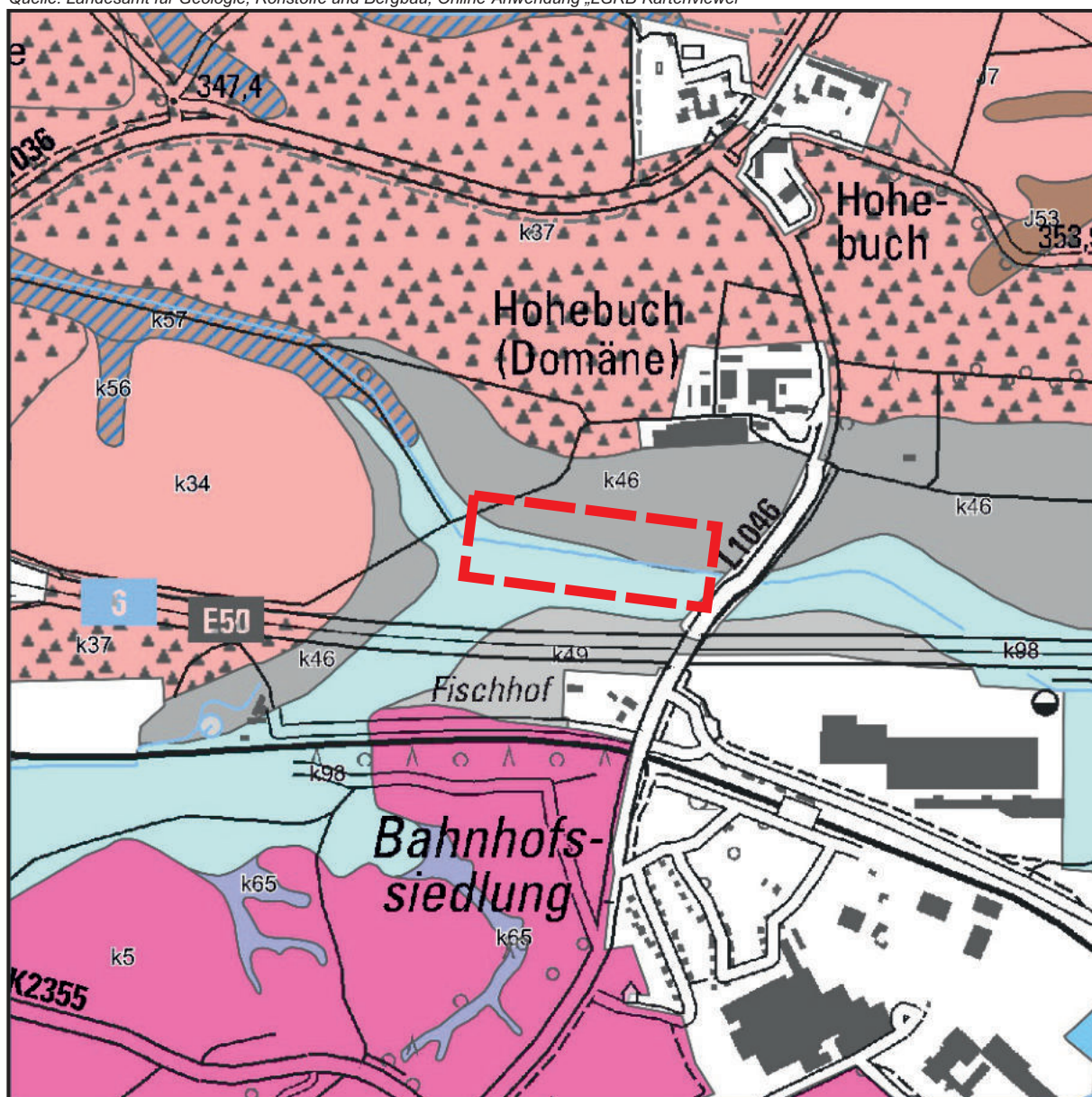
▼ 1,00
11.07.2024

Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00
11.07.2024
↓











Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“

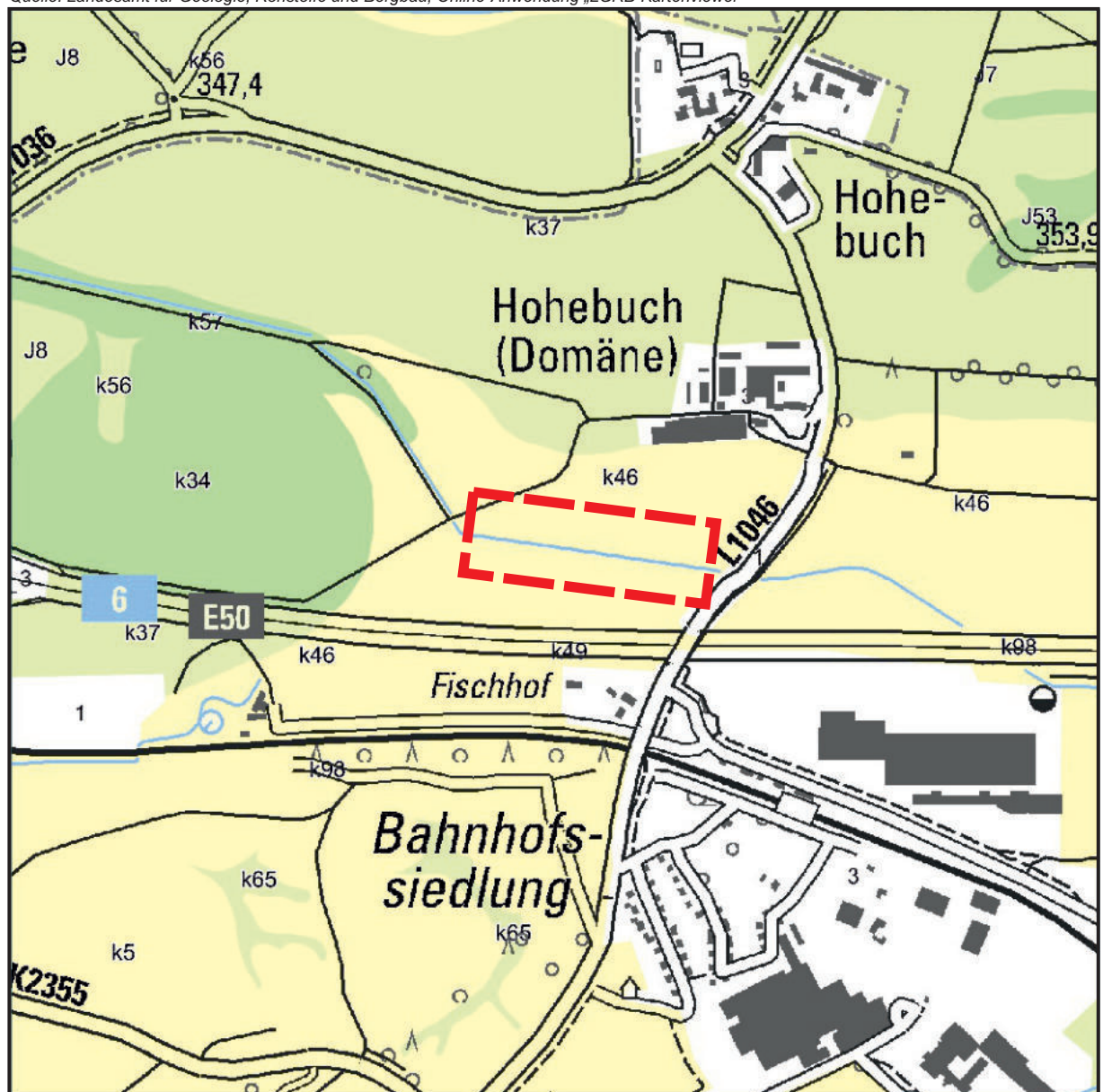


BK50: Bodenkundliche Einheiten

GeoLa Boden: Bodenkundliche Einheiten

-  Auengley-Brauner Auenboden und Auengley-Auenbraunerde aus Auensand und Auenlehm (A2)
-  Auengley, Auenpseudogley-Auengley und Brauner Auenboden-Auengley aus Auensand und Auenlehm (A3)
-  Pelosol, Braunerde-Pelosol und Pseudogley-Pelosol aus Fließerden, untergeordnet aus Schwemmschutt (D1)
-  Gley, Quellengley und Kolluvium-Gley aus Fließerden und Umlagerungsbildungen, meist Abschwemmmassen (G1)
-  Kolluvium, z. T. über Braunerde und Parabraunerde, aus Abschwemmmassen über Fließerden (K1)
-  Pseudogley-Kolluvium und Gley-Kolluvium aus Abschwemmmassen (K2)
-  Parabraunerde, Braunerde-Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde aus Lösslehm und lösslehmreichen Fließerden (L2)
-  Parabraunerde, Pelosol-Parabraunerde, Terra fusca-Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde aus Fließerden und Hangschutt (L3)
-  Pseudogley, Braunerde-Pseudogley und Pelosol-Pseudogley aus Fließerden, z. T. pleistozäner Schwemmschutt (S1)
-  Pseudogley und Parabraunerde-Pseudogley aus Lösslehm und lösslehmreichen Fließerden (S2)

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“

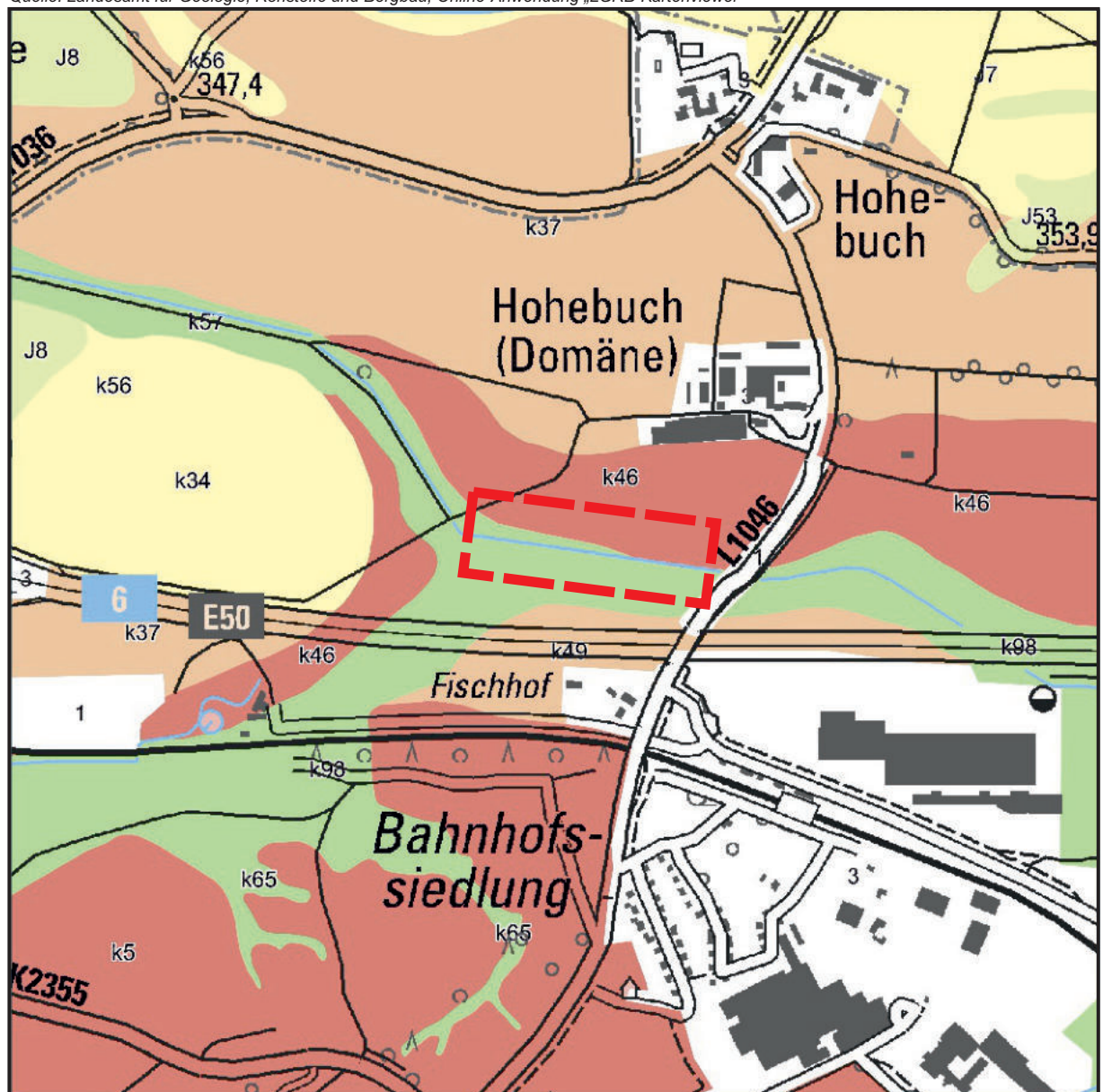


BK50: Natürliche Bodenfruchtbarkeit

GeoLa Boden: Natürliche Bodenfruchtbarkeit

- gering
- gering bis mittel
- mittel
- mittel bis hoch
- hoch
- hoch bis sehr hoch
- sehr hoch
- keine Angabe

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“

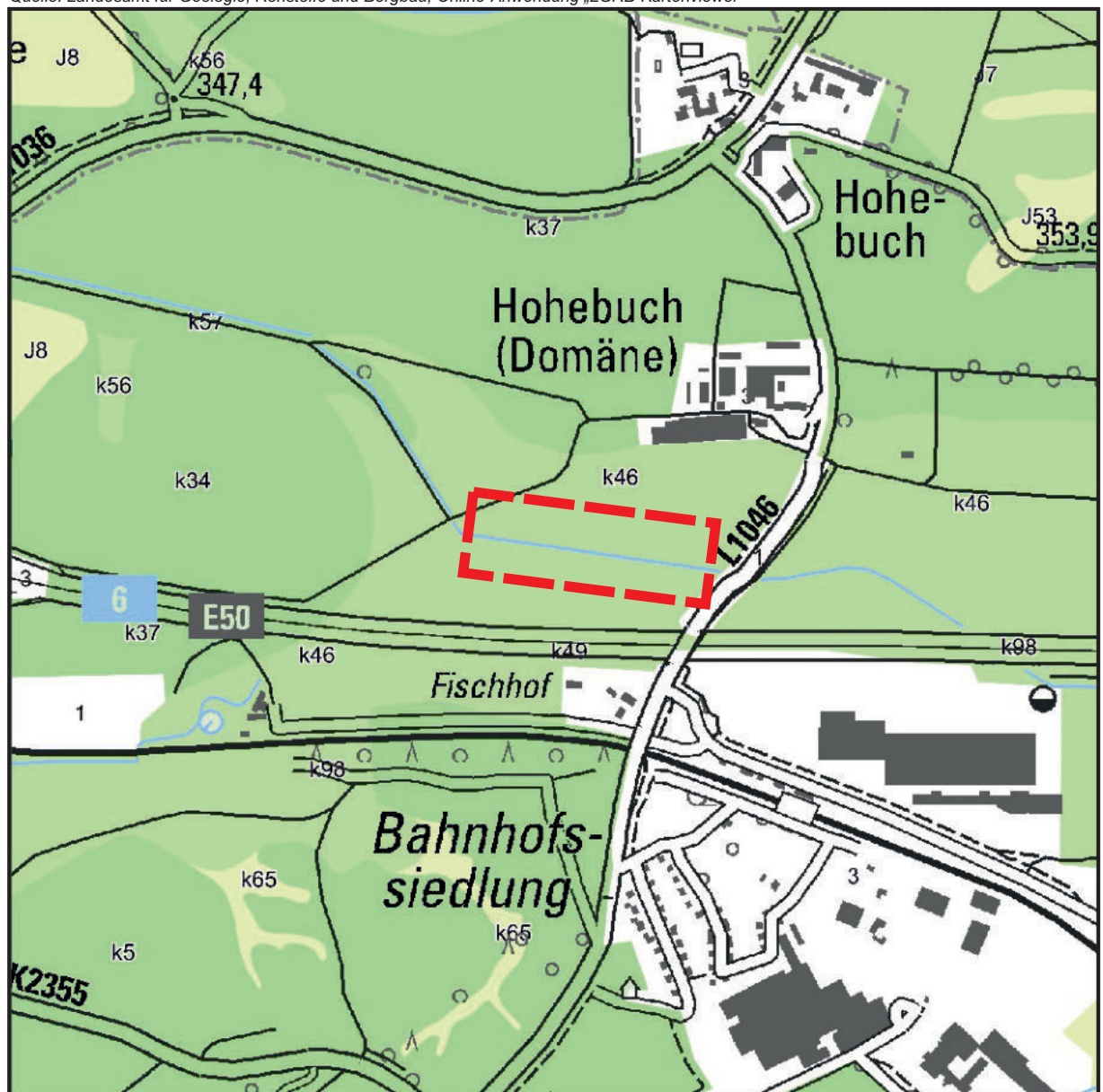


BK50: Ausgleichskörper im Wasserkreislauf unter landwirtschaftlicher Nutzung

GeoLa Boden: Ausgleichskörper im Wasserkreislauf unter landwirtschaftlicher Nutzung

- gering
- gering bis mittel
- mittel
- mittel bis hoch
- hoch
- hoch bis sehr hoch
- sehr hoch
- keine Angabe

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“

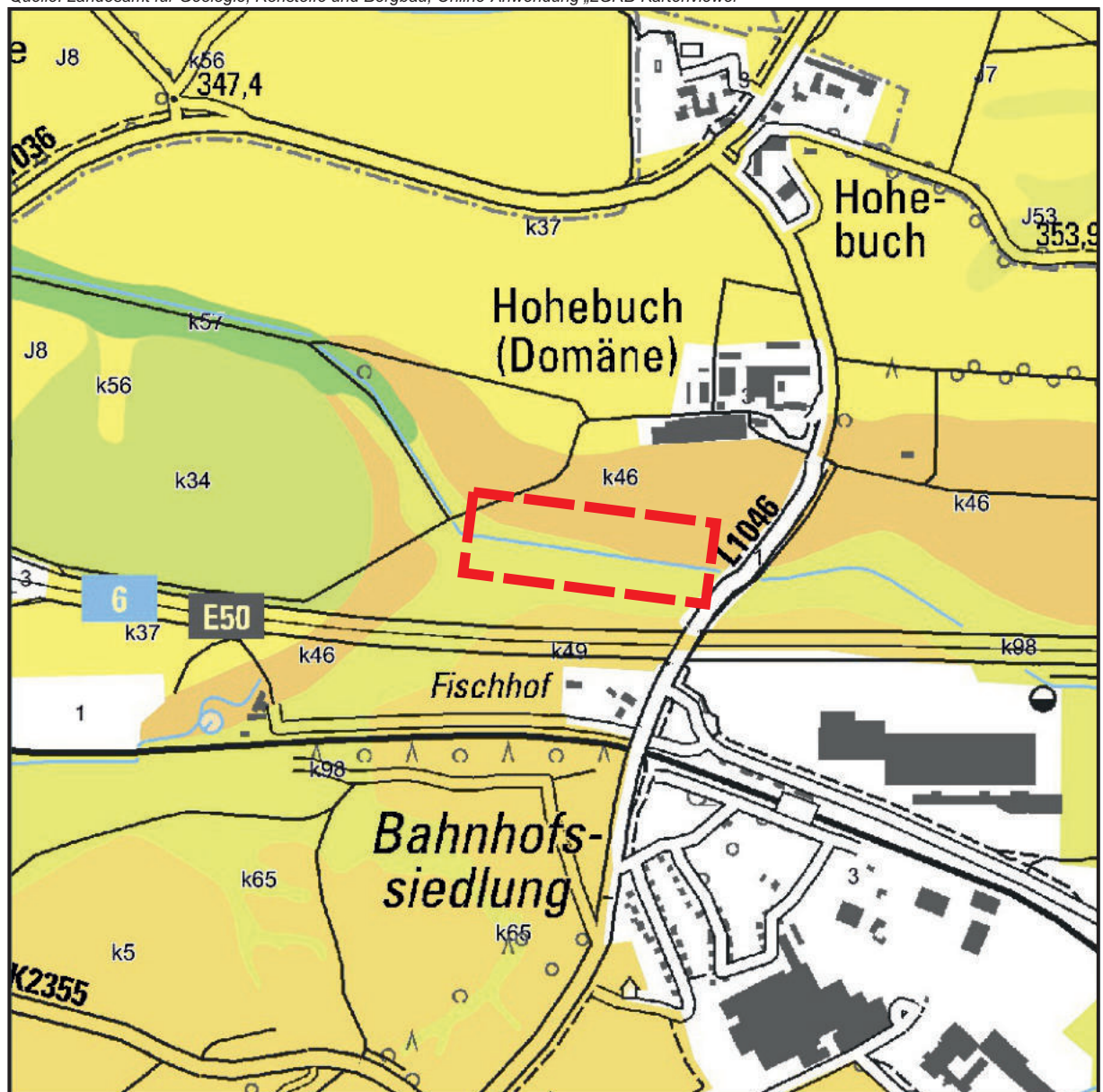


BK50: Filter und Puffer für Schadstoffe unter landwirtschaftlicher Nutzung

GeoLa Boden: Filter und Puffer für Schadstoffe unter landwirtschaftlicher Nutzung

- gering
- gering bis mittel
- mittel
- mittel bis hoch
- hoch
- hoch bis sehr hoch
- sehr hoch
- keine Angabe

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“

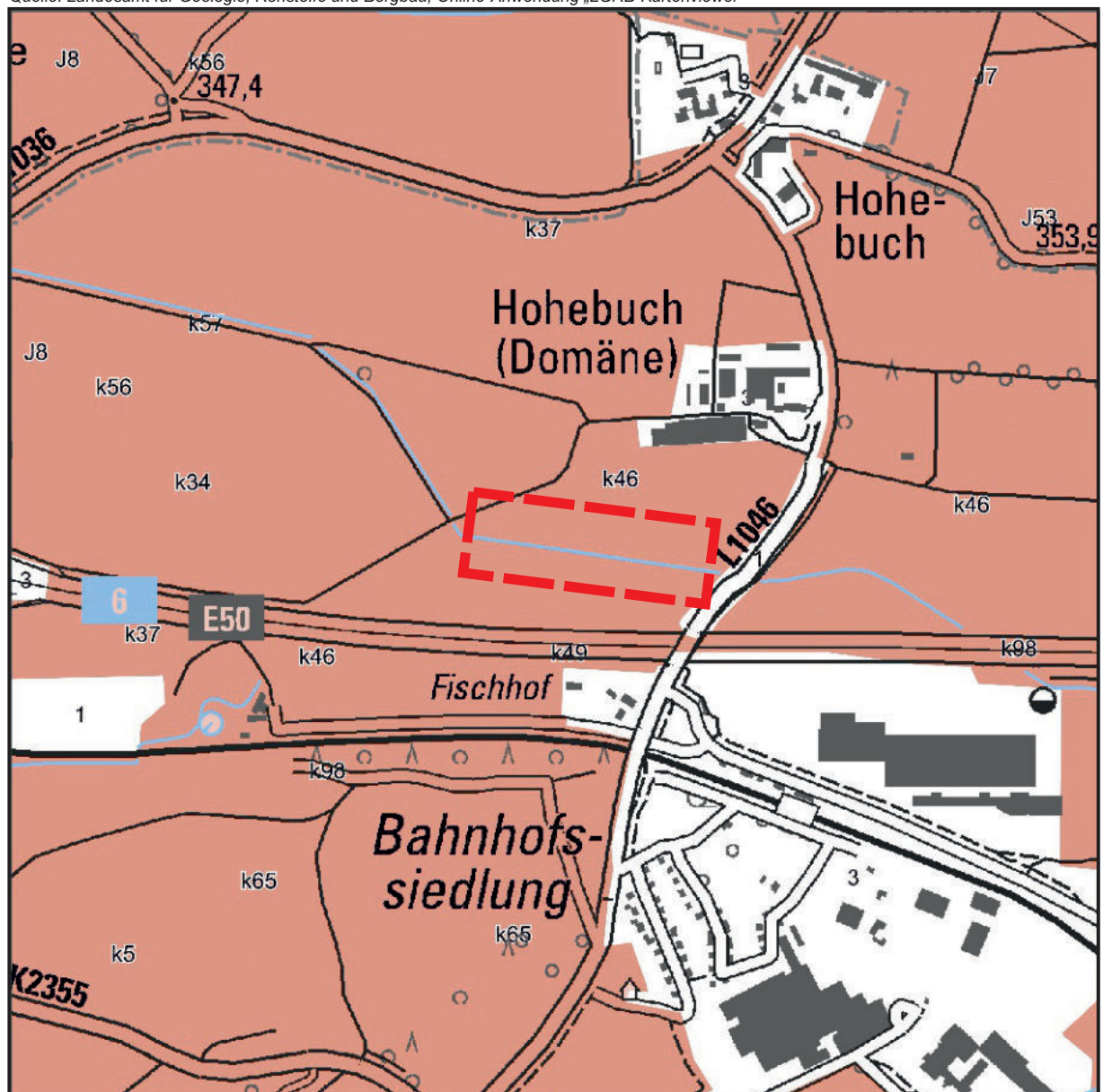


BK50: Gesamtbewertung unter landwirtschaftlicher Nutzung

GeoLa Boden: Gesamtbewertung unter landwirtschaftlicher Nutzung

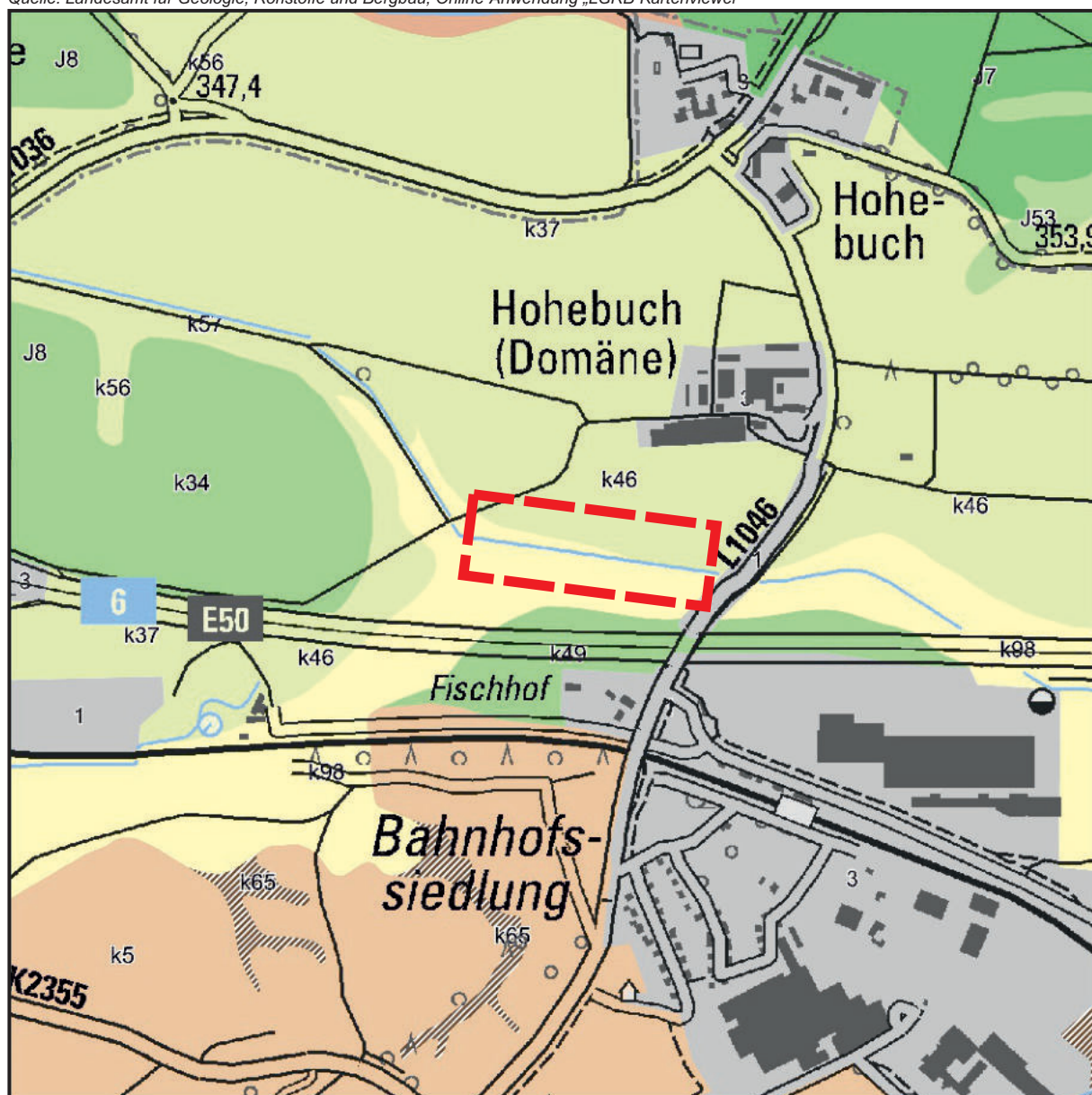
1,00	2,67
1,17	2,83
1,33	3,00
1,50	3,17
1,67	3,33
1,83	3,50
2,00	3,67
2,17	3,83
2,33	4,00
2,50	keine Angabe

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“



- BK50: Standort für naturnahe Vegetation
 GeoLa Boden: Standort für natürliche Vegetation
- keine hohe oder sehr hohe Bewertung!
 - mittel bis hoch
 - hoch
 - hoch bis sehr hoch
 - sehr hoch
 - keine Angabe

Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Online-Anwendung „LGRB-Kartenviewer“



BK50: Erodierbarkeit (K-Faktor)

GeoLa Boden: Erodierbarkeit (K_FAKTOR)

- sehr gering
- sehr gering bis gering
- sehr gering bis mittel
- gering
- gering bis mittel
- gering bis hoch
- mittel
- mittel bis hoch
- mittel bis sehr hoch
- hoch
- hoch bis sehr hoch
- sehr hoch
- sehr hoch bis äußerst hoch
- Grünland oder Wald
- stark wechselnd
- Ortslagen und anthropogen veränderte Flächen

k46 Braunerde-Pelosol-Pseudogley und Pelosol-Braunerde-Pseudogley aus lösslehmhaltiger Fließerde über Gipskeuper-Tonfließerde**Verbreitet auftretende Böden**

Bodenformgruppe	k-S04	
Flächenanteil	60–80 %	
Nutzung	Wald, LN	
Relief	Verebnungen, Mulden und schwach geneigte konkave Hänge	
Bodentyp	Braunerde-Pelosol-Pseudogley und Pelosol-Braunerde-Pseudogley; unter landwirtschaftlicher Nutzung örtlich Pelosol-Pseudogley	
Ausgangsmaterial	lösslehmhaltige Fließerde (Decklage), meist über Tonfließerde (Basislage), auf Ton- und Mergelstein(-zersatz) des Gipskeupers (Grabfeld-Formation)	
Bodenartenprofil	Ut3–Tu3, Gr–fx0–2	2–4 dm
	Tu2–T, Gr–fx2–3	5–9 dm
	Lt2–Tl, Gr4–6; ^t; ^m	
Karbonatführung	oft unterhalb 5–10 dm u. Fl.	
Gründigkeit	mäßig tief, stellenweise mittel tief bis tief, Unterboden schlecht durchwurzelbar	
Waldhumusform	typischer und moderartiger Mull bis typischer Moder	
Humusgehalt	Oberbod. LN	mittel humos bis stark humos
	Unterboden	humusfrei bis sehr schwach humos
Bodenreaktion	LN	schwach sauer bis mittel sauer
	Wald	sehr stark sauer bis stark sauer, im Unterboden stellenweise mittel sauer
Bodenschätzung	LIIa2, LIIIa2, TIIa2, TIIa3, TIIIa2, TIIIa3, TIIb2, TIIb3, LT4V, T5V	
Musterprofile	7022.3	

Begleitböden

untergeordnet Pseudogley-Braunerde-Pelosol, Pseudogley-Pelosol-Braunerde und Pseudogley-Pelosol; in abzugsträgen Lagen vereinzelt Pseudogley (k-S01, Kartiereinheit k43); in Muldentälchen Pseudogley und Kolluvium-Pseudogley aus holozänen Abschwemmassen über tonigem Schwemmsediment (k-S03, Kartiereinheit k45)

Kennwerte

Feldkapazität	gering bis mittel (180–380 mm)
Nutzbare Feldkapazität	gering bis mittel (70–140 mm)
Luftkapazität	mittel, im Unterboden sehr gering bis gering
Wasserdurchlässigkeit	sehr gering bis gering
Sorptionskapazität	mittel bis hoch (140–300 mol/z/m ²)
Erodierbarkeit	mittel bis hoch

Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)

Standort für naturnahe Vegetation	keine hohe oder sehr hohe Bewertung	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit	mittel (2.0)	
Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	LN: gering (1.0)	Wald: mittel (2.0)
Filter und Puffer für Schadstoffe	LN: hoch (3.0)	Wald: hoch (3.0)
Gesamtbewertung	LN: 2.00	Wald: 2.33

Verbreitung und Besonderheiten

verbreitete Kartiereinheit im Gipskeuper-Hügelland am Südrand des Strombergs, in der nördlichen Umrahmung der Backnanger Bucht zwischen Großbottwar und Großaspach sowie im Raum Crailsheim und Satteldorf; verstreute Vorkommen im übrigen Gipskeuper-Gebiet; Unterböden stellenweise durch feinverteilten Humus schwarzgrau gefärbt ("Sumpftön"); örtlich nach Windwurf und Kahlschlag gestörte Böden

k98 Auengley-Brauner Auenboden und Brauner Auenboden-Auengley aus Auenlehm**Verbreitet auftretende Böden**

Bodenformgruppe	k-A09	
Flächenanteil	70–90 %	
Nutzung	Grünland, örtlich Acker	
Relief	ebene Talsohlen im Gipskeupergebiet	
Bodentyp	Auengley-Brauner Auenboden und Brauner Auenboden-Auengley	
Ausgangsmaterial	Auenlehm	
Bodenartenprofil	Tu3;Lt2–3(Lu),Gr0–2	>10 dm
Karbonatführung	karbonatfrei	
Gründigkeit	tief	
Waldhumusform	keine Angabe möglich, da Bodenform nur unter landwirtschaftlicher Nutzung auftritt oder zu den organischen Böden zählt	
Humusgehalt	Oberbod. LN	mittel humos, stellenweise stark humos
	Unterboden	schwach humos
Bodenreaktion	LN	sehr schwach sauer bis mittel sauer
	Wald	keine Angabe möglich, da Bodenformgruppe unter LN bzw. unter Wald nicht auftritt oder pH-Bereich nicht bekannt ist
Bodenschätzung	TIIa3, TIIa2, TIIB2, TIIa3, TIIa2, T5V, LT4V	
Musterprofile	keine Angabe	

Begleitböden

untergeordnet Brauner Auenboden mit Vergleyung im nahen Untergrund und Auengley; vereinzelt Auengley und Anmoorgley mit Torflaggen im Unterboden; selten Auftragsboden über Niedermoor oder Moorgley

Kennwerte

Feldkapazität	mittel bis hoch (360–420 mm)
Nutzbare Feldkapazität	mittel (90–140 mm)
Luftkapazität	mittel, im Unterboden gering
Wasserdurchlässigkeit	gering bis mittel
Sorptionskapazität	sehr hoch (300–330 mol/z/m ²)
Erodierbarkeit	mittel

Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)

Standort für naturnahe Vegetation	keine hohe oder sehr hohe Bewertung	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit	mittel (2.0)	
Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	LN: hoch (3.0)	Wald: sehr hoch (4.0)
Filter und Puffer für Schadstoffe	LN: hoch (3.0)	Wald: hoch (3.0)
Gesamtbewertung	LN: 2.67	Wald: 3.00

Verbreitung und Besonderheiten

mehrere Vorkommen in Bachauen im östlichen Gipskeuper-hügelland sowie am Schichtstufenrand des östlichen Schwäbisch-Fränkischen Walds und der Frankenhöhe

Zustandsgrenzen nach DIN 17892-12

Renaturierung Epbach

Bearbeiter: DS

Datum: 03.07.24

Prüfungsnummer: 33637

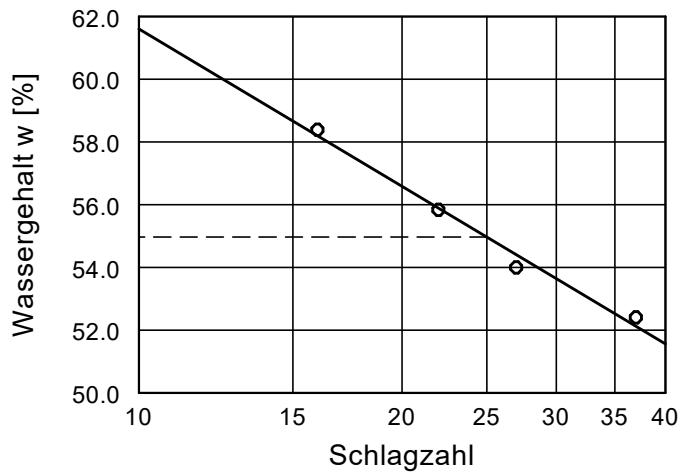
Entnahmestelle: RKS 1

Tiefe: 0,2 - 0,6

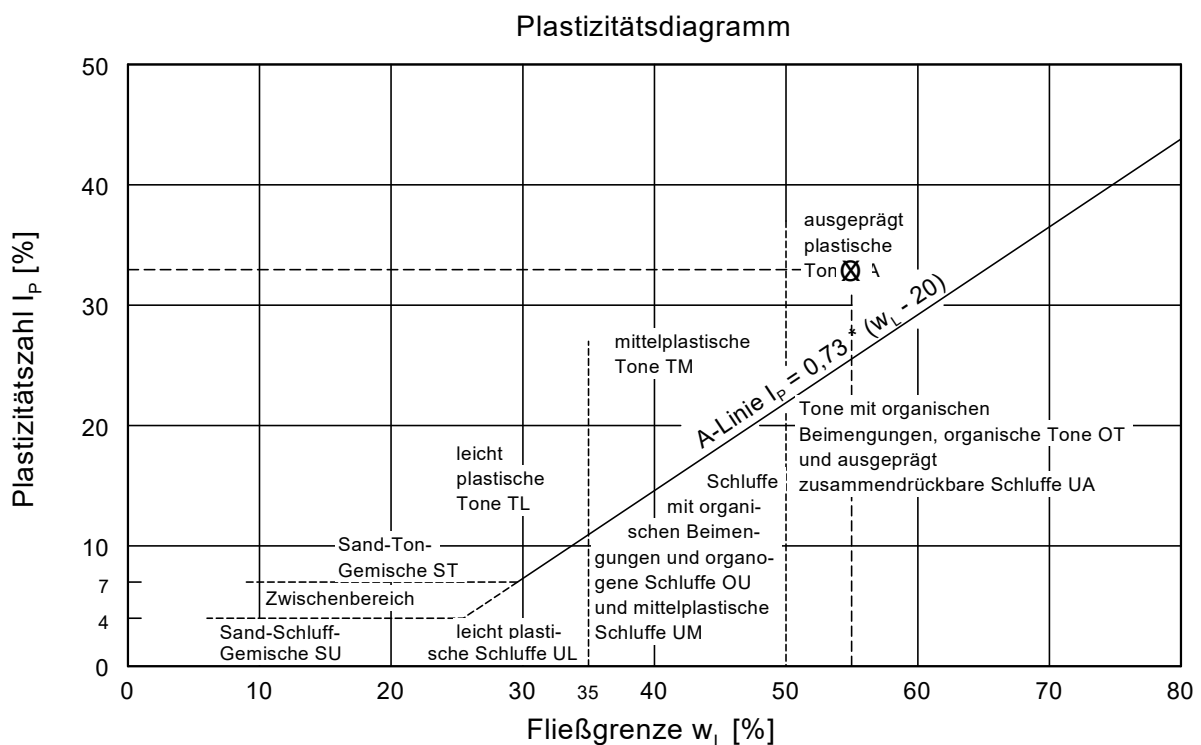
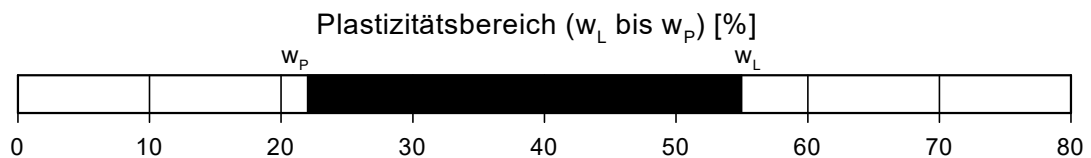
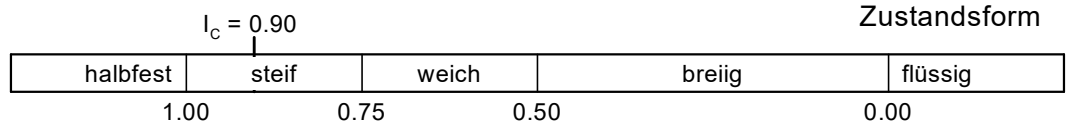
Art der Entnahme: RKS

Bodenart: bindig-feinkörnig

Probe entnommen am: 17.04.24



Wassergehalt $w = 23.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 55.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 22.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 33.0 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.90$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 5.1 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
 Korr. Wassergehalt = 25.2%



Zustandsgrenzen nach DIN 17892-12

Renaturierung Epbach

Bearbeiter: DS

Datum: 03.07.24

Prüfungsnummer: 33637

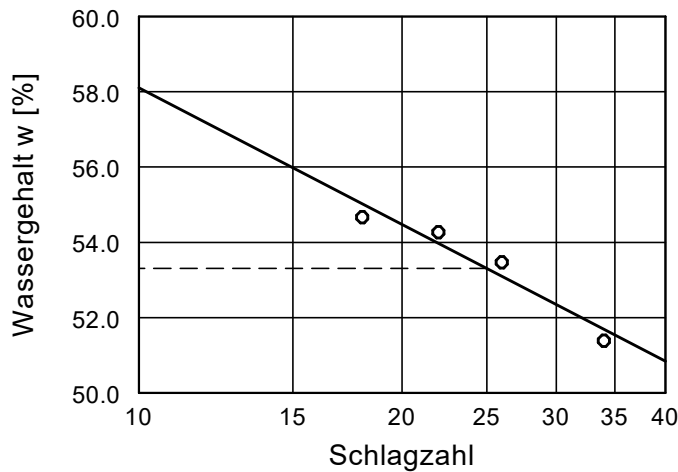
Entnahmestelle: RKS 2

Tiefe: 0,9 - 2,0

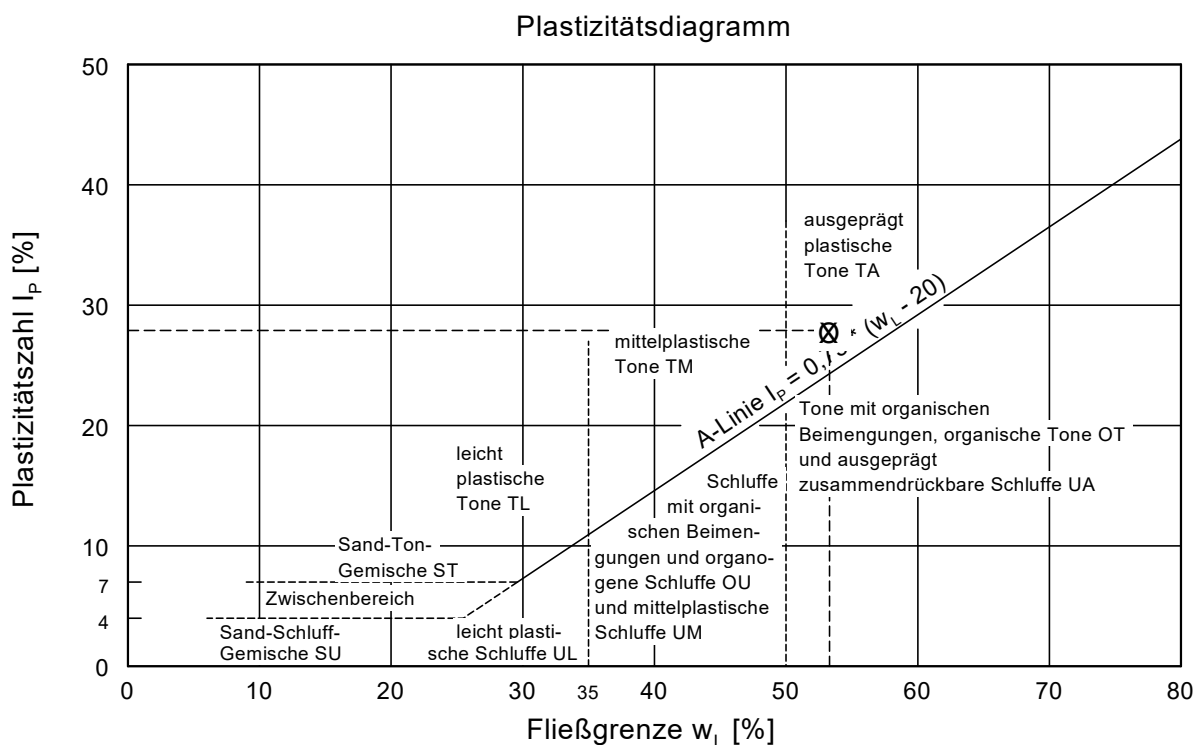
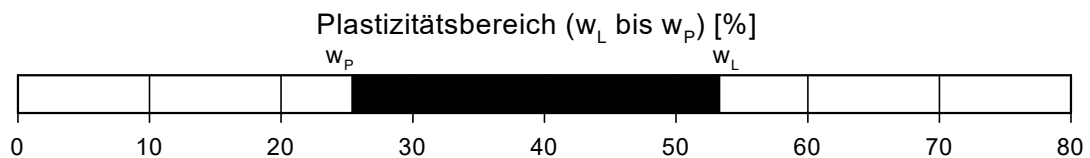
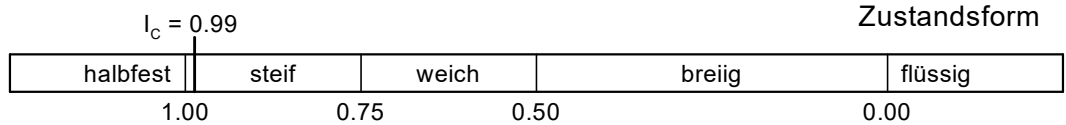
Art der Entnahme: RKS

Bodenart: bindig-feinkörnig

Probe entnommen am: 17.04.24



Wassergehalt $w = 24.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 53.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 25.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 27.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.99$
 Anteil Überkorn $\ddot{u} = 5.3 \%$
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}} = 0.0 \%$
 Korr. Wassergehalt = 25.8%



Zustandsgrenzen nach DIN 17892-12

Renaturierung Epbach

Bearbeiter: DS

Datum: 03.07.24

Prüfungsnummer: 33637

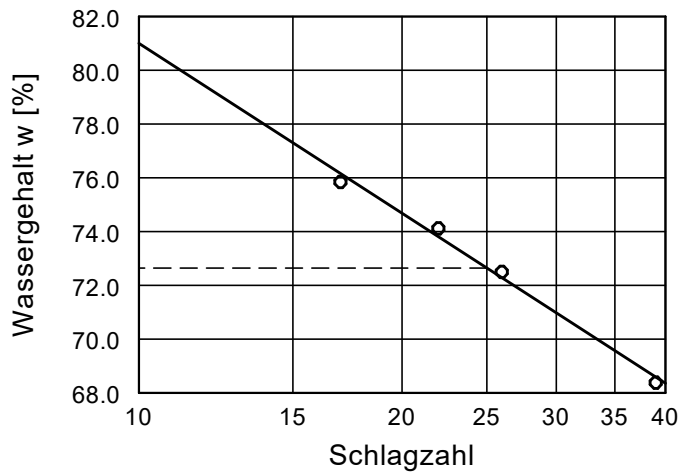
Entnahmestelle: RKS 3

Tiefe: 0,35 - 2,0

Art der Entnahme: RKS

Bodenart: bindig-feinkörnig

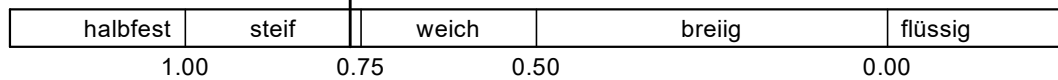
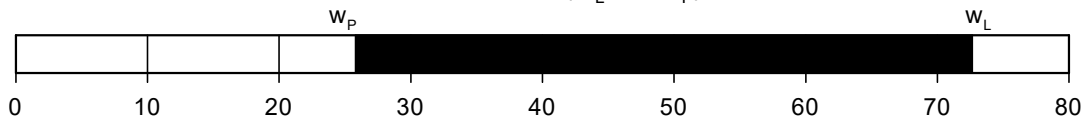
Probe entnommen am: 17.04.24



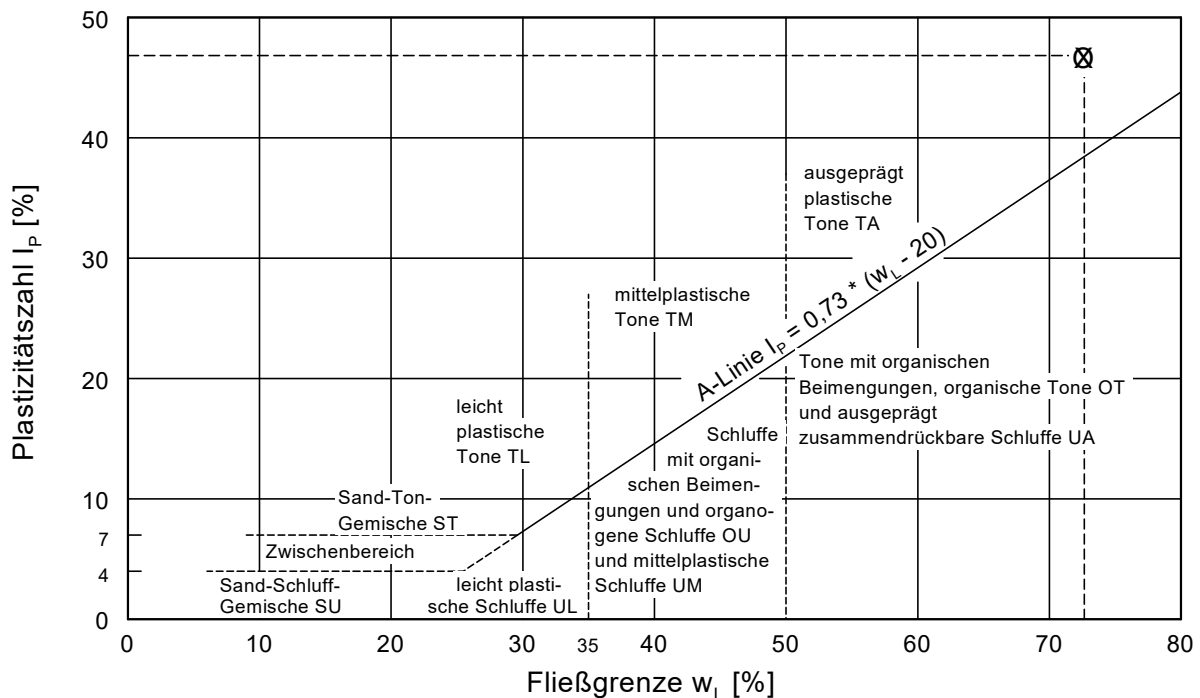
Wassergehalt w =	35.2 %
Fließgrenze w_L =	72.6 %
Ausrollgrenze w_p =	25.8 %
Plastizitätszahl I_p =	46.8 %
Konsistenzzahl I_c =	0.77
Anteil Überkorn \ddot{u} =	4.3 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	0.0 %
Korr. Wassergehalt =	36.8 %

$$I_C = 0.77$$

Zustandsform

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 17892-12

Renaturierung Epbach

Bearbeiter: DS

Datum: 03.07.24

Prüfungsnummer: 33637

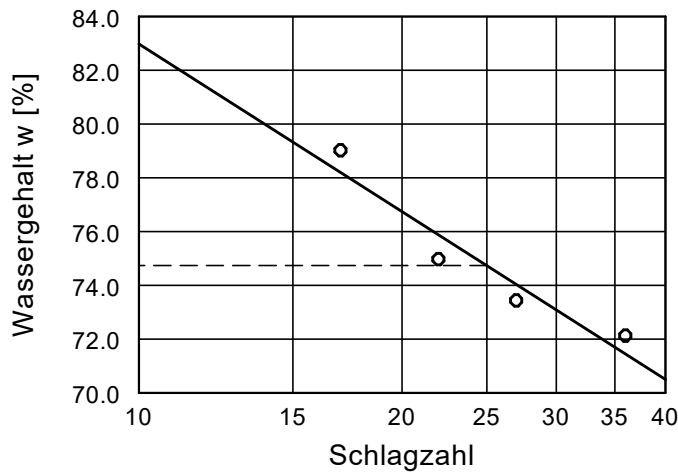
Entnahmestelle: RKS 4

Tiefe: 0,5 - 2,0

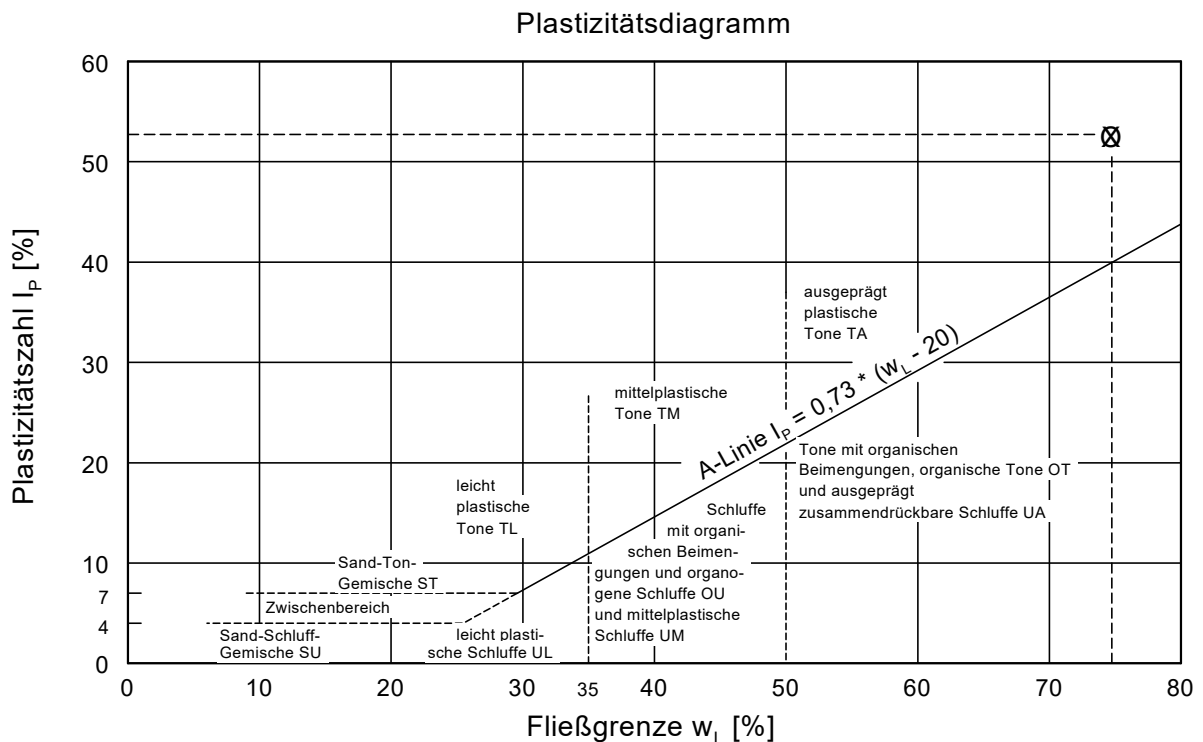
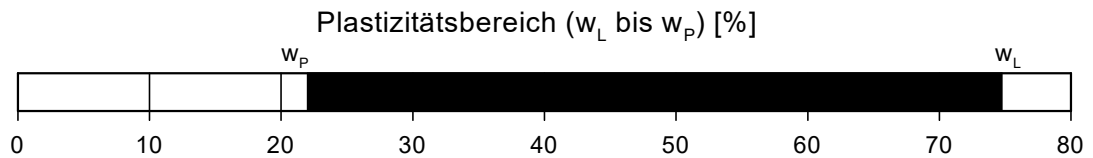
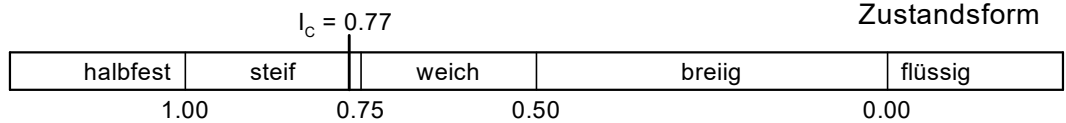
Art der Entnahme: RKS

Bodenart: bindig-feinkörnig

Probe entnommen am: 17.04.24



Wassergehalt w = 30.9 %
 Fließgrenze w_L = 74.7 %
 Ausrollgrenze w_P = 22.0 %
 Plastizitätszahl I_P = 52.7 %
 Konsistenzzahl I_C = 0.77
 Anteil Überkorn \ddot{u} = 9.9 %
 Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ = 0.0 %
 Korr. Wassergehalt = 34.3 %



Institut für Baustoffprüfung GmbH

Bössingerstr. 23

74 243 Langenbrettach

fon: 07946-944980 fax: 07946-9449810

Bearbeiter: DS

Datum: 03.07.24

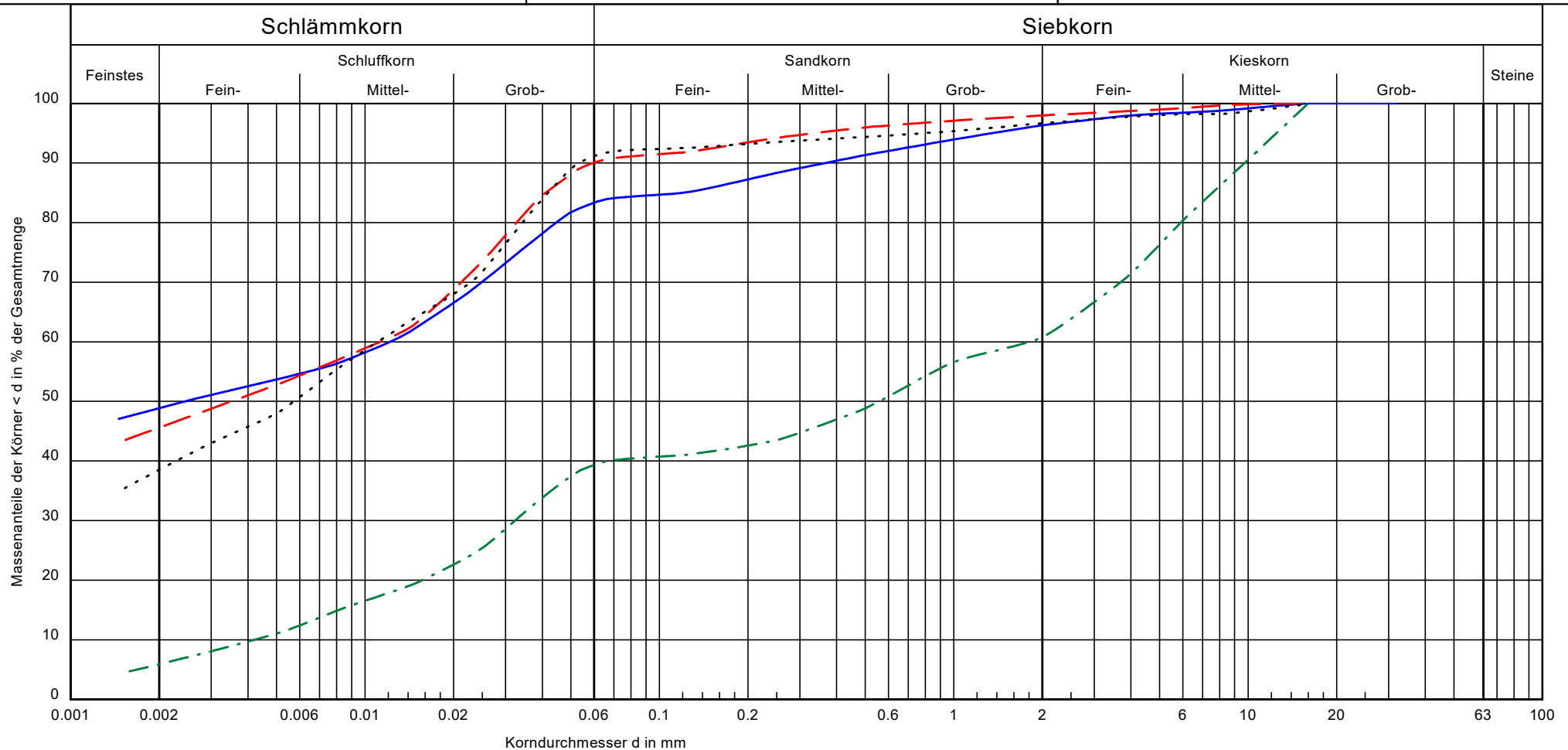
Körnungslinie

Renaturierung Epbach

Prüfungsnummer: 33637

Probe entnommen am: 17.04.24

Probe entnommen durch: Zä



Bezeichnung:	RKS 4	RKS 3	RKS 2	RKS 1	Bemerkungen:	Bericht: 33637 Anlage:
Bodenart:	0,5 - 2,0	0,35 - 2,0	0,9 - 2,0	0,6 - 1,0		
	—	- - - -	- . - . -		
T/U/S/G [%]:	48.9/34.8/12.7/3.7	45.6/44.8/7.6/2.0	38.5/53.0/5.1/3.3	5.9/33.8/21.1/39.2		