

---

**Erschließung des Baugebiets „Lange Morgen II“ in Reutlingen-Sickenhausen**  
**Geotechnisches Gutachten**

---

**Auftraggeber: Neue BWS GmbH**  
**Marktplatz 22**

**72764 Reutlingen**

**Projektnummer: 22 R 006.2**

---

**Reutlingen, den 28.04.2022**

## INHALTSVERZEICHNIS

1. Vorbemerkungen .....	4
2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse.....	4
3. Durchgeführte Untersuchungen .....	5
4. Untersuchungsergebnisse.....	7
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes .....	7
4.2 Hydrogeologische Verhältnisse .....	9
4.3 Bodenmechanische Laborversuche.....	9
4.4 Homogenbereiche nach VOB/C .....	10
5. Tragfähigkeit des Untergrundes .....	11
6. Hinweise zum Leitungstiefbau / Kanalbau.....	12
6.1 Aushub von Leitungsräben .....	12
6.2 Rohrauftragung.....	13
6.3 Angaben zur Grabenverfüllung.....	14
7. Hinweise für den Straßenbau .....	15
8. Abfalltechnische Bewertung .....	17
8.1 Asphaltmaterial.....	17
8.2 Straßenunterbau „Am Bildstöckle“ .....	18
8.3 Anstehende Böden.....	19
9. Bodenmechanische Kennwerte für Erdstatische Berechnungen .....	21
10. Ergebnisse des Versickerungsversuchs.....	21
11. Schlussbemerkungen.....	22

## ABBILDUNGS- und TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3.1: Zusammenstellung der Asphalt-, Boden- und Bodenmischproben mit Untersuchungsumfang.....	6
Tab. 4.1: Liegendgrenze künstliche Auffüllungen in RKS 1 und RKS 2.....	7
Tab. 4.2: Tiefenlage der Untergrenze Lößlehm bzw. Verwitterungslehm .....	8
Tab. 4.3: Kennwerte Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18 122) .....	9
Tab. 4.4: Homogenbereiche nach DIN 18 300 (Erdarbeiten).....	10
Abb. 6.1: Bettung Typ 1 (nach DIN EN 1610, Bild 3).....	13
Tab. 8.1: Analysenergebnisse Asphaltproben und Zuordnung nach RC-Erlass B-W.....	17
Tab. 8.2: Analysenergebnisse Bodenproben und Zuordnung nach VwV Boden.....	19
Tab. 8.3: Analysenergebnisse Bodenmischproben und Zuordnung nach VwV Boden .....	20
Tab. 9.1: Bodenmechanische Kennwerte.....	21
Tab. 10.1: Ergebnisse des Versickerungsversuchs.....	21

**ANLAGEN**

- Anlage 1: Übersichtslageplan, Maßstab 1:25.000
- Anlage 2: Lage der Schürfgruben und Rammkernsondierungen, Maßstab 1 : 1.000
- Anlage 3: Bohrprofile der Schürfgruben und Rammkernsondierungen
- Anlage 4: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
- Anlage 5: Auswertung des Versickerungsversuchs
- Anlage 6: Analysenergebnisse, BVU GmbH, Markt Rettenbach

## 1. Vorbemerkungen

Die Stadtentwässerung Reutlingen plant die Erweiterung des Industriegebiets "Lange Morgen II" in Reutlingen-Sickenhausen. Für die Planung der Erschließungs- und Tiefbaumaßnahmen waren die Untergrundverhältnisse gemäß der Angebotsanfrage vom 09.02.2022 zu erkunden und eine Beurteilung im Hinblick auf die Erschließung vorzunehmen.

Die geoplan GmbH wurde auf Grundlage des Angebotes mit der Nummer 22 R 006.2 vom 28.02.2022 von der Neue BWS GmbH mit der Durchführung der notwendigen Erkundungsmaßnahmen beauftragt. Zur Bearbeitung standen folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Hermann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG: Erweiterung Industriegebiet, Lange Morgen II, Lage Schürfgruben, Maßstab 1:500 im pdf-Format
- Hermann und Mang Ingenieure GmbH & Co. KG: Erschließung Lange Morgen II, Leitungen Vorentwurf, Maßstab 1:500 im pdf-Format
- Kanalauskunft aus dem Kanalkataster der Stadtentwässerung Reutlingen (SER) - Kanalbestand, Maßstab 1:500 im pdf-Format

Die Lage der für die Baugrunderkundung erforderlichen Schürfgruben wurde durch die Stadtentwässerung Reutlingen (SER) vorgegeben. Die Bohransatzpunkte der Sondierbohrungen und Asphaltprobenahmestellen wurden im Rahmen eines Vor Ort-Termins am 29.03.2022 gemeinsam mit Herr Altstädt, SER, Herrn Kapfer, Hermann und Mang Ingenieure sowie dem Bezirksbürgermeister Herrn Zeeb festgelegt. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dieser Ortsbegehung sowie unter Berücksichtigung der vorgenannten Unterlagen und aufbauend auf den Ergebnissen aus den durchgeführten Bodenaufschlüssen wurde der vorliegende Bericht erstellt.

## 2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse

Das geplante Baugebiet Lange Morgen II befindet sich am westlichen Ortsrand des Reutlinger Stadtteils Sickenhausen, ca. 300 m westlich des Ortszentrums und wird im Norden und Osten durch die Straßen „Am Bildstöckle“ und „Am Hagenbeck“ begrenzt. Im Süden schließt sich das Industriegebiet Lange Morgen an. Am westlichen Rand des Baugebiets verläuft die Kreisstraße K 6910, die von Sickenhausen nach Kirchentellinsfurt führt.

Im geplanten Baugebiet fällt das Gelände von ca. 404 m ü. NN im Bereich der K 6910 im Westen auf ca. 398 m in der Straße „Am Hagenbeck“ im Osten ab. Das Gebiet wird derzeit noch landwirtschaftlich genutzt.

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet wird nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt Metzingen (Blatt 7421) sowie der geologischen Übersichtskarte des LGRB von quartären Lößlehmen (Lol) aufgebaut. Darunter folgen Verwitterungslehme und zur Tiefe hin die Schichten der Angulatensandstein-Formation (juAS; alte Bezeichnung: Lias  $\alpha_2$ ). Dabei handelt es sich um braune Tonmergel- und Tonsteine im Wechsel mit Sandstein- und Kalksandsteinbänken. Die Schichten des Lias  $\alpha$  können lokal Mächtigkeiten von 20 m bis 30 m einnehmen. Die sandigen Tonsteine und Sandsteinbänke stellen einen lokalen Kluftgrundwasserleiter dar, der jedoch meist gering ergiebig ist.

### 3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur direkten Erkundung des Untergrundes kamen am 29.03.2022 im Untersuchungsgebiet insgesamt 4 Schürfguben (SG 1 bis SG 4) mittels eines Radbaggers bis in Tiefen zwischen 4,5 m und 4,9 m u. GOK (unter Geländeoberkante) zur Ausführung. Am 30.03.2022 wurden außerdem die Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 3 durchgeführt, die bis in Tiefen zwischen 3,5 m und 4,5 m u. GOK reichten. Darüber hinaus wurden an den Bohransatzpunkten von RKS 1 und RKS 2, im westlichen und zentralen Abschnitt der Straße „Am Bildstöckle“ die Asphaltproben As 1 und As 2 entnommen. Eine weitere Asphaltprobenahme As 3 kam im westlichen Teil der der Straße „Am Bildstöckle“ zur Ausführung (siehe Anlage 2).

Das Bohrloch der Sondierbohrung RKS 3 wurde im Anschluss an die Bohrarbeiten zur temporären 1,25“-Grundwassermessstelle ausgebaut. Dabei wurde die Filterstrecke im Tiefenbereich von 2,5 m bis 3,5 m u. GOK eingebracht. In diesem Pegel wurde direkt anschließend ein Sickerversuch zur Abschätzung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden durchgeführt. Nach Beendigung des Sickerversuchs wurde der Pegel wieder entfernt und das Bohrloch verschlossen.

Die in den Rammkernsondierungen und Schürfguben angetroffenen Schichten wurden geologisch und bodenmechanisch klassifiziert und aufgenommen. Die Bohrprofile sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Aus dem geförderten Bohrgut wurden meterweise Bodenproben entnommen. An zwei charakteristischen Bodenproben (SG 2 B 1,6 und SG 3 B 2,6) wurden im Labor bodenmechanische Untersuchungen (Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122 T1) durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Laborversuche wurden zur genaueren Klassifizierung der Böden hinsichtlich der Einteilung in Homogenbereiche (siehe Kap. 4.4) sowie zur Festlegung der Bodenkennwerte (siehe Kap. 9) herangezogen.

Zur Klärung, ob das bei den künftigen Erdarbeiten im Baugebiet anfallende Aushubmaterial möglicherweise einer gesonderten Verwertung/Entsorgung zuzuführen ist, wurden Bodenmischproben mit Einzelproben aus den Schürftgruben und aus den Sondierbohrungen zusammengestellt. Dazu wurde das Erschließungsgebiet in 3 Bereiche (Südwest, Südost und Nordwest) unterteilt (siehe Tab. 3.1). Nachdem die entnommenen Asphaltproben teilweise einen deutlichen Teergeruch aufwiesen wurden außerdem Einzelproben aus den Sondierungen RKS 1 und RKS 2 aus dem Tiefenbereich des körnigen Straßenunterbaus der Fahrbahn zur Untersuchung auf PAK herangezogen.

Insgesamt wurden 3 Bodenmischproben zur laboranalytischen Untersuchung auf die Parameter nach der VwV Boden<sup>1</sup> erstellt. Die Zusammenstellung der Bodenmischproben geht aus der Tabelle 3.1 hervor.

Tab. 3.1: Zusammenstellung der Asphalt-, Boden- und Bodenmischproben mit Untersuchungsumfang

Probenbez.	Zusammenstellung Mischproben	Untersuchungsparameter
As 1 As 2 As 3	EP EP EP	PAK PAK PAK
RKS 1 B 0,2-1,0 RKS 2 B 0,1-0,4	EP EP	PAK PAK
BO-Südwest-MP 1	SG 1 B 0,7, SG 1 B 1,4, SG 1 B 2,3, SG 1 B 3,1, SG 1 B 4,0, SG 2 B 0,8, SG 2 B 2,5 und SG 2 B 3,3	VwV Boden
BO-Südost-MP 2	SG 3 B 0,9, SG 3 B 1,8, SG 3 B 3,4, SG 3 B 3,9, SG 4 B 0,8, SG 4 B 1,6, SG 4 B 3,0 und SG 4 B 4,1	VwV Boden
BO-Nordost-MP 3	RKS 1 B 1,1-1,9, RKS 1 B 2,0-2,5, RKS 1 B 2,9-3,4, RKS 2 B 0,5-1,0, RKS 2 B 1,2-2,2, RKS 2 B 2,2-3,0, RKS 2 B 3,2-3,6, RKS 2 B 3,6-4,4, RKS 3 B 0,4-1,0, RKS 3 B 1,1-3,0 und RKS 3 B 3,0-3,5	VwV Boden

EP = Einzelprobe, MP = Mischprobe

Die Lage aller Untersuchungspunkte ist aus dem Lageplan (Anlage 2) ersichtlich. Das Einmessen der Bohransatzpunkte der Sondierbohrungen sowie der Schürftgruben nach Lage und Höhe erfolgte durch die Stadt Reutlingen.

<sup>1</sup> VwV Boden: „Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ vom 14.03.2007, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg

## 4. Untersuchungsergebnisse

### 4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

In den durchgeführten Bodenaufschlüssen wurde die nachfolgend beschriebene Schichtabfolge erschlossen:

#### Oberboden

Zuoberst wurde in den Schürfgruben sowie in der Sondierbohrung RKS 3 ein 0,2 m bis 0,4 m mächtiger, humoser, brauner bis graubrauner, sandiger Oberboden mit einer weichen Konsistenz angetroffen.

#### Künstliche Auffüllungen

In den Sondierungen RKS 1 und RKS 2 folgte unter der Asphaltdecke, die eine Einbaustärke von 10 cm aufwies zunächst künstliches Auffüllmaterial. Dabei handelte es sich um das körnige Unterbaumaterial der Straßenbefestigung, welches bis in Tiefen zwischen 1,1 m u. GOK in RKS 1 und 0,4 m u. GOK in RKS 2 reichte. Dieser sandige und schluffige Kies wies eine überwiegend mitteldichte bis dichte, teilweise auch dichte Lagerung auf und zeigte in RKS 2 einen deutlichen Teergeruch (siehe Anlage 3).

In der Sondierbohrung RKS 3 sowie in den Schürfgruben wurden generell ausschließlich natürlich anstehende Böden angetroffen. In der Tabelle 4.1 sind die Untergrenzen der künstlichen Auffüllungen in den Sondierbohrungen RKS 1 und RKS 2 dargestellt.

Tab. 4.1: Liegendgrenze künstliche Auffüllungen in RKS 1 und RKS 2

Aufschluss-Nr.	NN-Höhe [m ü. NN]	Liegendgrenze künstliche Auffüllungen	
		in m u. GOK	in m ü. NN
RKS 1	399,20	1,1	398,10
RKS 2	402,35	0,4	401,95

#### Quartäre Lößlehme (Lol) und Verwitterungslehme

Unter dem Oberboden bzw. den künstlichen Auffüllungen in RKS 1 und RKS 2 folgten im gesamten Untersuchungsbereich quartäre Lößlehme. Dabei handelte es sich überwiegend um

orangebraune bis ockerfarbene, stark feinsandige Schluffe mit unterschiedlichen Tonanteilen. Die Lößlehme wiesen eine meist weiche bis steife, stellenweise auch steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Dies bestätigten auch die Laborversuche mit den Proben SG 2 B 1,6 und SG 3 B 2,6. Danach sind die untersuchten Bodenproben mit einer steifen bzw. halbfesten Konsistenz nach DIN 18 196 den Bodengruppen TM/UM (mittelplastische Tone/Schluffe) bzw. TA/UA (ausgeprägt plastische Tone/Schluffe) zuzuordnen (siehe Anlage 4).

Zur Tiefe hin gehen die quartären Lößlehme ohne scharfe Grenze mit einem zunehmendem Tongehalt in die Verwitterungslehme des Lias  $\alpha$  (juAS) über.

In der Tabelle 4.2 sind die Untergrenzen der quartären Löß- und Verwitterungslehme, die der Obergrenze der Angulatensandstein-Formation entsprechen, in den Sondierbohrungen dargestellt.

Tab. 4.2: Tiefenlage der Untergrenze Lößlehm bzw. Verwitterungslehm

Aufschluss-Nr.	NN-Höhe [m ü. NN]	Untergrenze Lößlehm (entspricht Oberkante juAS)	
		in m u. GOK	in m ü. NN
RKS 1	399,20	3,4	395,80
RKS 2	402,35	3,6	398,75
RKS 3	402,31	_*1	_*1
SG 1	403,85	3,1	400,75
SG 2	401,94	3,5	398,44
SG 3	401,68	3,6	398,08
SG 4	398,72	2,9	395,82

\*1 Untergrenze der Lößlehme nicht erreicht

### Angulatensandstein-Formation (juAS)

Im Liegenden der quartären Böden folgten in allen Bodenaufschlüssen die vollständig verwitterten Schichten der Angulatensandstein-Formation (juAS). Dabei handelt es sich um sandige Tone und Tonsteine, die plattige Sandsteinstücke führen.

An den Endtiefen der Sondierbohrungen RKS 1 und RKS 2 war aufgrund der zunehmenden Festigkeit der unterlagernden Schichten kein weiterer Rammfortschritt mehr zu erzielen.

## 4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Während der Aufschlussarbeiten wurden in den Schürftgruben und Sondierbohrungen keine direkten Wasserzutritte festgestellt.

Generell bilden die Schichten der Angulatensandstein-Formation, juAS (ehem. Lias  $\alpha_2$ ) einen schichtigen Kluffgrundwasserleiter, in dem das Grundwasser auf einzelne Zonen erhöhter Durchlässigkeit konzentriert ist. Die vertikale Durchlässigkeit der Lias-Schichten ist hierbei im Allgemeinen wesentlich geringer als die in horizontaler Richtung. Grundwasserleitende Schichten sind in erster Linie die harten, klüftigen Sandsteine. Der Grundwasserspiegel unterliegt jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen. Der höchste Grundwasserstand ist uns nicht bekannt, er könnte nur durch langjährige Pegelmessungen zutreffend ermittelt werden. Es ist davon auszugehen, dass das Grundwasser mit geringer Ergiebigkeit im Festgesteinsuntergrund ab Tiefen von ca. 6-10 m zirkuliert.

In Abhängigkeit von Jahreszeit und Witterungsverlauf muss zudem auch oberhalb des zusammenhängenden Grundwasserspiegels - insbesondere nach stärkeren Niederschlägen - mit gelegentlichen Schicht- und Sickerwasserführungen bzw. Staunässe gerechnet werden.

## 4.3 Bodenmechanische Laborversuche

Nach den durchgeführten Laborversuchen (siehe Anlage 4) sind die teils sandigen Schluffe und Tone der quartären Lößlehme, die in den Bodenaufschlüssen direkt unter dem Oberboden anzutreffen waren, entsprechend den Kriterien der DIN 18 196, in die Bodengruppe TM (mittelplastische Tone) bzw. UM (mittelplastische Schluffe) einzustufen (Probe SG 2 B 1,6). Mit zur Tiefe hin zunehmendem Anteil an Verwitterungslehm (Lias  $\alpha$ ) in den quartären Böden (Probe SG 3 B 2,6) entsprechen diese den Bodengruppen TA (ausgeprägt plastische Tone) bzw. UA (ausgeprägt plastische Schluffe).

Die bei den Versuchen (Ermittlung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18 122) ermittelten Kennwerte sind der Tabelle 4.3 zu entnehmen.

Tab. 4.3: Kennwerte Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18 122)

Probe	Einheit	Wassergehalt $W_n$ [%]	Plastizitätszahl $I_p$	Konsistenzzahl $I_c$	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18 196
SG 2 B 1,6	Lol	21,6	22,8	0,97	steif	TM / UM
SG 3 B 2,6	Lol / VL	22,6	32,8	1,05	halfest	TA / UA

#### 4.4 Homogenbereiche nach VOB/C

Die untersuchten aufgefüllten und natürlichen Schichten wurden in Homogenbereiche nach der neuen VOB/C, August 2015 gegliedert. Diese sind in der unten stehenden Tabelle 4.4 dargestellt. Die Tabelle ist für die geplanten Bauleistungen nach ATV DIN 18 300 (Erdarbeiten) angegeben, die Kennwertlisten zur Klassifizierung von Homogenbereichen enthalten.

Zusätzlich werden noch die Bodenklassen der alten ATV DIN 18 300 angegeben. Gegenüber den stichprobenartig festgestellten Verhältnissen und deren Beschreibung in Kap. 4.1 sowie in der Anlage 3 wurden bei den Homogenbereichen zusätzliche Bodengruppen und -eigenschaften hinzugefügt, deren Auftreten erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden kann. Werte und Angaben, die in der Tabelle 4.4 in Klammern () stehen, sind Eigenschaften, die unwahrscheinlicher sind und bei der Erkundung nicht gemessen oder beobachtet wurden.

Die aufgestellten Parameter der Homogenbereiche gelten nicht für die Fälle von witterungsbedingtem Aufweichen oder Frosteinwirkungen auf dem Erdplanum oder auf Zwischenlagern. Damit die Bodeneigenschaften, wie z.B. Konsistenz oder Feinkornanteil, wie am Herkunftsort erhalten bleiben, muss der Boden - z.B. durch das Abdecken von Haufwerken - gegen Witterungseinflüsse geschützt werden.

Tab. 4.4: Homogenbereiche nach DIN 18 300 (Erdarbeiten)

Homogenbereich	A	B	C
<b>Boden</b>	<b>Auffüllung, körnig</b>	<b>Lößlehme (Quartär)</b>	<b>Verwitterungslehme</b>
Korngrößenverteilung (DIN 18123)	grob- und gemischtkörniger Boden	feinkörniger Boden	fein- und gemischtkörniger Boden
Bodengruppe DIN18196	[UL], [UM], [TL], [TM], [GU], [GW], [SW]	UL, UM, TL, TM, TA, SU, ST	UM, TM, TA, SU, ST, GU, GU*, GT, GT*
Stein- und Blockanteile (DIN EN ISO 14688-1)	> 5 % möglich	< 5 %	> 5 % möglich
Bodenklasse nach DIN18300	3 und 4, (5)	3 und 4, (5)	5 und 6
Konsistenz	k.A.	weich bis steif (halbfest)	steif bis halbfest
Lagerungsdichte	mitteldicht bis dicht	k.A.	k.A.
Wassergehalt [%]	10-20	20-30	15-25
Wichte [kN/m <sup>3</sup> ]	18,0-23,0	17,0-20,0	19,0-22,0
Undrained Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0-100	15-100
Plastizitätszahl $I_p$	k.A.	10-35	25-45

Homogenbereich	A	B	C
<b>Boden</b>	<b>Auffüllung, körnig</b>	<b>Lößlehme (Quartär)</b>	<b>Verwitterungslehme</b>
Organischer Anteil DIN 18128 [Gew. %]	<5,0	>5,0 möglich	<5,0
Homogenbereich		E	
<b>Gesteinsart</b>		<b>Tonstein, Sandstein</b>	
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1		Tonstein im Wechsel mit Sandsteinbänken	
Bodenklasse alte DIN18300		(5), 6, 7	
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 [g/cm <sup>3</sup> ]		2,1-2,7	
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689 – 1		Veränderlich Verwitterungsgrad: stark bis vollständig verwittert	
Einaxiale Druckfestigkeit [MN/m <sup>2</sup> ]		5-150	
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform DIN EN ISO 14689-1		Schichtfallen: söhlige Lagerung Fallwinkel: 0-10° Trennflächenabstand: Schichtung ca. 1-10 mm Bankung ca. 20 bis 40 mm Klüftung: unregelmäßig Gesteinskörper: tafelförmig, prismatisch	

## 5. Tragfähigkeit des Untergrundes

Die **quartären Lößlehme** sind, bedingt durch ihre teilweise weiche Konsistenz in unterschiedlichem Maße zusammendrückbar. Auch unabhängig von äußeren Lasten können in solchen Böden sog. Eigensetzungen auftreten, deren Ursachen in folgenden Vorgängen liegen können: Eigengewicht, Kornumlagerungsvorgänge, Veränderungen der Lagerungsdichte bei Erschütterungen bzw. Erdbeben und Schrumpfungen durch Austrocknung. Die Lößlehme sind deshalb als Lastabtragungshorizont nicht geeignet.

Die darunter folgenden **Verwitterungslehme** stellen einen zwar tragfähigen, jedoch relativ kompressiblen Boden dar. Allgemein ist die Kompressibilität eines bindigen Bodens umso größer, je höher seine Plastizitätszahl ( $I_p$ ) und sein natürlicher Wassergehalt ( $w_n$ ) bzw. je geringer seine Konsistenzzahl ( $I_c$ ) ist. Aufgrund der vorwiegend steifen bis halbfesten Konsistenz dieser Böden sind diese als kompressibel einzustufen und somit bei größeren Lasten zur Lastabtragung nicht geeignet.

Für die plastisch aufgewitterten Schichten der **Angulatsandstein-Formation** (vollständig verwittert) gelten prinzipiell dieselben Überlegungen wie für die bindigen Verwitterungslehme. Aber aufgrund der überwiegend halbfesten bis festen Konsistenz und der größeren Vorbelastung sind diese Böden geringer kompressibel und somit besser belastbar.

Die darunter folgenden festen, harten Ton- und Sandsteine der **Angulatsandstein-Formation**

besitzen eine geringe Zusammendrückbarkeit und sind als gut tragfähiger Baugrund einzustufen. Allgemein ist eine weitere Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften mit zunehmender Tiefe und abnehmendem Verwitterungsgrad zu erwarten.

## **6. Hinweise zum Leitungstiefbau / Kanalbau**

Angaben zu den geplanten Kanal- und Versorgungsleitungen im Baugebiet liegen bisher nur als Entwurfsplanung vor. Die folgenden Aussagen sind somit als allgemeine Hinweise zu verstehen, die sich ausschließlich auf die Vor-Ort erkundeten Untergrundverhältnisse beziehen.

### **6.1 Aushub von Leitungsgräben**

In den Ton- und Sandsteinen der Angulatensandstein-Formation, juAS (ehem. Lias  $\alpha_2$ ) kann voraussichtlich bereichsweise keine ebenflächige Grabensohle hergestellt werden, da sich die Tonsteine und Sandsteinbänke nur an Klüften bzw. vorgegebenen Schichtflächen lösen lassen. Der unvermeidbare Mehraushub muss mit dem Material der Rohrbettung ausgeglichen werden. Die entsprechenden Massen des Aushubs und des körnigen Materials sollten daher in der Ausschreibung großzügig veranschlagt werden. Außerdem sollten die felsartig festen Böden (Felsklasse 6 und 7 nach DIN 18 300) zur Verringerung der Lärm- und Erschütterungsemission schonend gelöst werden.

Da die anstehenden, bindigen Schichten (Löß- und Verwitterungslehme sowie vollständig verwitterte Tonsteine) bei Wasserzutritten relativ schnell aufweichen, muss beim Anlegen einer Grabensohle in diesen Böden eine Durchfeuchtung durch geeignete Maßnahmen verhindert werden (z.B. abschnittsweises Ausheben und Belassen einer Schutzschicht). Außerdem ist mit gerader Schneide zu arbeiten, um Auflockerungen an der Grabensohle zu vermeiden.

Beim Aushub der Kanalgräben kann in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen, bereichsweise Schichtwasser und zeitweise auch Niederschlagwasser anfallen. Grundwasserzutritte sind nach den durchgeführten Bodenaufschlüssen nicht zu erwarten, können aber insbesondere unterhalb der erreichten Aufschlußtiefen nicht ausgeschlossen werden. Zur Ableitung des Wassers sind entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen (offene Wasserhaltung) erforderlich. Hierbei kann das anfallende Wasser an der Grabensohle gesammelt, und über Pumpensümpfe abgeleitet werden.

## 6.2 Rohrauf Lagerung

Im Bereich bindiger Böden von mindestens steifer Konsistenz bzw. bei körnigen Böden mit mitteldichter Lagerung genügt es, eine Schutzschicht nach DIN EN 1610 Typ 1 als Rohrbettung einzubringen. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) beträgt hier üblicherweise 100 mm (Mindestwert). Die Dicke (b) der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen. Die Dicke (a) stellt einen Mindestwert dar. Bei felsartig festen Böden an den Grabensohlen können Lastkonzentrationen auftreten. Um die Gefahr von Schäden und Setzungen zu reduzieren sollte das Sand-Feinkies-Auflager unter der Leitungssohle in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser mit einer Dicke von  $a=10 \text{ cm} + 1/10 \text{ DN}$  jedoch mindestens 30 cm, ausgeführt werden.

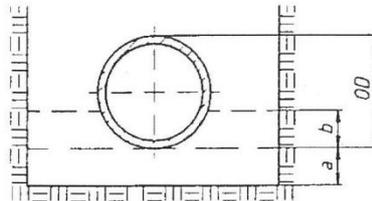


Abb. 6.1: Bettung Typ 1 (nach DIN EN 1610, Bild 3)

Nach der DIN EN 1610 sind die Leitungsgräben während des Rohreinbaus und Verdichtens trocken zu halten und die Sohle vor Aufweichungen zu schützen. Aufgeweichte Bereiche sind auszubauen und durch die Bettungsschicht zu ersetzen. Das Material ist mit einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100 \%$  einzubauen. Für die Rohrbettung kommen prinzipiell alle grobkörnigen Mineralstoff-Gemische in Frage, die den Anforderungen nach der DIN EN 1610 Abschnitt 5.3 entsprechen und deren Größtkorn 22 mm (bei  $DN \leq 200$ ) bzw. 40 mm (bei  $DN > 200$  bis  $DN \leq 600$ ) nicht überschreitet.

Weiche Lagen an den Grabensohlen, die in Abhängigkeit von den Sohl-tiefen der geplanten Kanäle nicht auszuschließen sind, müssen ausgeräumt und durch das Material der Rohrbettung ersetzt werden. Locker gelagertes, körniges Material ist entsprechend zu verdichten. Bei einer größeren Dicke der Weichschichten empfehlen wir, einen Bodenaustausch durchzuführen. Als Austauschmaterial kommt in erster Linie ein Schotter-Splitt-Gemisch der Kornabstufung 0/56 in Betracht. Die maximal erforderliche Dicke des Bodenaustausches kann nach der Beziehung

$$D \approx 0,5 \cdot DN \text{ [m]}$$

ermittelt werden. Hierbei ist DN die Nennweite der Leitung in m. Vor dem Einbau des Bodenaustauschs empfehlen wir, die Grabensohle mit Grobschotter zu stabilisieren.

### 6.3 Angaben zur Grabenverfüllung

In der Leitungszone (bis 30 cm über Rohrscheitel) ist als Füllmaterial steinfreier Boden mit einem Größtkorn von 22 mm bei Rohrleitungen bis DN 200 und 40 mm bei größeren Leitungen zu verwenden (DIN EN 1610, Abschnitt 5.3.1).

Hierzu kommen z.B. Sand-Splitt-Gemische der Abstufung 0/22 in Betracht. Für die Verfüllung sind die Angaben im Abschnitt 11 der DIN EN 1610 zu beachten.

Oberhalb der Leitungszone hängen die Anforderungen an Art und Qualität des Verfüllmaterials im Wesentlichen von der späteren Nutzung ab. Während in Straßenbereichen nur geringe Setzungen des Verfüllmaterials auftreten sollten, können in Grünanlagen derartige Verformungen ohne weiteres in Kauf genommen werden.

Bei der Verwendung eines Kanalgrabenverbau ist Einbau und Verdichtung des Füllmaterials auf den jeweiligen Verbau abzustimmen, Füllmaterial und Grabenwand müssen dicht und setzungsfrei aneinander schließen. Gegebenenfalls sind die Schütthöhen entsprechend zu reduzieren.

Auch beim Einbau von stabilisierten, bindigen Böden ergeben sich Setzungen in der Größenordnung von 1 % der Schütthöhe. Sollten Setzungen der Grabenverfüllung weiter reduziert werden, müssen die Gräben mit körnigem, gut verdichtbarem Fremdmaterial lagenweise verdichtet verfüllt werden. Um einen Schadstoffeintrag zu verhindern, sollten solche gut durchlässigen Grabenverfüllungen versiegelt werden. Im Hinblick auf eventuelle Eigensetzungen der Grabenverfüllung wäre es günstig, den Straßenaufbau so spät wie möglich aufzubringen.

Beim Grabenaushub werden überwiegend bindige Böden in vorwiegend steifer Konsistenz anfallen (Löß- und Verwitterungslehme, plastisch aufgewitterte Lias-Schichten). Diese sind für einen verdichteten Wiedereinbau nur bedingt geeignet, da die Wassergehalte weitgehend oberhalb der für die Verdichtung optimalen Werte liegen. Hieraus ergibt sich, dass die anfallenden Böden nur dann setzungsarm eingebaut und optimal verdichtet werden können, wenn ihr Wassergehalt durch Bodenverbesserungsmaßnahmen verringert wird. Die Bodenverbesserung muss dabei über die gesamte Dicke der Grabenverfüllung erfolgen, um durchgehend eine optimale Verdichtung des Bodens zu erzielen. Bei den vorliegenden Böden kommt eine Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln in Betracht.

Wenn der Bodenwassergehalt mehr als 4 - 7 % über dem optimalen Wassergehalt liegt, wird Branntkalk (Weißfeinkalk) eingemischt; andernfalls kann auch Kalkhydrat oder hydraulischer Kalk verwendet werden. Die Stabilisierungsmöglichkeiten und die optimalen Bindemittelmengen sollten unseres Erachtens auf entsprechenden Testfeldern ermittelt werden.

Der Kalk wird jeweils lagenweise eingebracht, wobei sich die erforderliche Menge nach der Art des Bindemittels und nach dem jeweiligen Wassergehalt des Bodens (abhängig von Jahreszeit und Witterung) richtet. Generell muss mit Kalkzugaben von 2-5 % bezogen auf die Trockenmasse des Bodens gerechnet werden. Die Kalkung der bindigen Böden bewirkt neben einer Herabsetzung des Wassergehaltes auch eine Verminderung der Plastizität und somit eine Steigerung der Tragfähigkeit.

Bei der Zwischenlagerung der beim Aushub anfallenden bindigen Böden ist zu beachten, dass diese im Falle von Niederschlägen rasch aufweichen und dann für einen Wiedereinbau praktisch nicht mehr in Frage kommen. Es müssen im Falle einer Zwischenlagerung Aufweichungen mit geeigneten Maßnahmen verhindert werden.

Da im Untergrund auch weiche Böden anstehen, die nicht hydraulisch stabilisiert werden können, empfiehlt es sich bei der Ausschreibung in ausreichenden Umfang körniges Fremdmaterial vorzusehen.

Für die Ausführung der Verfüllarbeiten und die Prüfung der geforderten Verdichtungsqualität gelten die entsprechenden Ausführungen der ZTVE-StB 17. Die Verdichtungsqualität innerhalb der Kanalgräben muss durch eine repräsentative Anzahl von Plattendruckversuchen oder Rammsondierungen überprüft werden.

Bei der Durchführung von Plattendruckversuchen oder Dichteproofungen ist darauf zu achten, dass diese auf jeder Lage der Grabenverfüllung durchgeführt werden (und nicht erst auf der fertigen Verfüllung), so dass man gegebenenfalls rechtzeitig geeignete Maßnahmen (z.B. Einbau von grobkörnigem Fremdmaterial) ergreifen kann.

## **7. Hinweise für den Straßenbau**

Im Baugebiet Lange Morgen II sind verschiedene Anschluss- und Zufahrtstraßen geplant. Die auf dem voraussichtlichen Erdplanum in ca. 0,6 m Tiefe anstehenden, bindigen Böden (siehe Kapitel 3) sind überwiegend den Frostempfindlichkeitsklassen F 2 bzw. F 3 zuzuordnen und gelten als „gering bis mittelfrostempfindlich“ bzw. „stark frostempfindlich“.

Die Stärke des frostsicheren Straßenaufbaues gemäß RStO 12 wird zunächst unabhängig von der erforderlichen Tragfähigkeit auf der OK Tragschicht ermittelt und orientiert sich an den Frostempfindlichkeitsklassen der anstehenden Böden unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse. Aufgrund der künftigen Nutzung des Baugebiets als Industriegebiet gehen wir von einer Belastungsklasse Bk3,2 (Industriestraße) aus. Diese Angabe ist planerisch zu prüfen. Sofern

eine höhere Belastungsklasse zum Tragen kommt, sind die nachfolgenden Angaben entsprechend anzupassen.

Bei den geplanten Straßen muss eine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit des Straßenbaus vorhanden sein. Grundlagen hierfür sind die Richtlinien der RStO 12<sup>2</sup> und der ZTVE-StB 09. Für die Belastungsklasse Bk3,2 wird nach der RStO 12, Tab. 6 (unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeitsklasse F 3) als Richtwert eine Mindeststärke des frostsicheren Aufbaus von 60 cm erforderlich (zuzüglich 5 cm Zuschlag für die Frosteinwirkungszone II nach RStO 12, Tab. 7, abzüglich 5 cm für Fahrbahntwässerung über Abläufe). Entsprechend den oben genannten Richtlinien sind beim Bau des neuen Wohnwegs folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Verformungsmodul auf dem Erdplanum:  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
- Verformungsmodul an der Oberfläche  
der Frostschutz- und Tragschicht:  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  bis  $150 \text{ MN/m}^2$   
(je nach Aufbau gem. Tafel 1, RStO 12)

Bei einem Regelaufbau nach RStO 12 wird somit auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erforderlich. Bei den in ca. 0,6 m Tiefe angetroffenen Untergrundverhältnissen (bindige Böden mit weicher, teils steifer Konsistenz) dürfte der auf der Oberfläche des Erdplanums geforderte Wert meist nicht erreicht sein, wobei dies über statische Plattendruckversuche noch zu überprüfen ist. Um eine Standardbauweise nach der RStO 12 ausführen zu können, werden Bodenverbesserungsmaßnahmen notwendig. Hierzu kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

- **Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln:** Die oberflächennah anstehenden, bindigen Lößlehme können nur dann setzungsarm und optimal verdichtet werden, wenn ihr Wassergehalt durch eine Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln verringert wird. Dabei wird der Wassergehalt des Bodens soweit reduziert, dass eine optimale Verdichtung möglich ist. Nach der Verdichtung weist der so verbesserte Boden auch eine erhöhte Tragfähigkeit (Verformungsmodul) auf. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Wirksamkeit der Bodenstabilisierungsmaßnahmen durch hydraulische Bindemittel stark witterungsabhängig ist.

Im Hinblick auf die Wohnbebauung im Umfeld ist darauf hinzuweisen, dass eine Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln mit Staubemissionen verbunden ist und zu Beeinträchtigungen führen kann.

- **Bodenaustausch:** Austausch von Bereichen mit weichen oder zersetzungsanfälligen Materialien und Ersatz durch körniges, lagenweise verdichtet eingebautes Fremdmaterial. Die

---

<sup>2</sup> Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen - RStO 11, 2012

Dicke des Bodenaustausches hängt vom Verformungsmodul des Untergrundes und von den Verdichtungseigenschaften des Austauschmaterials ab. Am zuverlässigsten kann die notwendige Dicke auf Testfeldern an Ort und Stelle bestimmt werden.

- **Verstärkung der Trag- bzw. Frostschuttschicht:** Die Dicke der Trag- bzw. Frostschuttschicht wird gegenüber dem Regelaufbau nach RStO 12 so weit erhöht bis der Verformungsmodul  $E_{v2}$ , der an der Oberkante Tragschicht gefordert ist, erreicht wird.

Um eine Vermengung des Tragschichtmaterials mit den an der Aushubsohle anstehenden, bindigen Böden zu verhindern, sollte auf dem Erdplanum ein reißfestes Geotextil (z.B. Vlies der Robustheitsklasse GRK 3) verlegt werden. Bindiges Material, das in die Tragschicht eindringt, kann mittelfristig deren Tragfähigkeit deutlich reduzieren.

## 8. Abfalltechnische Bewertung

### 8.1 Asphaltmaterial

Die gesamten laboranalytischen Untersuchungen wurden durch die BVU GmbH, Markt Rettendorf durchgeführt (siehe Anlage 6). In der Tabelle 8.1 sind die Ergebnisse der untersuchten Asphaltproben zusammengefasst.

Tab. 8.1: Analysenergebnisse Asphaltproben und Zuordnung nach RC-Erlass B-W

Probenbez.	Aufschluss-Nr.	PAK [mg/kg]
As 1	RKS 1	7,2
As 2	RKS 2	2.436
As 3	-	2.638
<i>Mittelwert (berechnet)</i>		1.694
Zuordnungswerte des RC-Erlass (10.08.2004)*1		
Z 1.1		10
Z 1.2		15
Z 2		35

**Abkürzungen:** PAK = Polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe

\*1 Die Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und ggf. Z 1.2) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau von Recyclingbaustoffen unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt bzw. Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar.

Für die Asphaltproben As 2 (RKS 2) und As 3, die im zentralen und westlichen Bereich der Straße „Am Bildstöckle“ entnommen wurden und einen deutlichen Teergeruch aufwiesen, ergaben die chemischen Untersuchungen mit 2.436 mg/kg und 2.638 mg/kg hohe PAK-Konzentrationen. Der entsprechende Z 2-Wert des RC-Erlasses<sup>3</sup> von 35 mg/kg ist dabei um ein Vielfaches überschritten. Nach der DepV<sup>4</sup> sowie der „Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien“<sup>5</sup> ist das in diesen Bereichen anfallende Straßenaufbruchmaterial voraussichtlich der Entsorgungskategorie DK III zuzuordnen. Da die Konzentration zudem über 200 mg/kg liegt, ist der Asphalt als gefährlicher Abfall einzustufen. Zur endgültigen Klassifikation werden beim Ausbau des Asphalts Haufwerksbeprobungen nach LAGA PN98 und entsprechende Deklarationsanalysen erforderlich.

In der Asphaltprobe As 1, die am Bohransatzpunkt der Sondierbohrung RKS 1 entnommen wurde, war mit 7,2 mg/kg eine geringe PAK-Konzentration festzustellen, bei welcher der entsprechende Z 1.1-Wert des RC-Erlasses<sup>2</sup> von 10 mg/kg eingehalten ist. Das im östlichen Abschnitt der Straße „Am Bildstöckle“ anfallende Straßenaufbruchmaterial kann somit noch recycelt werden, sofern es gelingt dieses beim Ausbau vom stark belasteten Asphaltmaterial im zentralen und westlichen Straßenabschnitt zu separieren.

## 8.2 Straßenunterbau „Am Bildstöckle“

In den Sondierbohrungen RKS 1 und RKS 2, die auf der Fahrbahn der Straße „Am Bildstöckle“ zur Ausführung kamen, wurde bis in 1,1 m bzw. 0,4 m u. GOK ein körniger Straßenunterbau erschlossen, der in RKS 2 einen Teergeruch aufwies. Dies bestätigte auch der Laborbefund der entsprechenden Bodenprobe. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Tabelle 8.2 den entsprechenden Zuordnungswerten der VwV Boden<sup>1</sup> gegenübergestellt.

---

<sup>3</sup> RC-Erlass: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ vom 13.04.2004 in der ergänzten Fassung vom 10.08.2004 („Dihlmann-Erlass“)

<sup>4</sup> DepV: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung vom 27.04.2009, geändert 27.09.2017)

<sup>5</sup> Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen (Stand: Mai 2012)

Tab. 8.2: Analyseergebnisse Bodenproben und Zuordnung nach VwV Boden

Probenbez.	PAK [mg/kg]
RKS 1 B 0,2-1,0	0,47
RKS 2 B 0,1-0,4	174
Zuordnungswerte nach der VwV Boden*1	
Z 0, Z 0*, Z 1.1	3,0
Z 1.2	9,0
Z 2	30

**Abkürzungen:** PAK = Polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe

\*1 Die Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und ggf. Z 1.2) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau von Recyclingbaustoffen unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Recyclingbaustoffen mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar.

In der Bodenprobe aus 0,2-1,0 m Tiefe in RKS 1 wurde mit 0,47 mg/kg eine unauffällige PAK-Konzentration gemessen, die den Zuordnungswert Z 0 der VwV Boden einhält. Die Untersuchung der Probe RKS 2 B 0,1-0,4, die bei der Probenahme einen Teergeruch zeigte, ergab mit 174 mg/kg erwartungsgemäß einen erhöhten PAK-Gehalt. Bei dieser Konzentration ist der entsprechende Z 2-Wert der VwV Boden von 30 mg/kg deutlich überschritten, so dass für das Schottermaterial aus dem zentralen und westlichen Abschnitt „Am Bildstöckle“ analog zum Asphalt in diesen Bereichen keine Verwertung mehr möglich ist. Nach der DepV sowie der „Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien“ ist das Schottermaterial der Entsorgungskategorie DK I zuzuordnen. Zur endgültigen Klassifikation werden nach dem Ausbau Haufwerksbeprobungen gemäß LAGA PN98 sowie entsprechende Deklarationsanalysen erforderlich.

### 8.3 Anstehende Böden

Die Bodenmischproben „BO-Südwest-MP 1“, „BO-Südost-MP 2“ und „BO-Nordost-MP 3“ charakterisieren natürlich anstehende Böden. Nachdem sich die Mischproben vornehmlich aus Lößlehm zusammensetzten basiert die Bewertung auf der Bodenart Lehm/Schluff. Die Analyseergebnisse der bewertungsrelevanten Parameter sind in der Tabelle 8.3 zusammengefasst und den entsprechenden Zuordnungswerten der VwV Boden gegenübergestellt.

Tab. 8.3: Analyseergebnisse Bodenmischproben und Zuordnung nach VwV Boden  
(deklarationsbestimmende Parameter)

Probenbez.	Aufschlüsse	Arsen [mg/kg]	Chrom [mg/kg]
BO-Südwest-MP 1	SG 1 + SG 2	17	53
BO-Südost-MP 2	SG 3 + SG 4	20	61
BO-Nordost-MP 3	RKS 1-3	15	55
Zuordnungswerte nach der VwV Boden			
Z 0 (Lehm/Schluff)		15	60
Z 0 (Ton)		20	100
Z 0*		15	120
Z 1.1/Z 1.2		45	180
Z 2		150	600

Nach den chemischen Untersuchungen wurden in den Bodenmischproben BO-Südwest-MP 1 und BO-Südost-MP 2 Arsenkonzentrationen von 17 mg/kg bzw. 20 mg/kg ermittelt, wobei es sich hier um eine geogene Hintergrundbelastung handelt. Der entsprechende Zuordnungswerte Z 0 (Lehm/Schluff) von 15 mg/kg ist dabei überschritten, der Z 1.1-Wert von 45 mg/kg aber noch eingehalten. Darüber hinaus wurde in der Bodenmischprobe BO-Südost-MP 2 mit 61 mg/kg eine Chromkonzentration gemessen, die zwischen dem Z 0-Wert (Lehm/Schluff) von 60 mg/kg und dem Z 0\*-Wert von 120 mg/kg liegt. Für die restlichen Untersuchungsparameter nach der VwV Boden wurden unauffällige Konzentrationen ermittelt. In der Mischprobe BO-Nordost-MP 3 wurden generell unauffällige Gehalte gemessen, bei denen die Zuordnungswerte Z 0 (Lehm/Schluff) eingehalten waren.

Das im Untersuchungsbereich anfallende Aushubmaterial aus den natürlich anstehenden Böden ist somit den Kategorien Z 0 (Lehm/Schluff) und Z 1.1 nach der VwV Boden zuzuordnen und kann einer Verwertung - unter Einhaltung der entsprechenden Einbaubedingungen - zugeführt werden.

## 9. Bodenmechanische Kennwerte für Erdstatische Berechnungen

Tab. 9.1: Bodenmechanische Kennwerte

Bodenart bzw. Schichtkomplex	Wichte (kN/m <sup>3</sup> )		Reibungs- winkel	Kohäsion (kN/m <sup>2</sup> )	Steifemodul (MN/m <sup>2</sup> )
	$\gamma$	$\gamma'$	$\varphi'$	$c'$	$E_s$
künstliche Auffüllungen, körnig (nur Straßenbereich "Am Bildstöckle")	19	9	25,0°-30,0°	0-5	-
quartäre Löß- und Verwitterungslehme	21	10	17,5°-22,5°	8-12	10-15
Sandsteine und Tone des Lias $\alpha$					
- vollständig verwittert	22	11	22,5°-27,5°	15-25	15-20
- mäßig bis stark verwittert	23	12	27,5°-30,0°	25-40*	20-25*

\* schwankt in Abhängigkeit von Klüftung, Trennflächengefüge und Beanspruchungsrichtung in weiten Grenzen, ein Wert von  $c'$  wird aber nicht unterschritten.

## 10. Ergebnisse des Versickerungsversuchs

In das Bohrloch der Sondierbohrung RKS 3 wurde nach Beendigung der Sondierarbeiten eine temporäre PE-Verrohrung eingebracht, wobei die Filterstrecke im Tiefenbereich von 2,5 m u. GOK bis 3,5 m u. GOK lag.

Zur Abschätzung der Durchlässigkeit des Untergrundes wurde in diesem temporär ausgebauten Bohrloch ein Versickerungsversuch durchgeführt. Dabei zeigte sich bereits bei der Versuchsdurchführung, dass nur eine Versickerung von sehr geringen Wassermengen möglich ist. So konnten über einen Zeitraum von 2 Stunden lediglich 0,08 Liter Wasser über die Filterstrecke in die Bohrlochumgebung eingebracht werden.

Die Auswertung des Versuchs erfolgte nach der Formel des USBR Earth Manual (1974) für die Versickerung im offenen Bohrloch. Die Berechnungen zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte  $K_f$  sind in der Anlage 5 beigefügt. In der Tabelle 5.1 ist der aus dem Versickerungsversuch ermittelte  $K_f$ -Wert ersichtlich.

Tab. 10.1: Ergebnisse des Versickerungsversuchs

Versuch / Messstelle	Tiefe [m]	Bodenart	$K_f$ -Wert [m/s]
RKS 3	2,5-3,5	Schluff, stark tonig, feinsandig (Löß-/Verwitterungslehm)	$9,96 \times 10^{-9}$

Die Auswertung des Feldversuchs zur Versickerung ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert ( $K_f$ -Wert), von  $9,96 \times 10^{-9}$  m/s (siehe Tab. 5.1).

Für die Planung, den Bau und den Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind die Hinweise des Arbeitsblatts DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)<sup>6</sup> zu beachten. Nach diesem Arbeitsblatt ist für die Dimensionierung von Versickerungsanlagen der zweifache Wert des im Feld bestimmten Kf-Wertes als Bemessungs-Kf-Wert heranzuziehen. Dies bedeutet, dass im vorliegenden Fall ein Wert von  $1,99 \times 10^{-8}$  m/s gültig ist.

Nach dem oben genannten Arbeitsblatt DWA-A 138 wird für dezentrale Versickerungsanlagen ein Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) des Untergrundes im Bereich zwischen  $5,0 \times 10^{-6}$  m/s und  $5,0 \times 10^{-3}$  m/s gefordert. Für kombinierte Anlagen (Mulden-Rigolen-Anlage) gilt ein unterer Grenzwert von  $1,0 \times 10^{-6}$  m/s. Nachdem die Durchlässigkeit des erkundeten Untergrundes deutlich darunter liegt, ist dieser nach den vorliegenden Ergebnissen nicht zur Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

## 11. Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von 4 Schürfgruben und 3 Rammkernsondierungen beschrieben und beurteilt. Darüber hinaus wurden in der Fahrbahn "Am Bildstöckle" 3 Asphaltproben entnommen. Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf diese Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im vorliegenden Bericht enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Aushubarbeiten angetroffenen Boden- und Grundwasserhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Bericht erforderlich.

Das vorliegende Gutachten kann bauwerksspezifische Baugrund- und Gründungsgutachten für die einzelnen Bauvorhaben nicht ersetzen.

Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung. In Zweifelsfällen müssen wir verständigt werden.



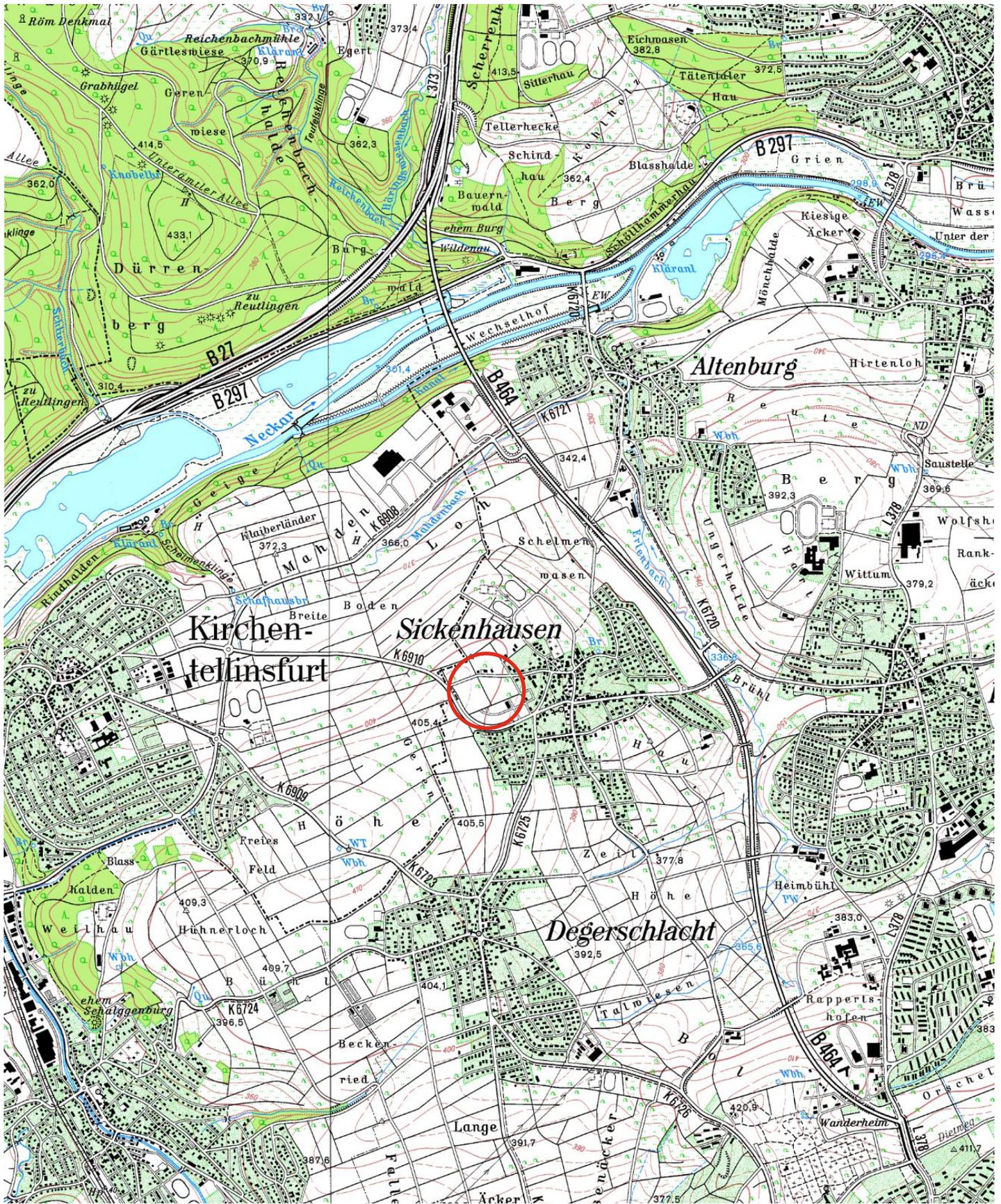
A. Preuß  
(Dipl.-Geologe)



R. Steinhart  
(Dipl.-Geologe)

---

<sup>6</sup> Arbeitsblatt DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. - April 2005



Legende:



Lage des Untersuchungsgebiets

Datum: 28.04.2022

Anlage: 1

Maßstab: 1:25 000

Projekt:

Baugebiet Lange Morgen II in Reutlingen-Sickenhausen

Darstellung:

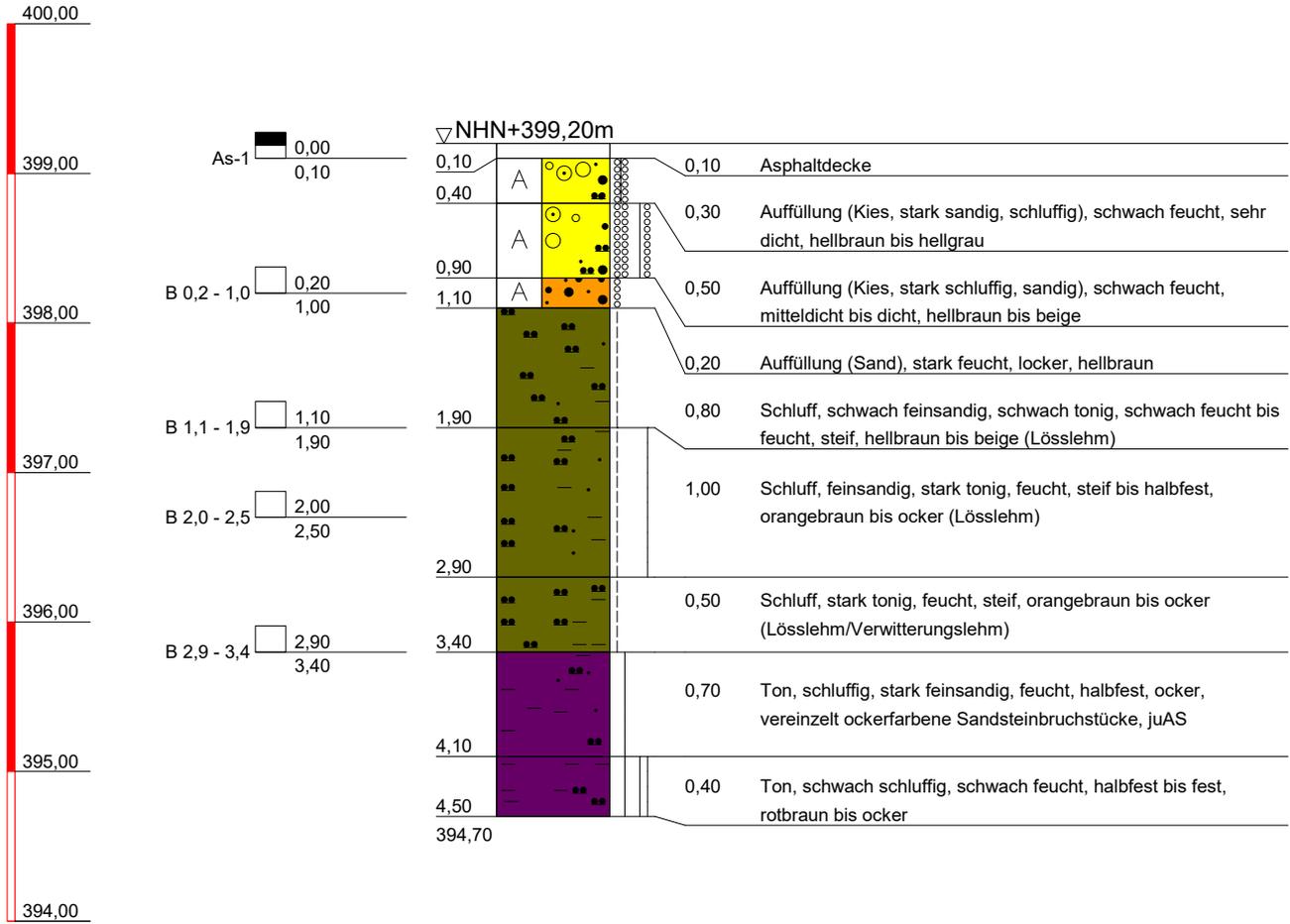
Lage des Untersuchungsgebiets  
(Amtliche Topographische Karte, blattschnittfreie CD-Rom-Ausgabe, LGL, Top25, Version 3)

Gesellschaft für Angewandte Geowissenschaften mbH  
**geoplan**



NHN+m

# RKS 1a



Bei 4,5 m kein Rammfortschritt mehr

Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

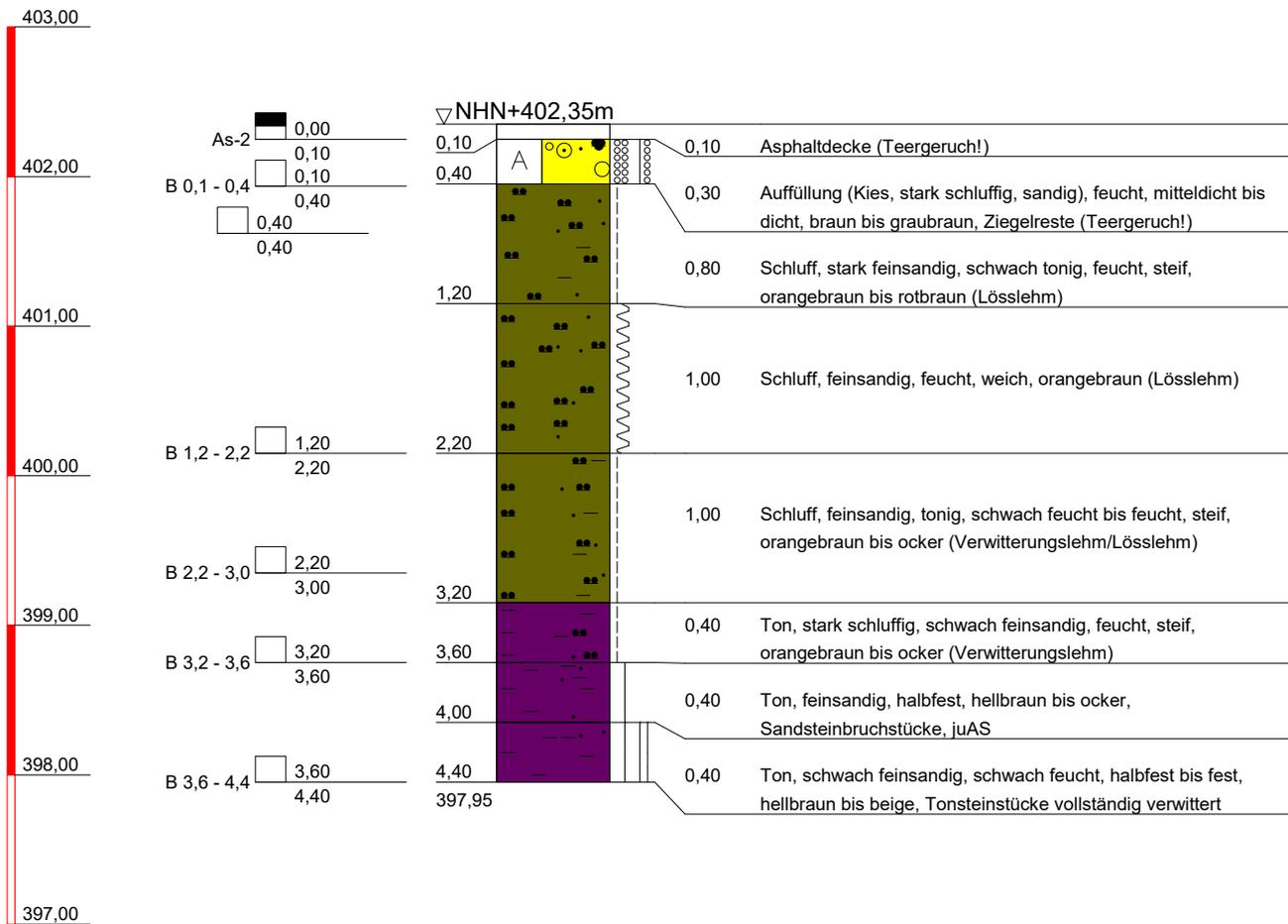
Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:  
Reutlingen-Sickenhausen  
Lange Morgen 2  
Erschließung 2022

Anlage:	3.1
Projekt-Nr:	22 R 006.2
Datum:	29.03.2022
Maßstab:	1:50
Bearbeiter:	Steinhart

NHN+m

# RKS 2



bei 4,4 m kein Rammfortschritt mehr

Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

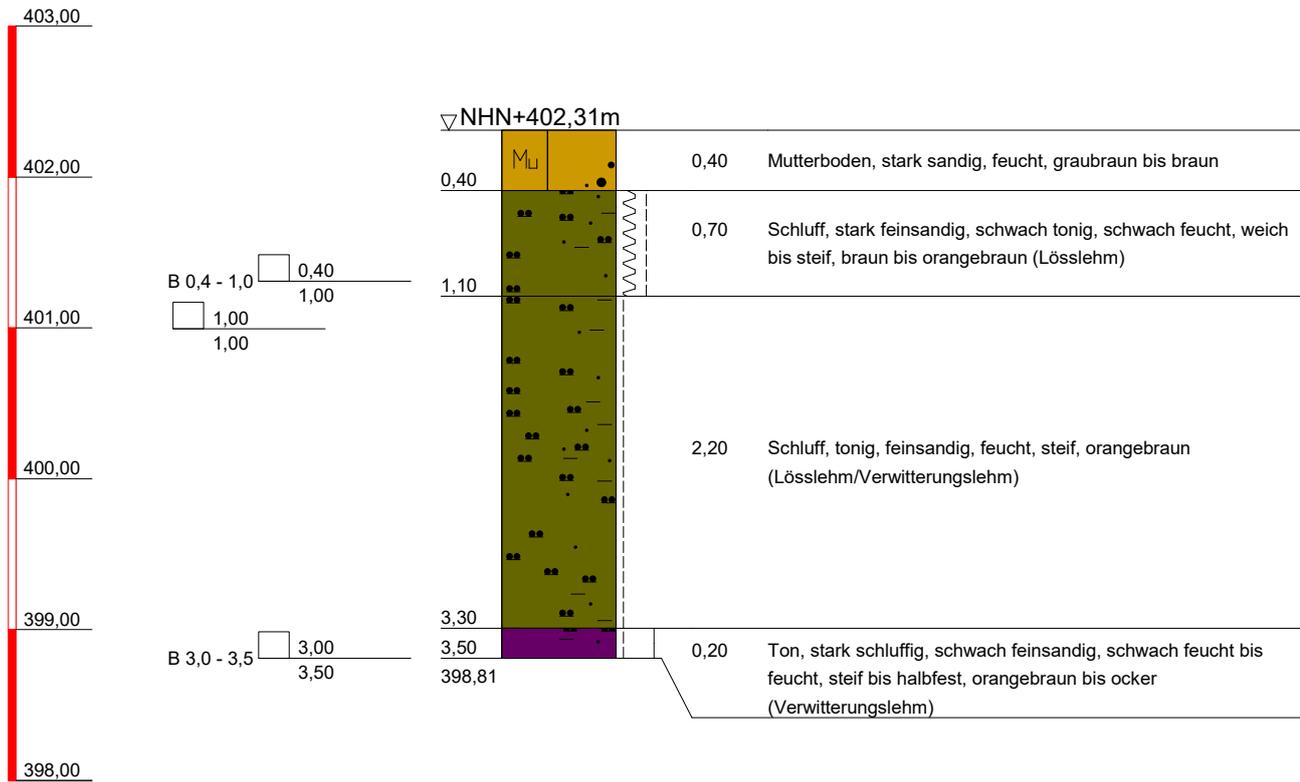
Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:  
Reutlingen-Sickenhausen  
Lange Morgen 2  
Erschließung 2022

Anlage: 3.2  
Projekt-Nr: 22 R 006.2  
Datum: 29.03.2022  
Maßstab: 1:50  
Bearbeiter: Steinhart

NHN+m

# RKS 3



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

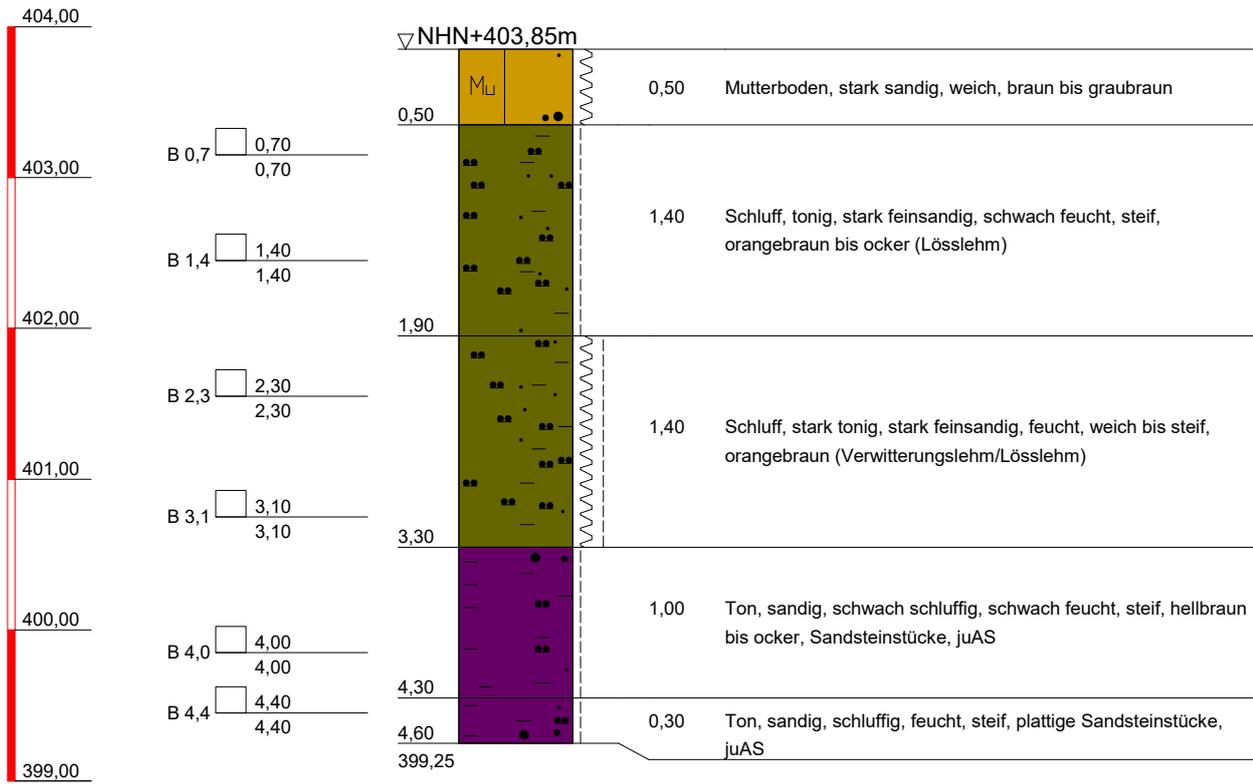
Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:  
Reutlingen-Sickenhausen  
Lange Morgen 2  
Erschließung 2022

Anlage:	3.3
Projekt-Nr:	22 R 006.2
Datum:	29.03.2022
Maßstab:	1:50
Bearbeiter:	Steinhart

# SG 1

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

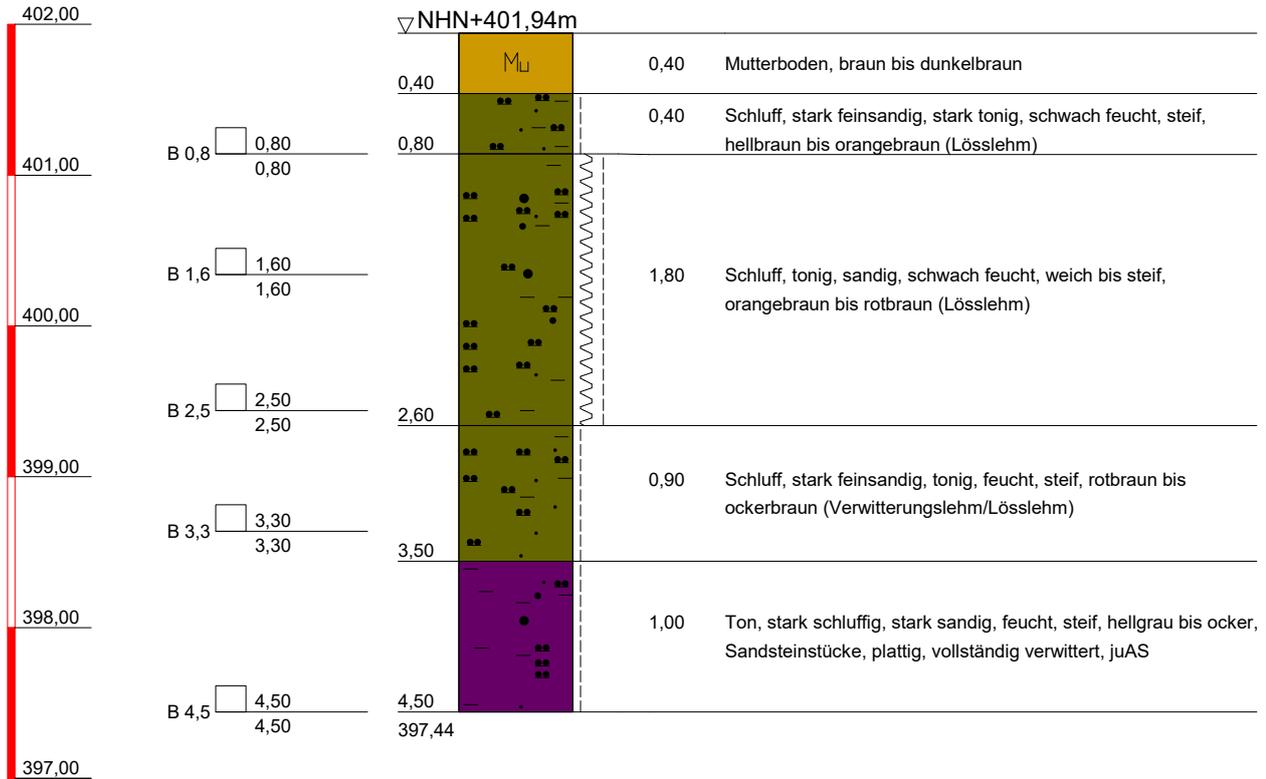
Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:  
Reutlingen-Sickenhausen  
Lange Morgen 2  
Erschließung 2022

Anlage:	3.4
Projekt-Nr:	22 R 006.2
Datum:	29.03.2022
Maßstab:	1:50
Bearbeiter:	Steinhart

# SG 2

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

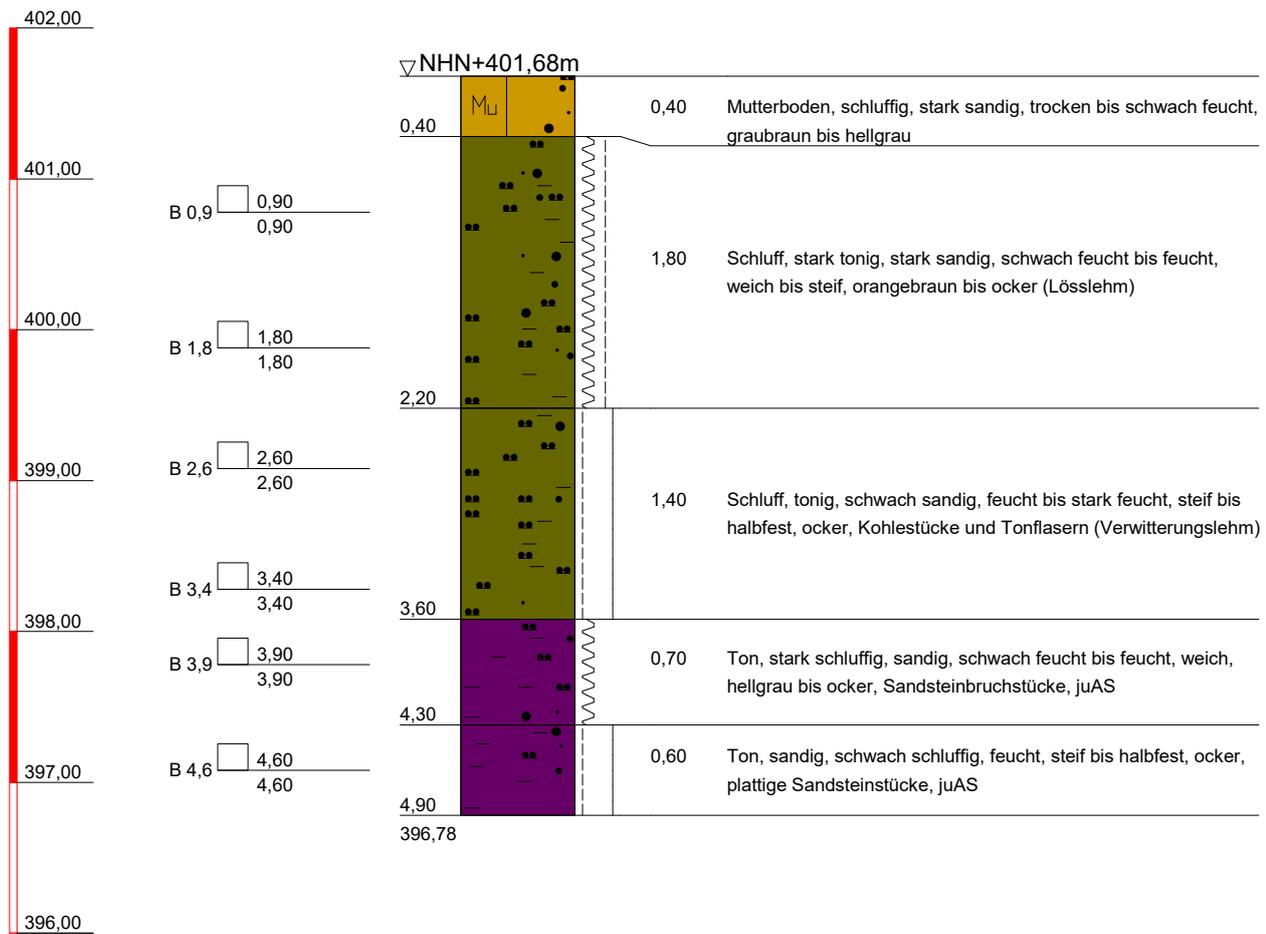
Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:  
Reutlingen-Sickenhausen  
Lange Morgen 2  
Erschließung 2022

Anlage:	3.5
Projekt-Nr:	22 R 006.2
Datum:	29.03.2022
Maßstab:	1:50
Bearbeiter:	Steinhart

# SG 3

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

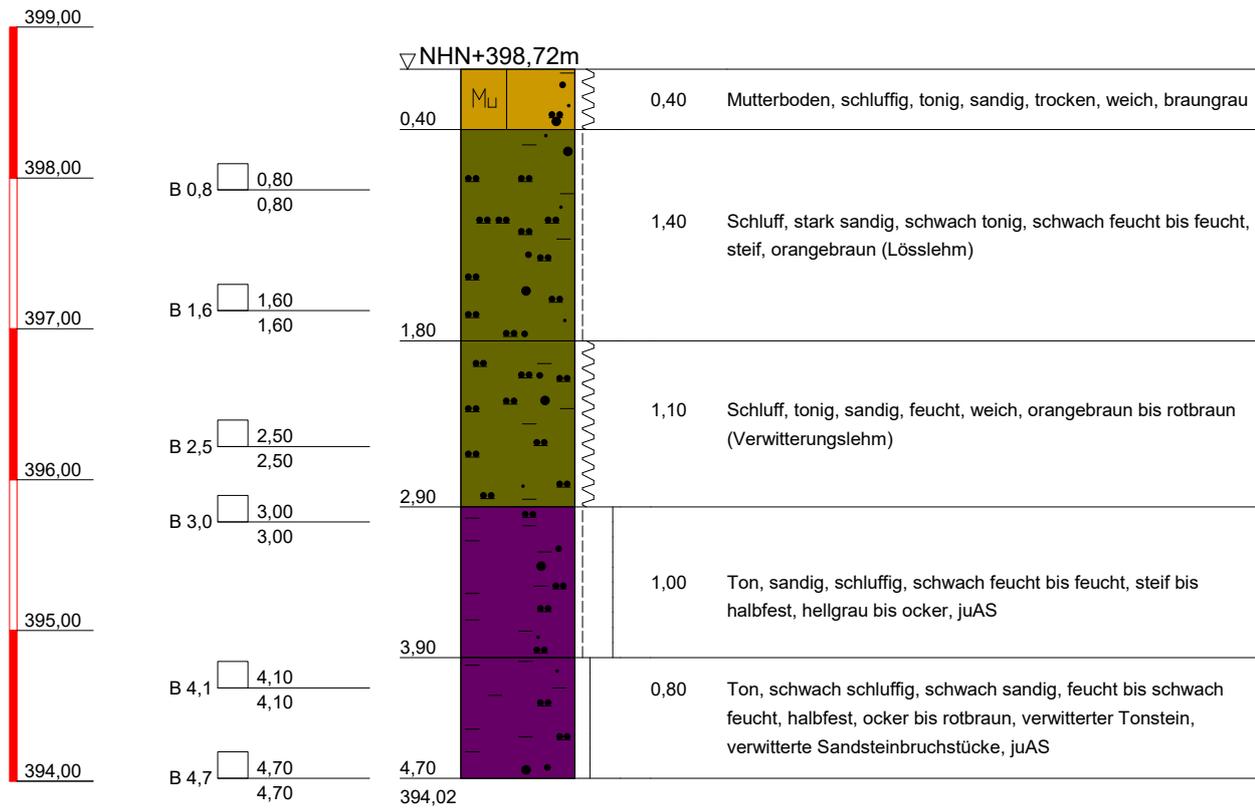
Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:  
Reutlingen-Sickenhausen  
Lange Morgen 2  
Erschließung 2022

Anlage:	3.6
Projekt-Nr:	22 R 006.2
Datum:	29.03.2022
Maßstab:	1:50
Bearbeiter:	Steinhart

# SG 4

NHN+m



Gesellschaft für  
Angewandte  
Geowissenschaften mbH

**geoplan**

Altlasten  
Baugrund  
Hydrogeologie  
Ingenieurgeologie  
Umwelt

Projekt:

Reutlingen-Sickenhausen  
Lange Morgen 2  
Erschließung 2022

Anlage: 3.7

Projekt-Nr: 22 R 006.2

Datum: 29.03.2022

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: Steinhart

geoplan GmbH  
 Grathwohlstraße 5  
 72762 Reutlingen  
 www.geoplan-reutlingen.de

Projekt : Lange Morgen II  
 Projektnr.: 22 R 006.2  
 Anlage : 4  
 Datum : 07.04.2022

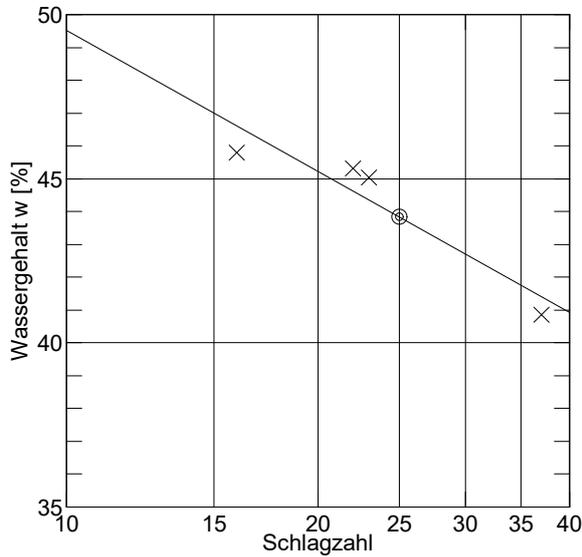
# Zustandsgrenzen

DIN 18 122

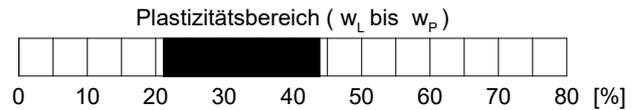
Labornummer: SG 2 B 1,6  
 Tiefe : 1,6 m  
 Bodenart : Schluff, tonig, feinsandig  
 Art der Entrn. : Baggerschurf  
 Entrn. am : 29.03.2022

Entnahmestelle: SG 2  
 Ausgef. durch : Steinhart

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	F1	F2	F3	F4	A1	A2	A3	
Zahl der Schläge	22	16	37	23				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	22.29	21.94	23.50	22.98	14.91	17.08	19.29	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	19.49	19.27	20.60	19.98	14.60	16.34	18.35	
Behälter $m_B$ [g]	13.32	13.43	13.49	13.31	13.07	12.98	13.79	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	2.80	2.68	2.91	3.00	0.31	0.74	0.94	
Trockene Probe $m_t$ [g]	6.17	5.84	7.11	6.66	1.53	3.36	4.56	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	45.3	45.8	40.9	45.0	20.5	22.0	20.6	21.0



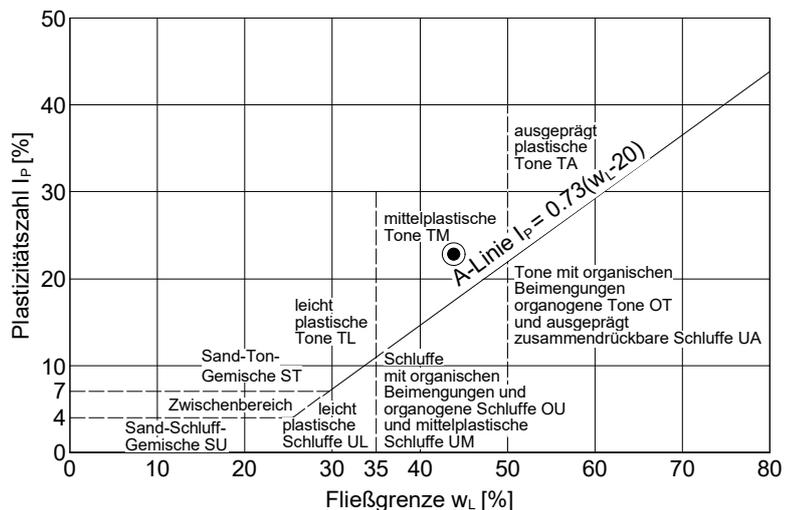
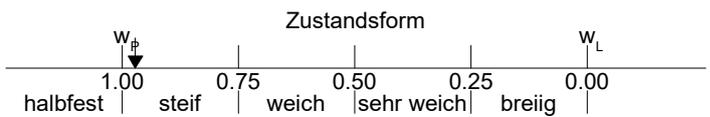
Wassergehalt  $w_N = 21.6\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 43.8\%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 21.0\%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 22.8\%$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = 0.026$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 0.974$



geoplan GmbH  
 Grathwohlstraße 5  
 72762 Reutlingen  
 www.geoplan-reutlingen.de

Projekt : Lange Morgen II  
 Projektnr.: 22 R 006.2  
 Anlage : 4-2  
 Datum : 19.04.2022

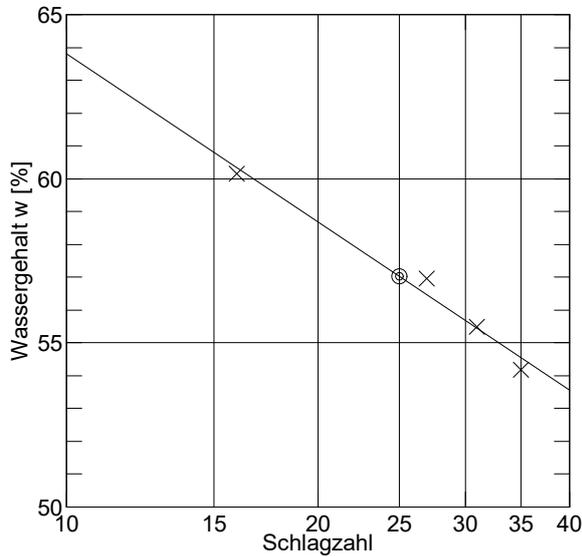
# Zustandsgrenzen

DIN 18 122

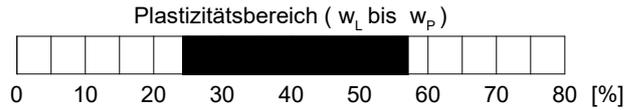
Labornummer: SG 3 B 2,6  
 Tiefe : 2,6 m  
 Bodenart : Schluff, stark tonig  
 Art der Entrn. : Baggerschurf  
 Entrn. am : 29.03.2022

Entnahmestelle: SG 3  
 Ausgef. durch : Steinhart

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	F1	F2	F3	F4	A1	A2	A3	
Zahl der Schläge	16	27	35	31				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	19.88	17.82	19.92	20.58	17.44	17.62	16.18	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	17.35	16.23	17.62	18.07	16.64	16.82	15.61	
Behälter $m_B$ [g]	13.14	13.43	13.37	13.54	13.37	13.43	13.30	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	2.53	1.59	2.30	2.51	0.80	0.80	0.56	
Trockene Probe $m_t$ [g]	4.21	2.80	4.25	4.53	3.26	3.39	2.32	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	60.2	57.0	54.2	55.5	24.6	23.8	24.3	24.2



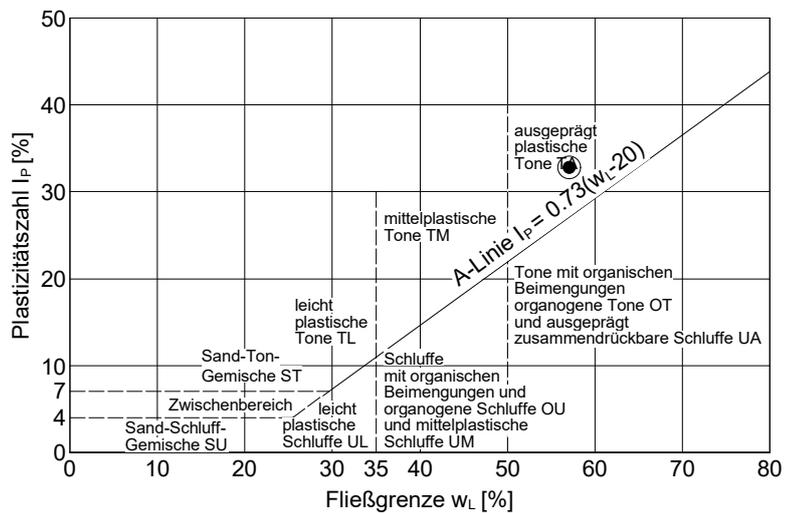
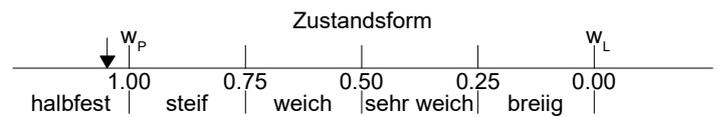
Wassergehalt  $w_N = 22.6 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 57.0 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 24.2 \%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 32.8 \%$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = -0.049$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 1.049$



**Bohrlochversickerung**

Anlage: 5

Meßstelle: RKS 3

nach USBR EARTH-MANUAL 1974

Tiefe: 2,5-3,5 m unter GOK

Projekt-Nr.: 22 R 006.2

Bodenart:  
-DIN 4022Bauvorhaben: Erschließungsgebiet Lange Morgen II  
Reutlingen-Sickenhausen

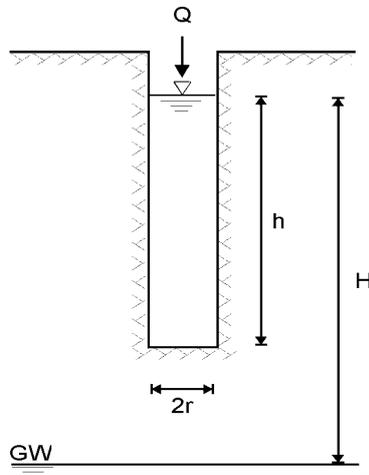
-DIN 18196

Ausgef. durch: Steinhart

Datum: 2022-03-30

Wetter: regnerisch

Wetter Vortag: bewölkt, trocken

**Randbedingungen:**

H : Abstand Wasserspiegel im Bohrloch zum Grundwasserspiegel [m]

h : Wasserspiegelhöhe im Bohrloch [m]

2r : Durchmesser der Bohrung [m]

Q : Schüttung,  $Q=q/t$  [ $m^3/s$ ]

q : Eingeüllte Wassermenge [l]

t : Zeitdifferenz zur Versickerung von q [s]

**Feldparameter:**

H = 6,00 m  
 h = 1,00 m  
 r = 0,025 m  
 q = 0,08 l  
 t = 7.200 s

Q = 1,11E-08  $m^3/s$ Bedingung  $h/r \geq 10$  ist erfüllt

Es gilt Formel: 1

**Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:**Formel 1:  $k_f = 0265 \cdot Q/h^2 \cdot [\arcsinHyp(h/r)-1]$   
 $H > 3h$ 

9,96E-09 m/s

Formel 2:  $k_f = 0265 \cdot Q/h^2 \cdot \ln(h/r)/(0,1667+H/(3h))$   
 $h \leq H \leq 3h$ 

Formel ungültig m/s

Formel 3:  $k_f = 0265 \cdot Q/h^2 \cdot \ln(h/r)/((H/h)-(H/2h)^2)$   
 $H < h$ 

Formel ungültig m/s

**Bemerkungen:**

Bemessungs-Kf-Wert (nach DWA-V 138)

1,99E-08 m/s

geoplan gmbH  
Grathwohlstraße 5  
72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4419</b>	<b>Datum:</b>	<b>04.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe  
 Art der Probe : Boden Entnahmedatum : 29.03.2022  
 Probeneingang : 30.03.2022 Originalbezeich. : BO-Südwest-MP 1  
 Probenbezeich. : 554/4419 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Untersuch.-zeitraum : 30.03.2022 – 04.04.2022

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (L/L   T)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,9	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	17	15	20	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	20	70	100	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	1	1,5	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	53	60	100	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	20	40	60	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	36	50	70	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,5	1,0	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,7	1,0	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	69	150	200	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409-17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (L/L   T)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	3	3	3/9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	7,92		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	156		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		- 14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		- 40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		- 1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		- 125	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		- 20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		- 15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		- 0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		- 150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304 :2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 04.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

geoplan gmbH  
Grathwohlstraße 5  
72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4420</b>	<b>Datum:</b>	<b>04.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe  
 Art der Probe : Boden Entnahmedatum : 29.03.2022  
 Probeneingang : 30.03.2022 Originalbezeich. : BO-Südost-MP 2  
 Probenbezeich. : 554/4420 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Untersuch.-zeitraum : 30.03.2022 – 04.04.2022

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0				Z 2	Methode
			(L/L)	(T)	Z 0*	Z 1/2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,9	-	-	-	-		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	20	15	20	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	19	70	100	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	1	1,5	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	61	60	100	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	23	40	60	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	40	50	70	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,5	1,0	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,7	1,0	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	81	150	200	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409-17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10

1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (L/L   T)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>n.n.</b>	3	3	3/9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[ - ]	7,94		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	64		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		- 14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		- 40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		- 1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		- 125	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		- 20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		- 15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		- 0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		- 150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304 :2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 04.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
(Laborleiter)

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10  
87733 Markt Rettenbach  
Tel. 0 83 92/9 21-0  
Fax 0 83 92/9 21-30  
bv@bv-analytik.de

geoplan gmbH

Grathwohlstraße 5

72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4422</b>	<b>Datum:</b>	<b>05.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. : Kostenstelle :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Stichprobe  
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 30.03.2022 Probeneingang : 31.03.2022  
 Originalbezeich. : As 1  
 Probenbezeich. : 554/4422 Untersuch.-zeitraum : 31.03.2022 – 05.04.2022

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	95,8	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	1,9	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,4	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,33	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,36	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,43	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,78	
Pyren	[mg/kg TS]	0,69	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,43	
Chrysen	[mg/kg TS]	0,35	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,57	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,41	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,38	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,1	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,07	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>7,2</b>	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 05.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10  
87733 Markt Rettenbach  
Tel. 0 83 92/9 21-0  
Fax 0 83 92/9 21-30  
bv@bv-analytik.de

geoplan gmbH

Grathwohlstraße 5

72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4423</b>	<b>Datum:</b>	<b>05.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. : Kostenstelle :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Stichprobe  
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 30.03.2022 Probeneingang : 31.03.2022  
 Originalbezeich. : As 2  
 Probenbezeich. : 554/4423 Untersuch.-zeitraum : 31.03.2022 – 05.04.2022

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	98,3	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	170	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	10	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	52	
Fluoren	[mg/kg TS]	171	
Phenanthren	[mg/kg TS]	613	
Anthracen	[mg/kg TS]	169	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	401	
Pyren	[mg/kg TS]	290	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	140	
Chrysen	[mg/kg TS]	105	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	108	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	44	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	83	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	9,9	
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	34	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	36	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>2436</b>	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 05.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10  
87733 Markt Rettenbach  
Tel. 0 83 92/9 21-0  
Fax 0 83 92/9 21-30  
bv@bv-analytik.de

geoplan gmbH

Grathwohlstraße 5

72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4424</b>	<b>Datum:</b>	<b>05.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. : Kostenstelle :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Stichprobe  
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 30.03.2022 Probeneingang : 31.03.2022  
 Originalbezeich. : As 3  
 Probenbezeich. : 554/4424 Untersuch.-zeitraum : 31.03.2022 – 05.04.2022

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	97,9	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	239	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	16	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	62	
Fluoren	[mg/kg TS]	203	
Phenanthren	[mg/kg TS]	693	
Anthracen	[mg/kg TS]	198	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	417	
Pyren	[mg/kg TS]	282	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	137	
Chrysen	[mg/kg TS]	100	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	105	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	41	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	77	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	7,5	
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	29	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	31	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>2638</b>	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 05.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10  
87733 Markt Rettenbach  
Tel. 0 83 92/9 21-0  
Fax 0 83 92/9 21-30  
bv@bv-analytik.de

geoplan gmbH

Grathwohlstraße 5

72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4425</b>	<b>Datum:</b>	<b>05.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. : Kostenstelle :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Rammkernsondierung  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 30.03.2022 Probeneingang : 31.03.2022  
 Originalbezeich. : RKS 1 B 0,2-1,0  
 Probenbezeich. : 554/4425 Untersuch.-zeitraum : 31.03.2022 – 05.04.2022

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,1	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,14	
Pyren	[mg/kg TS]	0,18	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,05	
Chrysen	[mg/kg TS]	0,05	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,05	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>0,47</b>	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 05.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10  
87733 Markt Rettenbach  
Tel. 0 83 92/9 21-0  
Fax 0 83 92/9 21-30  
bvu@bvu-analytik.de

geoplan gmbH

Grathwohlstraße 5

72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4426</b>	<b>Datum:</b>	<b>05.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. : Kostenstelle :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Rammkernsondierung  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 30.03.2022 Probeneingang : 31.03.2022  
 Originalbezeich. : RKS 2 B 0,1-0,4  
 Probenbezeich. : 554/4426 Untersuch.-zeitraum : 31.03.2022 – 05.04.2022

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,4	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	2	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	1,1	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	2,1	
Fluoren	[mg/kg TS]	8,4	
Phenanthren	[mg/kg TS]	32	
Anthracen	[mg/kg TS]	11	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	32	
Pyren	[mg/kg TS]	22	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	14	
Chrysen	[mg/kg TS]	10	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	13	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	4,6	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	9,9	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	1,7	
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	4,7	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	5,9	
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	<b>[mg/kg TS]</b>	<b>174</b>	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 05.04.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

geoplan gmbH

 Grathwohlstraße 5  
 72762 Reutlingen

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>554/4427</b>	<b>Datum:</b>	<b>05.04.2022</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

## 1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : geoplan gmbH  
 Projekt : BV Lange Morgen II, RT-Sickenhausen  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Rammkernsondierung  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : 30.03.2022 Probeneingang : 31.03.2022  
 Originalbezeich. : BO-Nordost-MP 3 Probenbezeich. : 554/4427  
 Untersuch.-zeitraum : 31.03.2022 – 05.04.2022

## 2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

### 2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	83,1	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	15	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	19	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	55	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	21	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	35	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	75	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

## 2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380:2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	0,07					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,40					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,11					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,41					
Pyren	[mg/kg TS]	0,29					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,18					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,12					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,15					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,10	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>1,8</b>	3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

### 3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

#### 3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01	
pH-Wert	[ - ]	8,30	65-95	65-95	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	165	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993	
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	125	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	14	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 05.04.2022

**Onlinedokument ohne Unterschrift**

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)