



**Gesellschaft für Grundbau  
und Umwelttechnik mbH**

GGU mbH • Am Römerbad 23/1 • 74613 Öhringen

Stadt Neuenstein  
Herrn Salm  
Schlossstraße 20  
74632 Neuenstein

**Öhringen**

Telefon +49 (0)7941 / 6492420

Telefax +49 (0)7941 / 6499234

www.ggu.de

post-oe@ggu.de

Baugrund

Grundwasser

Umwelttechnik / Altlasten

Damm- und Deichbau

Straßen- und Erdbau

Spezialtiefbau

Deponiebau

Kunststofftechnik

Software-Entwicklung

**Neuenstein-Untereppach  
Erschließung Wohngebiet Stegrain**  
Baugrunderkundung

25.09.2019

Baugrunderkundung

Feldmesstechnik

Prüflabore für Boden

Prüflabor für Kunststoff

Inspektionsstelle

Braunschweig

Magdeburg

Öhringen

Schwerin

**Bericht:** 2019/1105

**Verteiler:** Stadt Neuenstein: Technisches Amt 3-fach

Stadt Neuenstein, Herr Salm: roland.salm@neuenstein.de PDF

**Bearbeiter:** Axel Seilkopf  
Anna Schneider

Beratende Ingenieure VBI,  
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK

Sachverständige für

Erd- und Grundbau

Vereidigte Sachverständige

Amtsgericht Braunschweig

HRB 9354

Geschäftsführer:

Prof. Dr.-Ing. Johann Buß,

Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Peter Grubert, M.Sc.,

Dr.-Ing. Carl Stoewahse

Dipl.-Ing. Birk Kröber

Dipl.-Ing. Axel Seilkopf

## Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Standort und Baumaßnahme .....	4
3	Untersuchungen.....	5
4	Baugrund .....	6
4.1	Aufbau .....	6
4.2	Schichtenbeschreibung .....	6
4.3	Bodenklassen .....	7
4.4	Homogenbereiche.....	8
4.5	Grundwasser und Vorfluter .....	9
4.6	Bodenmechanische Laboruntersuchungen .....	10
4.7	Chemische Laboruntersuchungen.....	10
4.7.2	Auswertung gemäß ‚VwV Boden‘ .....	11
4.7.3	Auswertung gemäß DepV .....	12
4.7.4	Wasserproben.....	13
5	Maßnahmen zum Kanal- und Straßenbau.....	14
5.1	Aushub und Verfüllung .....	14
5.2	Auflagerung und Einbettung der Kanalrohre.....	15
5.3	Wasserhaltung .....	16
6	Empfehlungen zu Straßenbaumaßnahmen .....	16
6.1	Verdichtung/Tragfähigkeit des Planums .....	16
6.2	Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums .....	17
6.2.1	Bodenverbesserung .....	17
6.2.2	Bodenaustausch/Erhöhung der Aufbaustärke .....	18
6.3	Empfehlungen zur Bauweise des Oberbaus.....	18
7	Bautechnische Folgerungen.....	19
7.1	Frostempfindlichkeit .....	19
7.2	Wasserhaltung .....	19
7.3	Wiedereinbau von Aushub .....	20
7.4	Erdbeben .....	20
8	Versickerung von Oberflächenwasser .....	20
9	Zusammenfassung.....	21

## Abbildungen

Abbildung 1:	Untersuchungsgebiet Blickrichtung SW.....	5
--------------	---	---

## Tabellen

Tabelle 1:	Bodenklassifikation .....	7
Tabelle 2:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen .....	10
Tabelle 3:	Auswertung chemische Analyse gemäß ‚VwV Boden‘ .....	11
Tabelle 4	Auswertung chemische Analyse gemäß DepV.....	12
Tabelle 5	Einstufung der Mischproben nach DepV .....	13
Tabelle 6:	Auswertung/Einstufung der Wasserprobe .....	14
Tabelle 7:	Anforderungen an den Verdichtungsgrad.....	17
Tabelle 8:	Empfehlung für den frostsicheren Oberbau.....	18
Tabelle 9:	Mehr- oder Minderdicken des Oberbaus .....	19

## Anlagen

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Bodenprofil
Anlage 3	Bodenmechanische Laborergebnisse
Anlage 3.1	Körnungslinien
Anlage 3.2	Zustandsgrenze
Anlage 4	Homogenbereiche
Anlage 4.1	Homogenbereich bindiger Boden
Anlage 4.2	Homogenbereich gemischtkörniger Boden
Anlage 5	Felduntersuchungen
Anlage 5.1	Rammpegelausbau
Anlage 5.2	Doppelringinfiltrometerversuche
Anlage 6	Chemische Laborergebnisse
Anlage 6.1	Prüfbericht Boden
Anlage 6.2	Prüfbericht Wasser
Anlage 6.3	Anhang zum Prüfbericht Wasser

## **1 Einleitung**

In Neuenstein-Untereppach ist die Erschließung des Wohngebietes Stegrain geplant. Die GGU wurde mit den Erkundungen im Bereich der geplanten Straßen beauftragt. Die Auftragserteilung erfolgte schriftlich am 02.08.2019, die Kleinrammbohrungen zur Erkundung wurden am 19.08.2019 durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Feld- und der Laboruntersuchungen geliefert und darauf basierend Empfehlungen zum Straßenbau gegeben. Auf die bauzeitliche Wasserhaltung wurde eingegangen.

Für die Bearbeitung stand ein Lageplan zur Verfügung.

## **2 Standort und Baumaßnahme**

Im Rahmen der Baumaßnahme soll auf dem südlichen Teil des Flurstücks 68 das Wohngebiet Stegrain entstehen. Das geplante Neubaugebiet besteht aus 20 Bauplätzen und 3 Straßen.

Auf dem Grundstück befand sich zum Zeitpunkt der Erkundungen eine landwirtschaftliche Ackerfläche. Das Gelände fällt leicht nach Nordwesten ab. Im Süden und Südwesten grenzt ein Wohngebiet an das Untersuchungsgebiet an. Im Norden und Osten liegen landwirtschaftliche Flächen.

Das Bauvorhaben wird in die geotechnische Kategorie GK 1 nach DIN 1054:2010 eingestuft.

In der folgenden Abbildung sind die Gegebenheiten vor Ort am Tag der Kleinrammbohrungen dargestellt.



Abbildung 1: Geplante Baufläche, Blick Richtung Osten

### **3 Untersuchungen**

Zur Erkundung der geologischen Verhältnisse sowie zur Festlegung entsprechender Homogenbereiche nach DIN18300:2015-08 wurden ab dem 19.08.2019 folgende Untersuchungen durchgeführt:

#### Feldversuche

- 4 Kleinrammbohrungen, Tiefe: bis max. 6,0 m unter Geländeoberkante
- Einrichten einer Grundwassermessstelle auf 4,5 m Tiefe (2-Zoll-Rammpegel)
- 2 Versickerungsversuche mittels Doppelringinfiltrometer

#### Laborversuche

- 2 Stück Kornverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4
- 1 Stück Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1
- 4 Stück Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

Die Lage der Kleinrammbohrungen ist im beiliegenden Lageplan (Anlage 1) verzeichnet.

## 4 Baugrund

### 4.1 Aufbau

Nach der Geologischen Karte von Baden Württemberg 1 : 25.000 und der GeoLa GK50 des LGRB steht im Untergrund Lettenkeuper an. Tektonische Störungen oder Verwerfungen wurden nicht aufgenommen und sind auch in den geologischen Karten nicht in unmittelbarer Nähe verzeichnet. Karstphänomene und Lösungserscheinungen (z. B. Dolinen, Erdfälle) sind in der näheren Umgebung der Baufläche nicht beobachtet worden. Der örtliche, in den Aufschlüssen erkundete, Aufbau der Baufläche wird im beiliegenden Bodenprofil dargestellt.

### 4.2 Schichtenbeschreibung

Da die Untersuchungen auf einem umgegrabenen Acker stattgefunden haben, wurde kein Oberboden erkundet. In allen KRB wurde zuoberst beiger bis beige-brauner toniger **Schluff** erkundet. Dieser liegt mit einer Mächtigkeit von 1,5 m (KRB 1 und 2), 1,7 m (KRB 3) bzw. 2,7 m (KRB 4) vor. Die Konsistenzen variieren zwischen steif bis halbfest (KRB 3 und 4), halbfest (KRB 1) und halbfest bis fest (KRB 2).

Unterhalb des Schluffes steht in allen KRB beiger bis beige-brauner bzw. beige-grüner schluffiger **Ton** an. Die Konsistenz wurde steif (KRB 2 und 3) bzw. steif bis halbfest (KRB 1 und 4) angetroffen. In der KRB 1 wird der Ton von 3,6 - 4,5 m u. GOK feinsandig und leicht kiesig. In der KRB 2 steht der Ton bis zu einer Tiefe von 2,7 m u. GOK an, in der KRB 3 bis 3,8 m u. GOK und in der KRB 4 bis zu einer Teufe von 4,7 m u. GOK.

Die nächste erkundete Schicht besteht erneut aus **Schluff**. Die Farbe variiert zwischen beige und beige-braun. In der KRB 1 ist der Schluff bis zu einer Tiefe von 5,5 m tonig und schwach kiesig und liegt in steifer Konsistenz vor. Bis zur Enderkundungstiefe von 6 m ändert sich die Konsistenz zu halbfest. In der KRB 2 ist der Schluff mit steifer Konsistenz mittelkiesig und tonig und steht bis 3,3 m u. GOK an. In der KRB 3 steht er bis 5,5 m u. GOK bei steifer Konsistenz tonig und kiesig an. Der Schluff in der KRB 4 steht bis zur Enderkundungstiefe von 6 m u. GOK mit steifer Konsistenz an. Von 4,7 - 5,4 m u. GOK ist er feinsandig und tonig, von 5,4 m - 6 m ist er feinkiesig bis mittelkiesig und tonig.

Unter dem Schluff folgt in den KRB 2 und 3 beiger bis beige-brauner schluffiger und toniger **Kies**. Dieser steht in der KRB 2 bis 3,8 m u. GOK an, in der KRB 3 bis zur Enderkundungstiefe von 6 m u. GOK.

In der KRB 2 steht unter dem Kies breiiger bis weicher kiesiger und toniger **Schluff** an. Dieser ist beige bis schwarz und hat eine Mächtigkeit von 0,4 m. Bis zur Enderkundungstiefe von 5,2 m ist der Schluff tonig und graubraun und hat eine weich bis steife Konsistenz.

### 4.3 Bodenklassen

In der nachstehenden Tabelle werden die im Baufeld anstehenden Schichten nach den folgenden Vorschriften eingestuft:

- DIN 18196:2011 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- DIN 18300:2012 Erdarbeiten - Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB, Teil C)
- ZTV E-StB 17 Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Beurteilung der Frostepfindlichkeit

Tabelle 1: Bodenklassifikation

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300	Frostepfindlichkeit nach ZTV E-StB 17
Bindiger Boden (Schluff/Ton, tonig/schluffig, kiesig, schwach feinsandig)	UL, TL, TM	4 (2)	F 3
Gemischtkörniger Boden (Kies, schluffig, tonig)	GU*, GT*, GU, GT	4 (2)	F 3

Die anstehenden bindigen Böden sind überwiegend wasser- und strukturempfindlich und gehen bei Wasserzutritt und unter dynamischer Beanspruchung in den breiigen Zustand über (Bodenklasse 2).

#### Erläuterung der Bodengruppen nach DIN 18 196:

- UL leicht plastische Schluffe
- TL leicht plastische Tone
- TM mittel plastische Tone
- GU\* Kies-Schluff-Gemische, 15 - 40 Gew.-%  $\leq 0,063$  mm
- GT\* Kies-Ton-Gemische, 15 - 40 Gew.-%  $\leq 0,063$  mm
- GU Kies-Schluff-Gemische, 5 - 15 Gew.-%  $\leq 0,063$  mm
- GT Kies-Ton-Gemische, 5 - 15 Gew.-%  $\leq 0,063$  mm

### Erläuterungen zu den Bodenklassen nach DIN 18 300:

- 2 Fließende Bodenarten
- 4 Mittelschwer lösbbare Bodenarten

### Erläuterungen zur Frostempfindlichkeit des Bodens nach ZTVE-StB 09:

- F 3 sehr frostempfindlich

## 4.4 Homogenbereiche

Mit der Einführung der VOB 2016 sind Homogenbereiche mit für das Bauvorhaben relevanten Bodeneigenschaften festzulegen. Für erdbautechnische Maßnahmen wurden für die im Baufeld erkundeten Schichten gemäß DIN 18300:2016 (VOB-C) folgende relevante Homogenbereiche definiert und deren Bodenkennwerte angegeben.

### Homogenbereich E 1: bindiger Boden

Bezeichnung: Schluff, tonig; Ton, schluffig

Bodengruppen nach DIN 18196:

UL	leicht plastische Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittel plastische Tone

#### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 18,5 - 21,0 / 8,5 - 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 27,5 - 32,5^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 5 - 10 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 5 - 15 \text{ MN/m}^2$
Plastizität	$I_p = 10 - 25 \%$
Zustandsform	steif- halbfest ( $I_c 0,75 - 1,0$ )
Massenanteil Steine/Blöcke	0 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	sehr schwach durchlässig ( $k_f \leq 10^{-8} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## Homogenbereich E 2: gemischtkörniger Boden

Bezeichnung: Kies, schluffig, tonig

Bodengruppen nach DIN 18196:

GU*	Kies-Schluff-Gemisch, 15 - 40 Gew.- % $\leq$ 0,063 mm
GT*	Kies-Ton-Gemisch, 15 - 40 Gew.- % $\leq$ 0,063 mm
GU	Kies-Schluff-Gemisch, 5 - 15 Gew.- % $\leq$ 0,063 mm
GT	Kies-Ton-Gemisch, 5 - 15 Gew.- % $\leq$ 0,063 mm

### Kennwerte

Wichte	$\gamma / \gamma' = 19,0 - 21,0 / 9,0 - 11,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 30,0 - 35,0^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 0 - 5 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 10 - 30 \text{ MN/m}^2$
Massenanteil Steine/Blöcke	0 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)
Durchlässigkeit (DIN 18130)	schwach durchlässig ( $\sim k_f \leq 10^{-7} \text{ m/s}$ )
Organischer Anteil	< 5 % (nach den Ergebnissen der Erkundung)

## 4.5 Grundwasser und Vorfluter

In den KRB 1 und 4 wurde zum Zeitpunkt der Erkundung kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen. In der KRB 2 wurde bei 3,23 m u. GOK (311,69 mNHN) und in der KRB 3 bei 3,85 m u. GOK (313,27 mNHN) Grundwasser angetroffen. Da die bindigen Böden durchgehend als schwach bis sehr schwach durchlässig anzunehmen sind, muss bei feuchten Witterungsperioden oberflächennah mit auftretendem Schicht- und Sickerwasser gerechnet werden. Der Bemessungswasserstand sollte daher mit Geländeoberkante gleichgesetzt werden.

Als Vorfluter fungieren vermutlich der südlich des Baugebietes verlaufende Kesselbach sowie der nordwestlich verlaufende Epbach.

#### 4.6 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Für bodenmechanische Laboruntersuchungen wurden während der Erkundung je Schicht Bodenproben entnommen. Die folgenden Laborproben wurden für die bodenmechanischen Laboruntersuchungen ausgewählt:

Tabelle 2: Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Probe Nr.	KRB Nr.	Tiefe unter GOK
KVS 1	KRB 2	3,3 - 3,8 m
KVS 2	KRB 3	1,7 - 3,8 m
ZTD 1	KRB 1	1,5 - 3,6 m
WGH 1	KRB 1	1,5 - 3,6 m
WGH 2	KRB 2	3,3 - 3,8 m
WGH 3	KRB 3	1,7 - 3,8 m
WGH 4	KRB 4	2,7 - 4,7 m

Zur Identifikation der anstehenden Böden wurden an ausgewählten Bodenproben die Kornverteilungen nach DIN 18123, die Zustandsgrenzen nach DIN 18122, die Dichte nach DIN 18125 und die Wassergehalte nach DIN 18121-1 bestimmt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Anlage 3 dokumentiert.

#### 4.7 Chemische Laboruntersuchungen

Potenziell als Aushub anfallender Boden muss für die Abschätzung der Entsorgungs- bzw. Verwertungswege umwelttechnisch untersucht werden. Für die orientierende Analyse wurde aus jeder KRB eine Mischprobe gebildet. Ebenfalls wurde aus der in der KRB 2 eingerichteten Grundwassermessstelle (2-Zoll-Rammpegel) eine Grundwasserprobe entnommen, um die Betonaggressivität des Grundwassers zu analysieren.

Die Proben wurden im chemischen Prüflabor GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH in Hildesheim analysiert. Die Prüfberichte Nr. 2019P608002/1, 2019P608003/1 sowie die Anlage zu dem Prüfbericht Nr. 2019P608003/1 vom 10.09.2019 können diesem Bericht als Anlage 4 entnommen werden.

Die Auswertung der Ergebnisse und die orientierende Einstufung der Verwertungs- bzw. Beseitigungsklasse des Bodenmaterials erfolgt nach den folgenden Vorschriften:

- „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ vom 14.03.2007 (*VwV Boden*)
- „Verordnung über Deponien und Langzeitlager“ vom 27.04.2009, letzte Änderung 27.09.2017 (*DepV*)
- „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen“ des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg aus 05/2012 (*Handlungshilfe*)

#### 4.7.2 Auswertung gemäß ‚VwV Boden‘

Die Analyseergebnisse sind den Grenzwerten der ‚VwV Boden‘, Tabelle 6-1: Zuordnungswerte, in der folgenden Tabelle gegenübergestellt:

Tabelle 3: Auswertung chemische Analyse gemäß ‚VwV Boden‘

Parameter	Dimension	1105	1105	1105	1105	Zuordnungswerte gemäß ‚VwV Boden‘				
		KRB 1 MP	KRB 2 MP	KRB 3 MP	KRB 4 MP	Z 0	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
<b>Feststoffkriterien</b>										
Arsen	mg/kg	11	12	12	9,6	15	15/20 <sup>1</sup>	45	45	150
Blei	mg/kg	12	25	22	21	70	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	<0,1	0,21	0,22	0,37	1	1	3	3	10
Chrom (gesamt)	mg/kg	29	29	39	31	60	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg	15	21	19	15	40	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	37	39	35	28	50	100	150	150	500
Thallium	mg/kg	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5	1	1,5	1,5	5
Zink	mg/kg	37	50	55	50	150	300	450	450	1500
Cyanide, ges.	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	-	-	3	3	10
EOX	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1	3	3	10
MKW (C <sub>10</sub> bis C <sub>22</sub> )	mg/kg	< 50	< 50	< 50	< 50	100	200	300	300	1000
MKW (C <sub>10</sub> bis C <sub>40</sub> )	mg/kg	< 100	< 100	< 100	< 100	100	400	600	600	2000
BTX	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1	1	1	1
LHKW	mg/kg	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1	1	1	1
PCB <sub>6</sub>	mg/kg	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK <sub>16</sub>	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,3	0,6	0,9	0,9	3
<b>Eluatkriterien</b>										
pH-Wert	-	8,0	8,0	8,0	8,0	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12,0	5,5-12,0
Leitfähigkeit	µS/cm	117	126	110	103	250	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/L	< 0,6	< 0,6	1,5	< 0,6	30	30	30	50	100
Sulfat	mg/L	10	8,4	3,5	2,9	50	50	50	100	150
Arsen	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,51	-	14	14	20	60
Blei	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	-	40	40	80	200
Chrom (gesamt)	µg/L	< 1	< 1	< 1	1,2	-	12,5	12,5	25	60

Parameter	Dimension	1105 KRB 1 MP	1105 KRB 2 MP	1105 KRB 3 MP	1105 KRB 4 MP	Zuordnungswerte gemäß ‚VwV Boden‘				
						Z 0	Z 0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Cadmium	µg/L	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	-	1,5	1,5	3	6
Kupfer	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	-	20	20	60	100
Nickel	µg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	-	15	15	20	70
Quecksilber	µg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	0,5	0,5	1	2
Zink	µg/L	< 10	< 10	< 10	< 10	-	150	150	200	600
Cyanide, ges.	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	5	5	5	10	20
Phenolindex	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	20	20	20	40	100

<sup>1</sup> 15 mg/kg: Bodenarten Sand u. Lehm/Schluff, 20 mg/kg: Bodenart Ton

Das Material der Mischproben KRB 1 MP, KRB 2 MP, KRB 3 MP und KRB 4 MP ist orientierend in die die **Einbaukonfiguration/Materialqualität Z 0** einzustufen und kann gemäß seiner Einstufung verwertet werden.

#### 4.7.3 Auswertung gemäß DepV

Die Analyseergebnisse sind den Grenzwerten der DepV in der folgenden Tabelle gegenübergestellt. Die mit \* gekennzeichneten Grenzwerte sind nach der „Handlungshilfe org. Schadstoffe“ angegeben.

Tabelle 4 Auswertung chemische Analyse gemäß DepV

Parameter	Maß-einheit	1105 KRB 1 MP	1105 KRB 2 MP	1105 KRB 3 MP	1105 KRB 4 MP	Grenzwerte Deponieverordnung/ Handlungshilfe org. Schadstoffe			
						DK 0	DK I	DK II	DK III
<b>Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz</b>									
Glühverlust	M.-%	2,9	4,0	3,2	3,3	3	3	5	10
TOC	M.-%	0,42	0,3	0,24	1,6	1	1	3	6
<b>Feststoffkriterien</b>									
BTEX	mg/kg	<1	<1	<1	<1	6	30*	60*	---
PCB <sub>7</sub>	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1	5*	10*	---
MKW (C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub> )	mg/kg	<100	<100	<100	<100	500	4000*	8000*	---
PAK (EPA)	mg/kg	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	30	500*	1000*	---
Lipophile Stoffe	M.-%	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,4	0,8	4
<b>Eluatkriterien</b>									
pH-Wert	---	8,0	8,0	8,0	8,0	5,5-13,0	5,5-13,0	5,5-13,0	4,0-13,0
DOC	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	50	50	80	100
Phenole	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	0,2	50	100
Arsen	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,2	1	5
Cadmium	mg/L	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,2	1	5	10
Nickel	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	0,0022	0,04	0,2	1	4
Quecksilber	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	2	5	20
Chlorid	mg/L	<0,6	<0,6	1,5	<0,6	80	1500	1500	2500
Sulfat	mg/L	10	8,4	3,5	2,9	100	2000	2000	5000
Cyanid, l. freisetzbar	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/L	0,95	1,4	0,83	1,2	1	5	15	50

Parameter	Maß-einheit	1105 KRB 1 MP	1105 KRB 2 MP	1105 KRB 3 MP	1105 KRB 4 MP	Grenzwerte Deponieverordnung/ Handlungshilfe org. Schadstoffe			
						DK 0	DK I	DK II	DK III
Barium	mg/L	0,072	0,056	0,016	0,014	2	5	10	30
Chrom, gesamt	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	0,0012	0,05	0,3	1	7
Molybdän	mg/L	0,0027	0,0038	0,0016	0,0021	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,03	0,05	0,7
Gelöste Stoffe, gesamt	mg/L	105	105	85	91	400	3000	6000	10000

Es liegen Überschreitungen der DK 0-Parameter vor. Die betroffenen Parameter sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Tabelle 5 Einstufung der Mischproben nach DepV

Mischprobe	Relevanter Parameter	Einstufung je Parameter	Gesamteinstufung der Mischprobe
1105 KRB 2 MP	Glühverlust (TOC i. O.) Fluorid (Eluat)	DK II (DK 0) DK I	DK I
1105 KRB 3 MP	Glühverlust (TOC i. O.)	DK II (DK 0)	DK 0
1105 KRB 4 MP	Glühverlust TOC Fluorid (Eluat)	DK II DK II DK I	DK II

Bei den Mischproben 1105 KRB 2 MP, 1105 KRB 3 MP und 1105 KRB 4 MP liegen eine Überschreitung der DK 0-Zuordnungswerte gemäß DepV vor. Laut DepV, Anhang 3, Tabelle 2, Fußnote 2, können TOC und Glühverlust gleichwertig zueinander angewandt werden. Bei der Überschreitung nur eines Parameters kann der nicht überschrittene Parameter als maßgebend betrachtet werden. Somit ist die Mischprobe 1105 KRB 3 MP in die **Deponieklasse DK 0** einzustufen und kann entsprechend dieser entsorgt werden. Die Bodenmischproben 1105 KRB 2 MP und 1105 KRB 4 MP sind aufgrund einer Überschreitung des Parameters Fluorid im Eluat in die **Deponieklasse DK II** einzustufen und können entsprechend dieser entsorgt werden.

#### 4.7.4 Wasserproben

Die entnommene Wasserprobe aus dem eingerichteten Rammpegel der KRB 2 wurde gemäß DIN 4030 auf ihre Betonaggressivität untersucht. Die Analyseergebnisse können dem Prüfbericht Nr. 2019P608003/1 und dem Anhang zu dem Prüfbericht Nr. 2019P608003/1 der GBA vom 10.09.2019 (Anlage 4.2) entnommen werden.

In der folgenden Tabelle ist das Ergebnis der chemischen Analyse der Wasserprobe gemäß der in Anlage 4.2 beiliegenden Auswertung aufgelistet:

Tabelle 6: Auswertung/Einstufung der Wasserprobe

Probe	Betonaggressivität
1105 MP 5	XA 1, Nicht Beton angreifend

## 5 Maßnahmen zum Kanal- und Straßenbau

### 5.1 Aushub und Verfüllung

Beim Aushub der Baugrube sind die Empfehlungen der DIN 4124 für Böschungen, Arbeitsraumbreiten und Verbau zu beachten.

Die einschlägigen Sicherheits- und Arbeitsschutzrichtlinien der TBG sind einzuhalten.

Folgendes ist zu beachten:

- Baugrubenwände bis max. 1,25 m Höhe können senkrecht ausgehoben werden.
- Tiefere Baugrubenwände können bei bindigen standsicheren Böden unter einem Böschungswinkel von 60° ausgehoben werden. Alternativ ist ein Verbau erforderlich.
- Die Baugrubenwände sind vor Witterungseinfluss z. B. durch Abdeckung mit PE-Folien zu schützen.
- Auf den Mindestabstand schwerer Baumaschinen zur Baugrubenböschung ist zu achten.
- Auf etwaigen massiven Schicht- und Stauwasserzufluss muss umgehend (z. B. mit Kies-Auflast-Filler) reagiert werden.

Aus geotechnischer Sicht sind die überwiegend feinkörnigen bindigen Aushubböden (tonige Schluffe, schluffige Tone) stark wasser- und frostempfindlich und zum Wiedereinbau nur mäßig geeignet. Die Böden fallen in die Verdichtbarkeitsklasse V 3 und untergeordnet V 2. Ihre Verdichtungsfähigkeit hängt stark vom Wassergehalt ab. Auch bei nur geringer Niederschlagseinwirkung weichen die Böden auf und können ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen nicht mehr optimal verdichtet werden. Während der Zwischenlagerung ist das feinkörnige Aushubmaterial vor Niederschlägen zu schützen. Weiches oder aufgeweichtes Bodenmaterial sollte vor dem Einbau getrocknet und/oder mit Weißfeinkalk oder hydraulischen Bindemitteln behandelt werden. Bei der Bodenverbesserung können unter Umständen Staubbelästigungen der Anwohner und ggf. Schäden durch Kalkstaub an Fassaden, Fahrzeugen und anderen Materialien auftreten.

Alternativ kann als Ersatzmaterial für nicht direkt einbaufähiges, aufgeweichtes, Aushubmaterial auch geeignetes grobkörniges Material (z. B. 0/45 Mineralgemisch) verwendet werden.

## **5.2 Auflagerung und Einbettung der Kanalrohre**

Für die Auflagerung von Entwässerungsleitungen gelten die Vorgaben und Richtlinien der DIN EN 1610.

In Gründungstiefe der Kanalisation stehen nach den Untersuchungsergebnissen überwiegend feinkörnige Böden (tonige Schluffe und schluffige Tone) an.

Soweit die Böden eine mindestens steife oder eine halbfeste Konsistenz aufweisen, sind sie zur Gründung der Kanalisation geeignet. In weichen oder aufgeweichten Bereichen wird ein ca. 0,30 m starker Bodenaustausch mit Kiessand- oder Schotter/Splitt/Sand-Gemisch mit Körnung 0/45 oder ein grobkörniges Aushubmaterial (z. B. Schotter, Kies oder Sand, RC-Material) unter den Rohren empfohlen.

In den Bereichen, in denen kein Bodenaustausch erforderlich ist, sollte die Gründungssohle zur Beseitigung von aushubbedingten Auflockerungen und zur Verbesserung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden nachverdichtet werden.

Die Kanalrohre sind so zu verlegen, dass sie weder durch Linien-, noch durch Punktlagerung, beansprucht werden. Für Muffen sind Vertiefungen im Auflager auszubauen. Zur Auflagerung sowie zur Einbettung der Leitung bis 30 cm oberhalb des Rohrscheitels (Leitungszone) sollte kornabgestuftes Sand-Kies-Material (Größtkorn 20 mm), Sand-Splitt-Material (Größtkorn 11 mm), oder anderes geeignetes Material verwendet werden.

Es ist zu prüfen, inwieweit Tonriegel in den Kanalgräben zur Vermeidung der Wasserführung im Rohraulager (Dränwirkung) erforderlich sind.

Anstehender Fels wurde bis in 6,0 m Tiefe unter GOK nicht erkundet. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass in der Hanglage dennoch örtlich Festgestein vorkommen kann.

### **5.3 Wasserhaltung**

Für Schichtwasser und Tagwasser ist eine offene Wasserhaltung bereit zu halten und zu betreiben. Diese kann bei normalen Witterungsverhältnissen offen über die Rohrbettung, gegebenenfalls mit ergänzenden Pumpensämpfen, erfolgen.

Die Grundwasserhaltung ist genehmigungspflichtig. Dafür muss ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für die zeitweise Grundwasserentnahme während der Bauzeit bei der Unteren Wasserbehörde gestellt und von dieser Behörde genehmigt werden.

Da im Norden des Geländes Abflussrinnen parallel zu dem geplanten Baugebiet verlaufen, kann es durch Bauarbeiten zur Störung der natürlichen Wegsamkeiten kommen. Daher kann die Abführung von gegebenenfalls anfallendem Hangwasser durch Hangwasserdrainagen sowie eine zielgerichtete Abführung von potentiell in den Straßenkörper laufendem Oberflächen- und Grundwasser notwendig werden.

## **6 Empfehlungen zu Straßenbaumaßnahmen**

Für die Dimensionierung von Straßen und sonstigen befahrbaren Freiflächen gelten die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012 (RStO 12), und „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“, Ausgabe 2017 (ZTV E-StB 17).

### **6.1 Verdichtung/Tragfähigkeit des Planums**

Die im Planum anstehenden Böden sind in den Bodenprofilen dargestellt. Auf dem Planum stehen überwiegend feinkörnige Böden an.

Nach Fertigstellung des Planums ist die Verdichtung/Tragfähigkeit durch entsprechende Versuche zu prüfen.

Die Verdichtungskontrolle ist durch Bestimmung des Verdichtungsgrades mittels Dichtebestimmungen gemäß DIN 18125 Teil 2 in Verbindung mit Proctorversuchen nach DIN 18127 durchzuführen. In der ZTV E-StB 17, Tabelle 2, werden folgende Anforderungen an den Verdichtungsgrad in Abhängigkeit von der Bodenart gestellt:

Tabelle 7: Anforderungen an den Verdichtungsgrad

Bereich	Bodengruppen (DIN 18196)	Verdichtungsgrad $D_{Pr}$
Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	100 %
1,0 m unter Planum bis Dammsohle	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	98 %
Planum bis Dammsohle und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GU*, GT*, SU*, ST*, U, T	97 %

Die Tragfähigkeit muss durch die Bestimmung des Verformungsmoduls  $E_{V2}$  geprüft werden. Nach dem Verdichten des Planums muss nach ZTV E-StB 17 im statischen Plattendruckversuch ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf frostempfindlichen Untergrund bzw.  $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  auf frostsicherem Untergrund erreicht werden. Bei Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung ist auf OK Planum ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  direkt nach der Verdichtung nachzuweisen.

Nach bisheriger Erfahrung weisen die Abschnitte, in denen feinkörnige Böden/Auffüllungen mit mindestens steifer Konsistenz anstehen, erfahrungsgemäß  $E_{V2}$ -Werte von 10 - 25  $\text{MN/m}^2$  auf. Höhere Werte lassen sich durch Verdichten meistens nicht erreichen.

## 6.2 Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums

Für alle Bereiche, in denen der geforderte Wert  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auch mit Nachverdichtung nicht erreicht wird, sind Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums erforderlich. Diese können entweder durch Bodenverbesserungsmaßnahmen des im Planum anstehenden Bodens, durch Bodenaustausch oder durch Erhöhung der Aufbaustärke der Trag-schichten ohne Bindemittel erzielt werden.

### 6.2.1 Bodenverbesserung

Eine Bodenbehandlung mit Weißfeinkalk oder Kalk-Zement-Mischbindemittel führt zur wesentlichen Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums bei. Wir gehen davon aus, dass eine Bodenverbesserung bis in eine Tiefe von ca. 30 - 40 cm erforderlich ist, um den geforderten Wert zu erreichen. Je nach Wassergehalt des Bodens ist nach bisheriger Erfahrung von einer Bindemittelmenge von 2 - 6 Gew. oder Masse-% auszugehen. Die Zugabemengen sind im Rahmen von Eignungsprüfungen festzulegen.

Wir weisen darauf hin, dass die Bodenbehandlung mit wesentlicher Staubeentwicklung (z. B. Feinkalk) verbunden ist, die ggf. eine erhebliche Belästigung der Bewohner und Schäden an

der Bebauung, Fahrzeugen oder den anderen Einrichtungen hervorrufen kann. Eventuell sind staubarme Bindemittel als Alternative notwendig.

### 6.2.2 Bodenaustausch/Erhöhung der Aufbaustärke

Alternativ kann ein Bodenaustausch mit grobkörnigem oder gemischtkörnigem nichtbindigem Material mit einem Feinkornanteil < 15 % durchgeführt bzw. die Mächtigkeit der Tragschichten ohne Bindemittel vergrößert werden. Um den vorgeschriebenen Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  zu erreichen, wird die erforderliche Dicke des Bodenaustausches auf ca. 20 - 40 cm, ggf. mit Trennvlies, je nach Tragfähigkeit des Untergrundes und Kornzusammensetzung des Austauschmaterials, geschätzt. Für den Bodenaustausch kann grob- und gemischtkörniges Material (z. B. Vorabsiebung oder Schroppen) verwendet werden.

### 6.3 Empfehlungen zur Bauweise des Oberbaus

Gemäß RStO 12 wird für Fahrbahnen in Abhängigkeit von der Frostempfindlichkeit des Planums und der Bauklasse eine Dicke des frostsicheren Oberbaus wie folgt empfohlen:

Tabelle 8: Empfehlung für den frostsicheren Oberbau

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F 2	55	50	40
F 3	65	60	50

Für Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F 3 wird ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf OK Planum gefordert. Neben dem oben angegebenen Richtwert für die Dicke des Oberbaus werden auch weitere Zuschläge (Mehr- oder Minderdicken) für Frosteinwirkungszone, Wasserverhältnisse, Lage, Entwässerung usw. nach Tabelle 7 der RStO 12 wie folgt berücksichtigt:

Tabelle 9: Mehr- oder Minderdicken des Oberbaus

Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E
Frosteinwirkung	Zone I	±0 cm				
	Zone II	+5 cm				
	Zone III	+15 cm				
Kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaverhältnisse, z. B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		+5 cm			
	keine besonderen Klimaeinflüsse		±0 cm			
	günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung		-5 cm			
Wasserverhältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m u GOK			±0 cm		
	Grund- oder Schichtenwasser höher als 1,5 m u GOK			+5 cm		
Lage der Gradienten	Einschnitt, Anschnitt				+5 cm	
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m				±0 cm	
	Damm > 2,0 m				-5 cm	
Entwässerung der Fahrbahn/Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					±0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen*					-5 cm

Insgesamt sollten hier zusätzlich 5 cm auf die Standard-Aufbauhöhen aufgeschlagen werden. Bei Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung können Teile der Lage als Frostschuttschicht mitbewertet werden.

## 7 Bautechnische Folgerungen

### 7.1 Frostempfindlichkeit

Da die Baufläche in der Frosteinwirkungszone 2 liegt, sollte eine Mindesteinbindetiefe der Fundamente des frostsicheren Oberbaus von 0,8 - 1,0 m eingehalten werden, um Frosthebungen und damit verbundene Schäden vorzubeugen.

### 7.2 Wasserhaltung

Aufgrund der gering durchlässigen Schichten ist bei feuchter Witterung mit Stau- und Sickerwasser zu rechnen. Der Wasserandrang kann zwar aufgrund jahreszeitlicher Schwankungen variieren, für die Bauphase sollte dennoch eine offene Wasserhaltung vorgesehen werden (z. B. auch zur Aufnahme von Tagwasser).

### **7.3 Wiedereinbau von Aushub**

Die angetroffenen bindigen Böden eignen sich nur bedingt zum Wiedereinbau. Ihr Einbau könnte nur bei geeignetem Wassergehalt, d. h. mindestens steifer Konsistenz, erfolgen. Der Einbau bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ist als erschwert zu beurteilen.

### **7.4 Erdbeben**

Laut der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg 1:350 000 (1. Auflage 2005) liegt die Baufläche außerhalb der Erdbebenzonen.

## **8 Versickerung von Oberflächenwasser**

Voraussetzung für die Versickerung von Niederschlagswasser ist die Durchlässigkeit (hydraulische Leitfähigkeit) der oberflächennah anstehenden Lockergesteine sowie ein ausreichender Abstand von der Grundwasseroberfläche (Grundwasserflurabstand).

Für Versickerungsanlagen kommen nach der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138, Ausgabe April 2005 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser), Lockergesteine in Frage, die eine Durchlässigkeit im Bereich von  $k = 1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$  m/s besitzen. Die Mächtigkeit des Sickertraums sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, grundsätzlich mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Der höchste Grundwasserstand ist definiert als das arithmetische Mittel der Jahreshöchstwerte mehrerer Jahre mit Angabe des Zeitraums.

Es wurden 2 Doppelringinfiltrometer-Versuche mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:  $7,22 \times 10^{-6}$  m/s und  $4,15 \times 10^{-5}$  m/s. Es handelt sich hierbei um verfahrensbedingt ungesättigte Werte. Bei längerem Betrieb sind entsprechend niedrigere Werte zu erwarten (siehe Kapitel 4.4). Dies ist bei der Dimensionierung von Versickerungsanlagen zu beachten. Die Versickerung sowie der Grundwasserflurabstand sind als kritisch zu bewerten. Bei der Planung der Versickerungsanlagen ist die Beratung durch einen geotechnischen Sachverständigen sinnvoll.

Aufgrund des für den anstehenden Boden zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwertes ist eine planmäßige Versickerung im Sinne der DWA (Arbeitsblatt DWA-A 138) möglich.

Da die direkte ungedrosselte Ableitung des Regenwassers in Kanalsystemen aus ökologischer Sicht insbesondere hinsichtlich der Grundwasserneubildungsrate jedoch sehr ungünstig zu bewerten ist, sollte versucht werden, den Regenwasserabfluss zu vermindern und zu dämpfen.

Auch an Standorten mit geringer Durchlässigkeit kann ein Teil der Jahresniederschläge versickern oder verdunsten. Hier empfehlen sich Mulden oder Teichflächen. In extremen Witterungsperioden werden die Versickerungselemente jedoch nicht ausreichend leistungsfähig sein. Daher sollten die Versickerungselemente mit einem Notüberlauf („Hochwasserentlastung“) zu den öffentlichen Abwasseranlagen versehen werden (genehmigungspflichtig).

## 9 Zusammenfassung

In Neuenstein-Untereppach ist die Erschließung des Wohngebietes Stegrain geplant. Das geplante Neubaugebiet besteht aus 20 Bauplätzen und 3 Straßen.

Auf dem Grundstück befand sich zum Zeitpunkt der Erkundungen ein Acker. Das Gelände fällt leicht nach Nordwesten ab. Im Süden und Südwesten grenzt ein Wohngebiet an das Untersuchungsgebiet an. Im Norden und Osten liegen landwirtschaftliche Flächen.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen zusammen. Als oberste Schicht steht toniger Schluff an. Unter diesem wurde schluffiger Ton erkundet. Gebietsweise folgte schluffiger, toniger, Kies und darunter wieder toniger Schluff. Grundwasser und Schichtwasser wurden zum Zeitpunkt der Erkundung nur in der KRB 2 (3,32 m u. GOK) und KRB 3 (3,85 m u. GOK) angetroffen. Aufgrund der überwiegend bindigen Böden muss bei feuchter Witterung mit Stau- und Schichtenwasser in jeder Tiefenlage gerechnet werden. Eine Überwachung der Bauarbeiten mit Abgleich der Ergebnisse im vorliegenden Bericht ist empfehlenswert.

Auf Grundlage der Erkundung und der Laborversuche sowie von Erfahrungswerten wurden die Bodenkennwerte und Homogenbereiche angegeben.

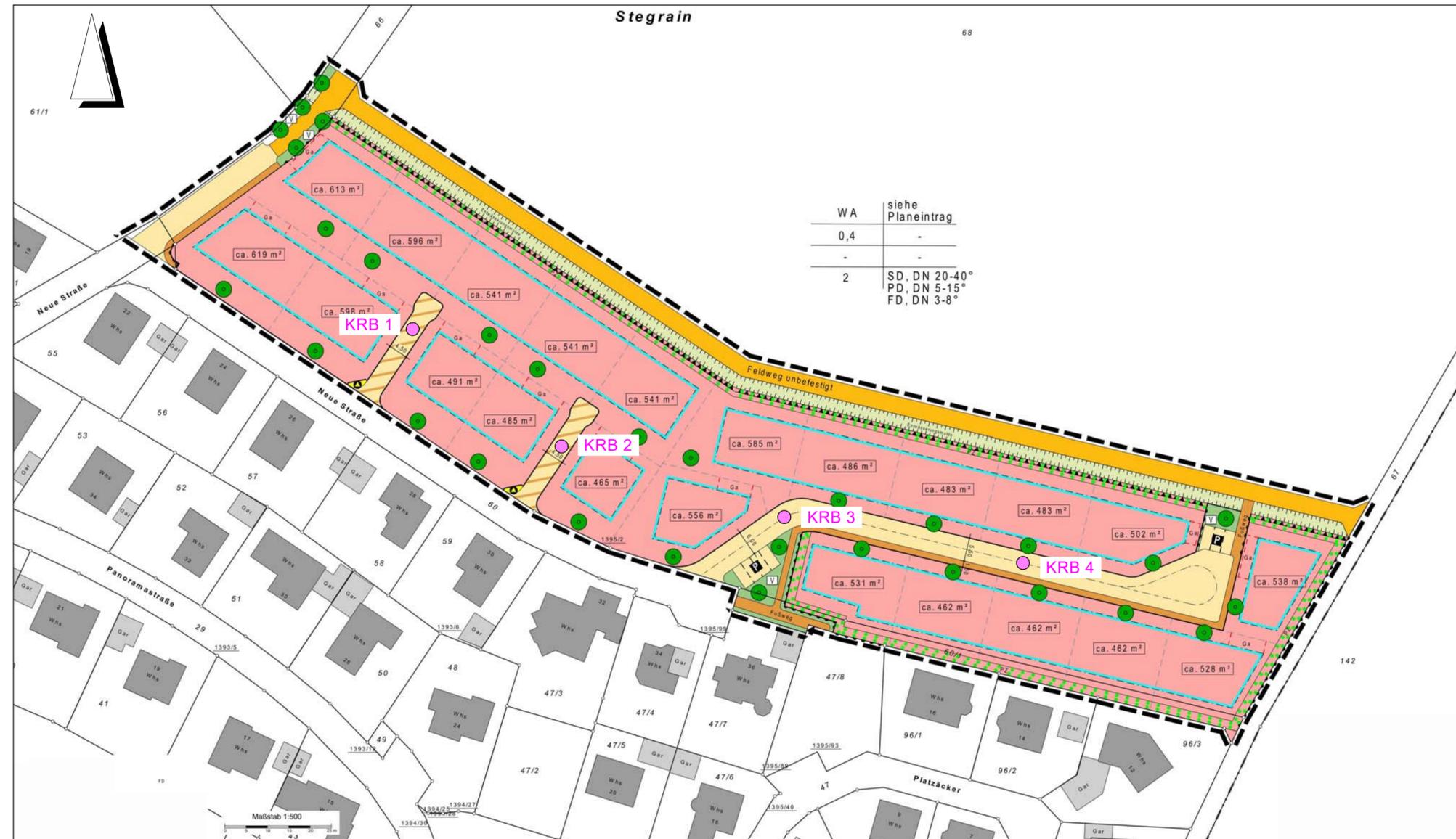
Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist im Sinne der DWA (Arbeitsblatt DWA-A 138) möglich.



Dipl.-Ing. Axel Seilkopf



i. A. Anna Schneider (B.Sc.)



#### GPS-Koordinaten und NH-Höhen

Sondierung	Gauß-Krüger-Koordinaten		Höhe [m ü. NH*]
	Rechtswert	Hochwert	
GOK PEG 1	3544189,66	5452145,53	314,93
POK PEG 1	3544189,38	5452145,62	315,65
RKS 1	3544153,13	5452164,91	312,44
RKS 2	3544189,19	5452145,89	314,92
RKS 3	3544241,41	5452124,45	317,12
RKS 4	3544294,80	5452111,18	318,79

(1 m aufgesetzt für bessere Sichtbarkeit)

\*DHHN 16

● KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)



### Neuenstein - Untereppach Erschließung Wohngebiet Stegrain

Gezeichnet: Mü  
 Bearbeiter: AS  
 Maßstab: 1 : 1000  
 Datum: 26.08.2019

#### Lageplan

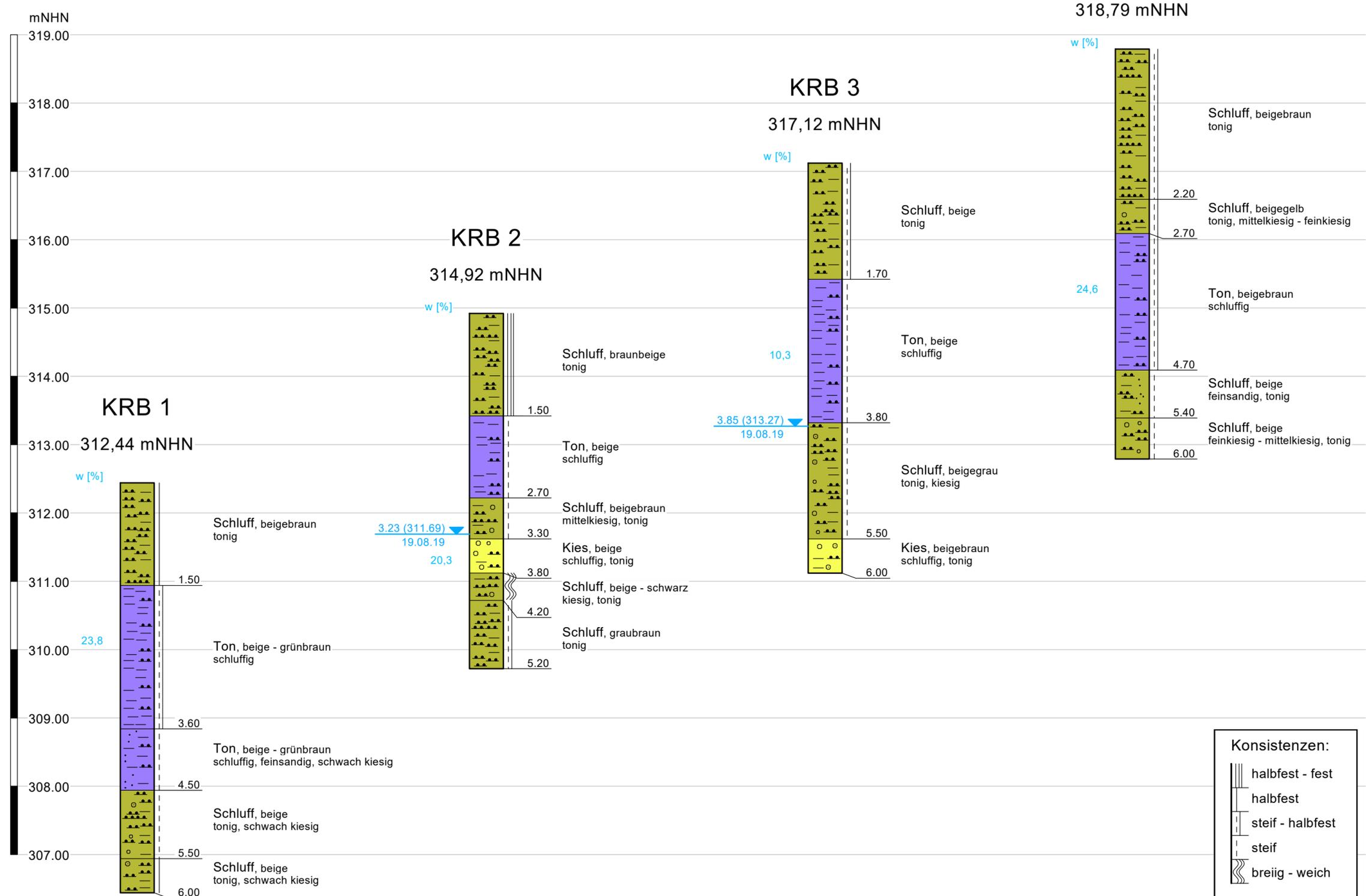
Bericht Nr.: 2019/1105  
 Anlage Nr. 1

**KRB 4**  
 318,79 mNHN

**KRB 3**  
 317,12 mNHN

**KRB 2**  
 314,92 mNHN

**KRB 1**  
 312,44 mNHN



**Konsistenzen:**

	halbfest - fest
	halbfest
	steif - halbfest
	steif
	breiig - weich

**Bodenprofil**  
 Maßstab d. H. 1 : 50  
 KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)  
 w = Wassergehalt



Gesellschaft für Grundbau  
und Umwelttechnik mbH  
Am Römerbad 23/1  
74613 Öhringen  
Tel.: 07941 / 6492420

# Körnungslinie

## Neuenstein - Untereppach

### Erschließung Wohngebiet Stegrain

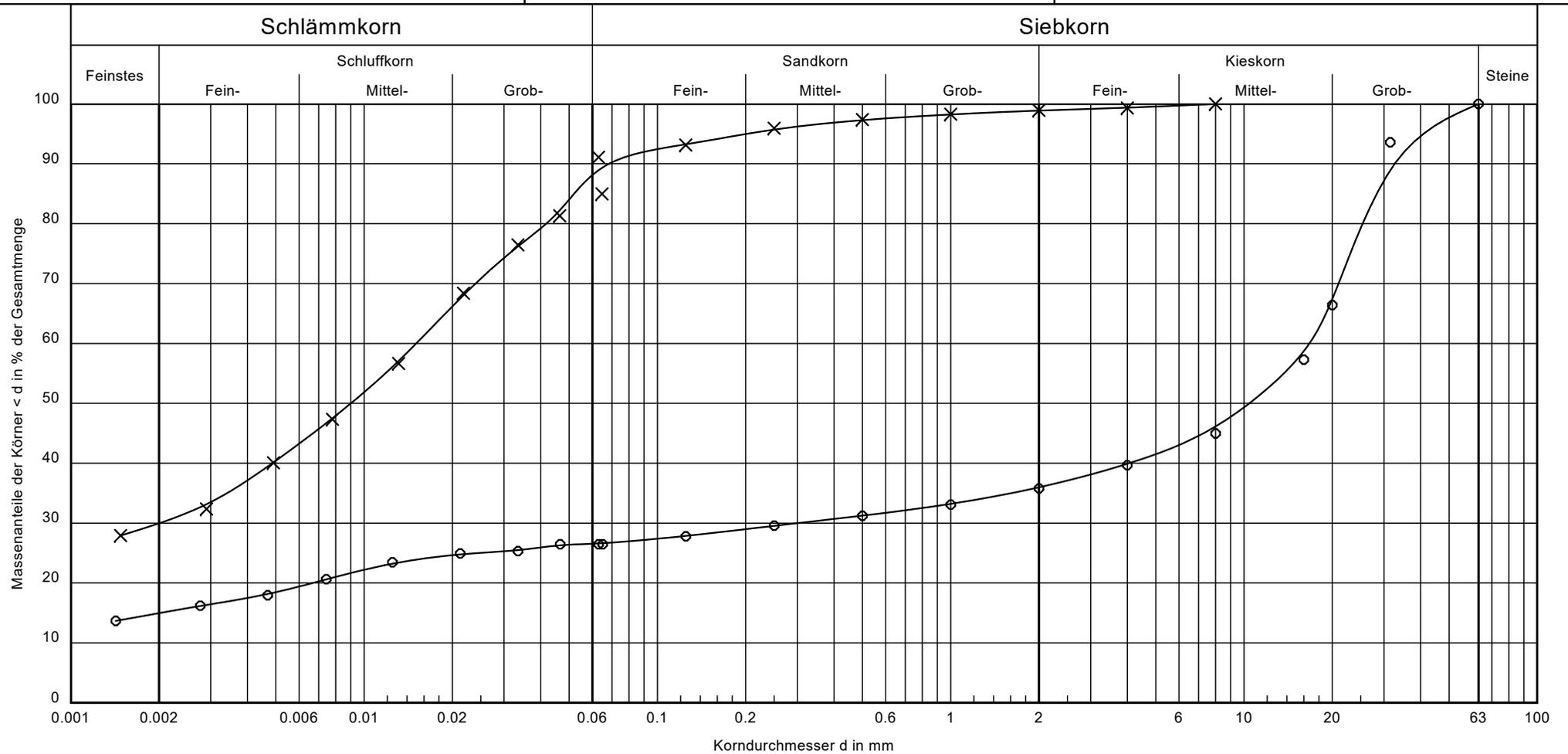
Probe entnommen am: 19.08.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse

Bearbeiter: AF.

Datum: 03.09.2019



Kurve:	○—○	×—×
Entnahmestelle:	KRB 2	KRB 3
Tiefe:	3,3 - 3,8 m u. GOK	1,7 - 3,8 m u. GOK
Bodenart:	G, t', u', s'	U, t, fs'
Cu/Cc:	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	15.0/11.6/9.4/64.0	30.0/59.0/9.9/1.1

Bemerkungen:

Bericht:  
2019/1105  
Anlage:  
3:1

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

### Neuenstein - Untereppach

### Erschließung Wohngebiet Stegrain

Bearbeiter: AF

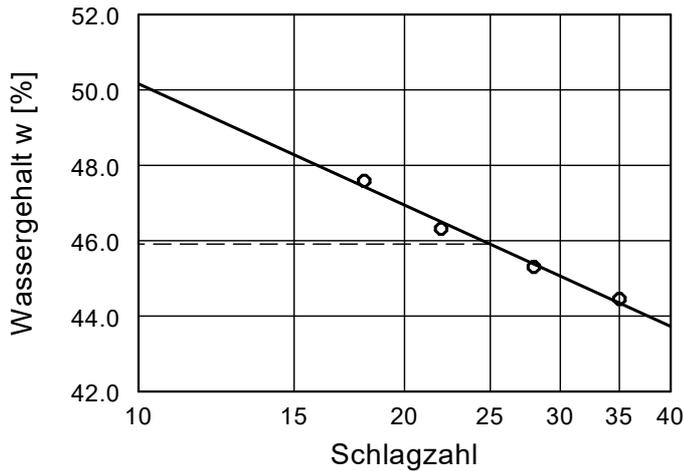
Datum: 03.09.2019

Entnahmestelle: KRB 1

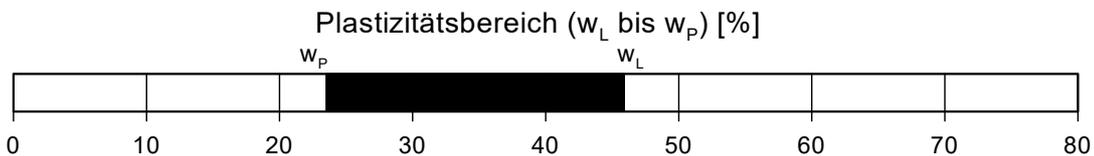
Tiefe: 1,5 - 3,6 m u. GOK

Art der Entnahme: gestört

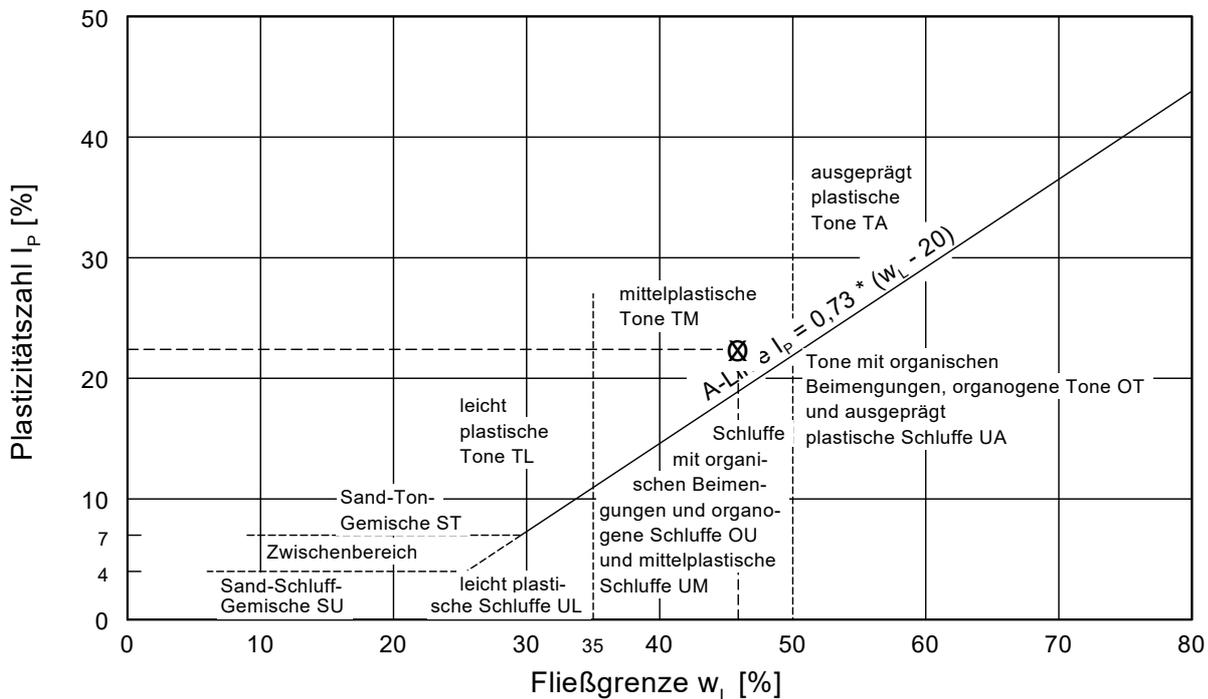
Probe entnommen am: 19.08.2019



Wassergehalt  $w = 23.8 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 45.9 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_p = 23.5 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 22.4 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 0.99$



Plastizitätsdiagramm



 Gesellschaft für Grundbau und Umweltechnik mbH Am Römerbad 23/1 74613 Ohringen Tel.: 07941 / 6492420	Bericht: 2019/1105	Anlage Nr.: 4.1
	<b>Neuenstein-Untereppach</b> <b>Erschließung Wohngebiet Stegrain</b>	

### Homogenbereich für Erdbau DIN 18300

Kennwert	Kurzzeichen	Maßeinheit	Erdarbeiten DIN 18300
Ortsübliche Bezeichnung	-	-	Bindiger Boden
Bodengruppe DIN 18196	-	-	UL, UM, TM
Korngrößenverteilung DIN 18123	Es ist das gesamte resultierende Körnungsband der genannten Bodengruppen nach DIN 18196 anzusetzen		
Steine und Blöcke	-	%	< 1
Wichte	$\gamma / \gamma'$	kN/m <sup>3</sup>	18,5 - 21,0 / 8,5 - 11
Reibungswinkel	$\varphi'_k$	°	27,5 - 32,5
Kohäsion	$c'_k$	kN/m <sup>2</sup>	5 – 10
Steifemodul	$E_s$	MN/m <sup>2</sup>	5 – 15
Plastizitätszahl DIN 18122-1	$I_P$	%	10 - 25
Konsistenzzahl DIN 18122-1	$I_c$	-	0,75 - 1,0
Org. Anteil	-	%	< 5
Durchlässigkeit DIN 18130	$k_f$	m/s	$\leq 10^{-8}$

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Römerbad 23/1 74613 Öhringen Tel.: 07941 / 6492420	Bericht: 2019/1105	Anlage Nr.: 4.2
	<b>Neuenstein-Untereppach</b> <b>Erschließung Wohngebiet Stegrain</b>	

### Homogenbereich für Erdbau DIN 18300

Kennwert	Kurzzeichen	Maßeinheit	Erdarbeiten DIN 18300
Ortsübliche Bezeichnung	-	-	Gemischtkörniger Boden
Bodengruppe DIN 18196	-	-	GU*, GT*, GU, GT
Korngrößenverteilung DIN 18123	Es ist das gesamte resultierende Körnungsband der genannten Bodengruppen nach DIN 18196 anzusetzen		
Steine und Blöcke	-	%	< 1
Wichte	$\gamma / \gamma'$	kN/m <sup>3</sup>	19,0 - 21,0 / 9,0 - 11,0
Reibungswinkel	$\varphi'_k$	°	30,0 - 35,0
Kohäsion	$c'_k$	kN/m <sup>2</sup>	0 - 5
Steifemodul	$E_s$	MN/m <sup>2</sup>	10 - 30
Org. Anteil	-	%	< 5
Durchlässigkeit DIN 18130	$k_f$	m/s	$\leq 10^{-7}$

Neuenstein-Untereppach  
Erschließung Wohngebiet Stegrain  
Felduntersuchungen

Bericht: 2019/1105

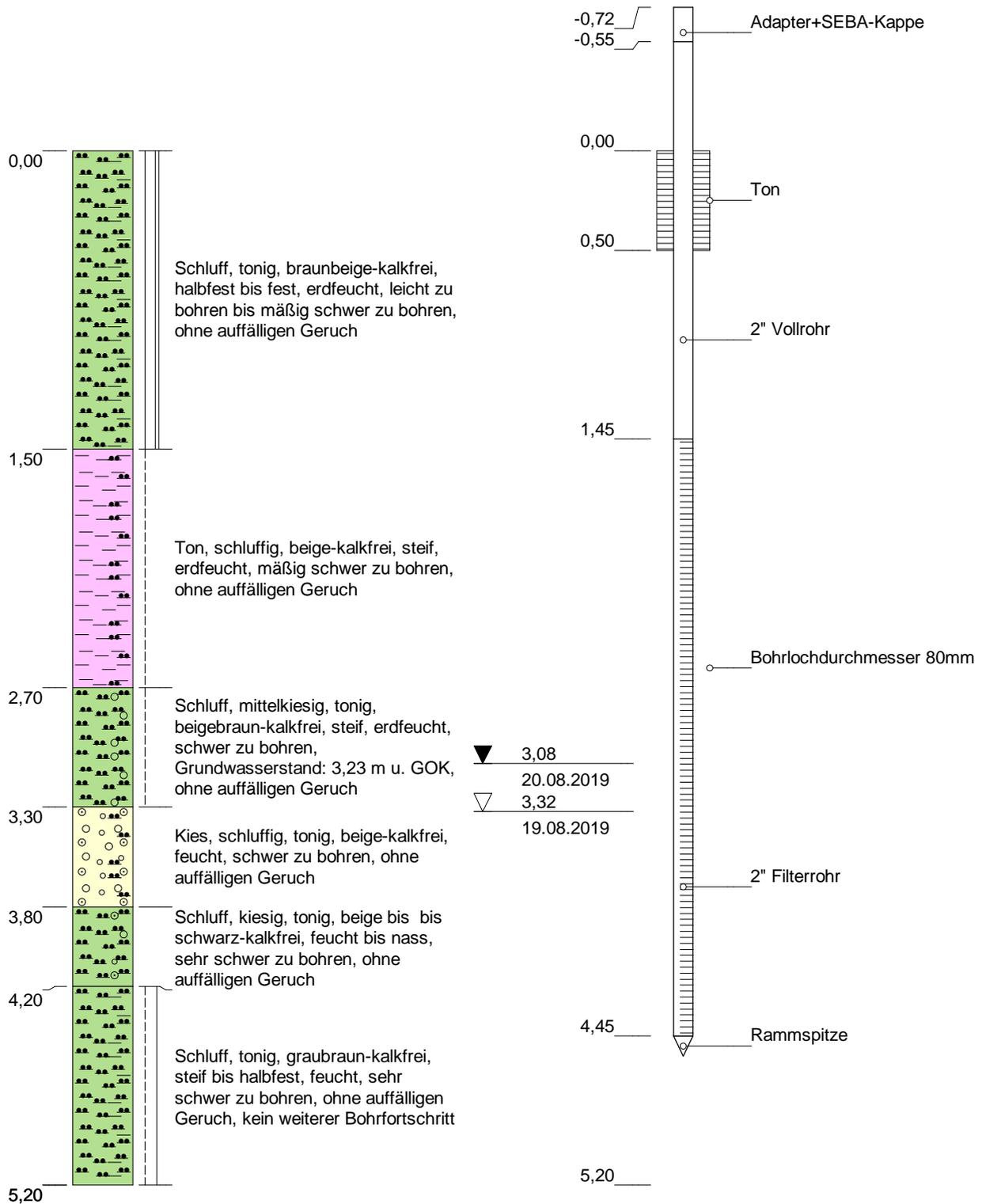
---

Anlage 5.1 und 5.2

Felduntersuchungen  
(Rammpegelausbau und  
Doppelringinfiltrometerversuche)

(3 Seiten)

## RKS 2



### Neuenstein Untereppach

Sondierprofil nach DIN 4023 und Pegelausbauzeichnung

	Datum	Name	Projekt-Nr.: 1908D5
Gez.	21.08.2019	Schad, M.Sc. Geowis.	Maßstab: 1:30 Blattgröße: DIN A4
Bearb.	19.08.2019	Miernik, Dipl.-Geol.	
Gepr.			
Ges.			

### GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH



#### WST-GmbH

Elly-Beinhorn-Str.6  
69124 Eppelheim

Tel.: 06221 - 181780  
Fax: 06221 - 181784

E-Mail: wst@wst-altlastenerkundung.de

# Ringinfiltrometer

WST-Projekt Nr: **1908D5**

Projekt: Neuenstein Untereppach

Datum: 20.08.2019

Versuch-Nr. Versuch 1 (1 m von RKS 1 entfernt)

Bodenart: Ton, braun, erdfeucht, weich, Wurzeln, Pflanzenreste

A Zeit	B Wasserhöhe		C Kumulative Zeit	D Zeitabschnitte	E Infiltration	F Infiltrationskapazität	G Infiltrationskapazität	H Kummulative Infiltration
	vor Nachfüllen	nach Nachfüllen						
Std / Min / Sek	mm	mm	min	min	mm	mm/min	m/h	mm
00:00:00	105	105	0					0
00:01:00	105	105	1,00	1,00	0	0	0,000	0
00:02:00	105	105	2,00	1,00	0	0	0,000	0
00:05:00	104	104	5,00	3,00	1	0,3	0,020	1
00:10:00	102	102	10,00	5,00	2	0,4	0,024	3
00:15:00	100	100	15,00	5,00	2	0,4	0,024	5
00:20:00	97	97	20,00	5,00	3	0,6	0,036	8
00:25:00	93	93	25,00	5,00	4	0,8	0,048	12
00:30:00	90	90	30,00	5,00	3	0,6	0,036	15
00:35:00	88	88	35,00	5,00	2	0,4	0,024	17
00:40:00	84	84	40,00	5,00	4	0,8	0,048	

Infiltrationskapazität: **0,026 m/h**  
**7,22E-06 m/s**

# Ringinfiltrometer

WST-Projekt Nr: **1908D5**

Projekt: Neuenstein Untereppach

Datum: 20.08.2019

Versuch-Nr. Versuch 2 (1 m von RKS 3 entfernt)

Bodenart: Ton, braun, erdfeucht, weich, Wurzeln, Pflanzenreste

A Zeit Std / Min / Sek	B Wasserhöhe		C Kumulative Zeit min	D Zeitabschnitte min	E Infiltration mm	F Infiltrations- kapazität mm/min	G Infiltrations- kapazität m/h	H Kummulative Infiltration mm
	vor Nachfüllen	nach Nachfüllen						
	mm	mm						
00:00:00	125	125	0					0
00:01:00	121	121	1,00	1,00	4	4	0,240	4
00:02:00	116	116	2,00	1,00	5	5	0,300	9
00:03:00	115	115	3,00	1,00	1	1,0	0,060	10
00:05:00	108	108	5,00	2,00	7	3,5	0,210	17
00:07:30	101	101	7,50	2,50	7	2,8	0,168	24
00:10:00	99	99	10,00	2,50	2	0,8	0,048	26
00:12:30	88	88	12,50	2,50	11	4,4	0,264	37
00:15:00	83	83	15,00	2,50	5	2	0,120	42
00:17:30	80	80	17,50	2,50	3	1,2	0,072	45
00:20:00	76	76	20,00	2,50	4	1,6	0,096	49
00:22:30	71	71	22,50	2,50	5	2	0,120	54
00:25:00	67	67	25,00	2,50	4	1,6	0,096	

**Infiltrationskapazität:** 0,150 m/h  
4,15E-05 m/s

Neuenstein-Untereppach  
Erschließung Wohngebiet Stegrain  
Chemische Analysen

Bericht: 2019/1105

---

Anlage 6.1

Chemische Analyseergebnisse  
Bodenproben  
(GBA Prüfbericht Nr. 2019P608002 / 1)

(6 Seiten)

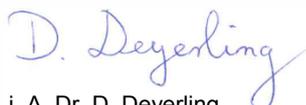
GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbh · Daimlerring 37 · 31135 Hildesheim

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH  
 Öhringen  
 Frau Schöllhorn  
 Am Römerbad 23/1

**74613 Öhringen**
**Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Öhringen
<b>Eingangsdatum</b>	30.08.2019
<b>Projekt</b>	2019/1005
<b>Material</b>	Boden
<b>Kennzeichnung</b>	siehe Tabelle
<b>Auftrag</b>	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
<b>Verpackung</b>	PE-Beutel
<b>Probenmenge</b>	siehe Tabelle
<b>GBA-Nummer</b>	<b>19606009</b>
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn</b>	30.08.2019
<b>Prüfende</b>	10.09.2019
<b>Methoden</b>	siehe Anlage
<b>Unteraufträge</b>	
<b>Bemerkung</b>	
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Bodenproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt.

Hildesheim, 10.09.2019



 i. A. Dr. D. Deyerling  
 Technische Laborleitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 6 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1

 GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbh  
 Daimlerring 37, 31135 Hildesheim  
 Telefon +49 (0)5121 75096-50  
 Fax +49 (0)5121 75096-55  
 E-Mail hildesheim@gba-group.de  
 www.gba-group.com

 HypoVereinsbank  
 IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92  
 SWIFT BIC HYVEDEMM300  
 Commerzbank Hamburg  
 IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00  
 SWIFT-BIC COBADEHXXX

 Sitz der Gesellschaft:  
 Hamburg  
 Handelsregister:  
 Hamburg HRB 42774  
 USt-Id.Nr. DE 118 554 138  
 St.-Nr. 47/723/00196

 Geschäftsführer: Steffen Walter  
 Mark Piekerei, Ralf Murzen  
 Kai Plinke, Dr. Roland Bernerth  
 Dr. Elisabeth Lackner  
 Torben Giese  
 Dr. Dominik Obeloer

**Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1**
**2019/1005**

GBA-Nummer		19606009	19606009	19606009	19606009
Probe-Nr.		001	002	003	004
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		<b>1105 MP 1</b>	<b>1105 MP 2</b>	<b>1105 MP 3</b>	<b>1105 MP 4</b>
Probemenge		0,8 kg	0,9 kg	1,0 kg	0,7 kg
Probeneingang		30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>				
Trockenrückstand	Masse-%	84,0	83,4	81,9	86,2
EOX	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	<100	<100	<100
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	<50	<50	<50
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Glühverlust	Masse-% TM	2,9	4,0	3,2	3,3
TOC	Masse-% TM	0,42	0,30	0,24	1,6
Lipophile Stoffe	Masse-%	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Chrysen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

**Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1**
**2019/1005**

<b>GBA-Nummer</b>		19606009	19606009	19606009	19606009
<b>Probe-Nr.</b>		001	002	003	004
<b>Material</b>		Boden	Boden	Boden	Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>1105 MP 1</b>	<b>1105 MP 2</b>	<b>1105 MP 3</b>	<b>1105 MP 4</b>
<b>Probemenge</b>		0,8 kg	0,9 kg	1,0 kg	0,7 kg
<b>Probeneingang</b>		30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>				
Summe BTEX (BBodSchV)	mg/kg TM	-/-	-/-	-/-	-/-
Benzol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Toluol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Ethylbenzol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
m-/p-Xylol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
o-Xylol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Cumol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Styrol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Aufschluss mit Königswasser					
Arsen	mg/kg TM	11	12	12	9,6
Blei	mg/kg TM	12	25	22	21
Cadmium	mg/kg TM	<0,10	0,21	0,22	0,37
Chrom ges.	mg/kg TM	29	29	39	31
Kupfer	mg/kg TM	15	21	19	15
Nickel	mg/kg TM	37	39	35	28
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Thallium	mg/kg TM	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Zink	mg/kg TM	37	50	55	50

**Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1**
**2019/1005**

<b>GBA-Nummer</b>		19606009	19606009	19606009	19606009
<b>Probe-Nr.</b>		001	002	003	004
<b>Material</b>		Boden	Boden	Boden	Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>1105 MP 1</b>	<b>1105 MP 2</b>	<b>1105 MP 3</b>	<b>1105 MP 4</b>
<b>Probemenge</b>		0,8 kg	0,9 kg	1,0 kg	0,7 kg
<b>Probeneingang</b>		30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>				
Eluat					
pH-Wert		8,0	8,0	8,0	8,0
Leitfähigkeit	µS/cm	117	126	110	103
Chlorid	mg/L	<0,60	<0,60	1,5	<0,60
Sulfat	mg/L	10	8,4	3,5	2,9
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Phenolindex	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
DOC	mg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cyanid l. freis. (CFA)	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Fluorid	mg/L	0,95	1,4	0,83	1,2
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	105	105	85	91
Arsen	µg/L	<0,50	<0,50	<0,50	0,51
Blei	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cadmium	µg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Chrom ges.	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	1,2
Kupfer	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Nickel	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Quecksilber	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Zink	µg/L	<10	<10	<10	<10
Thallium	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Barium	mg/L	0,072	0,056	0,016	0,014
Molybdän	mg/L	0,0027	0,0038	0,0016	0,0021
Antimon	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Selen	mg/L	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020

Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1  
 2019/1005

Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,4	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 <sup>a</sup> 6
EOX	1,0	mg/kg TM	DIN 38414-17: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 <sup>a</sup> i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 6
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 <sup>a</sup> i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 6
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 <sup>a</sup> 5
Glühverlust	0,5	Masse-% TM	DIN EN 15169: 2007-05 <sup>a</sup> 6
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 <sup>a</sup> 5
Lipophile Stoffe	0,010	Masse-%	LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 6
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	berechnet 6
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(k)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Dibenz(ah)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
Benzo(g,h,i)perylene	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 6
PCB Summe 6 Kongenere	0,020	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 6
PCB Summe 7 Kongenere	0,020	mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 <sup>a</sup> 6
Summe BTEX (BBodSchV)		mg/kg TM	berechnet 6
Benzol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
Toluol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
Ethylbenzol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
m-/p-Xylol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
o-Xylol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
Cumol		mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
Styrol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 6
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 <sup>a</sup> 6
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5

**Prüfbericht-Nr.: 2019P608002 / 1**
**2019/1005**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 <sup>a</sup> 6
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 6
Leitfähigkeit	20	µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> 6
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 <sup>a</sup> 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 <sup>a</sup> 5
DOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 1997-08 <sup>a</sup> 5
Cyanid l. freis. (CFA)	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 <sup>a</sup> 5
Fluorid	0,15	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	20	mg/L	DIN 38409-2: 1987-03 <sup>a</sup> 6
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Thallium	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Barium	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Molybdän	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Antimon	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Selen	0,0020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.  
 Untersuchungslabor: <sup>6</sup>GBA Hildesheim <sup>5</sup>GBA Pinneberg

Neuenstein-Untereppach  
Erschließung Wohngebiet Stegrain  
Chemische Analysen

Bericht: 2019/1105

---

Anlage 6.2

Chemische Analyseergebnisse  
Wasserproben  
(GBA Prüfbericht Nr. 2019P608003 / 1)

(3 Seiten)

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbh · Daimlerring 37 · 31135 Hildesheim

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH  
 Öhringen  
 Frau Schöllhorn  
 Am Römerbad 23/1

**74613 Öhringen**
**Prüfbericht-Nr.: 2019P608003 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Öhringen
<b>Eingangsdatum</b>	30.08.2019
<b>Projekt</b>	2019/1005
<b>Material</b>	Grundwasser
<b>Kennzeichnung</b>	1105 MP 5
<b>Auftrag</b>	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
<b>Verpackung</b>	Glasflaschen
<b>Probenmenge</b>	ca. 3 L
<b>GBA-Nummer</b>	<b>19606009</b>
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn</b>	30.08.2019
<b>Prüfende</b>	10.09.2019
<b>Methoden</b>	siehe Anlage
<b>Unteraufträge</b>	
<b>Bemerkung</b>	
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Bodenproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt.

Hildesheim, 10.09.2019



 i. A. Dr. D. Deyerling  
 Technische Laborleitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P608003 / 1

 GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbh  
 Daimlerring 37, 31135 Hildesheim  
 Telefon +49 (0)5121 75096-50  
 Fax +49 (0)5121 75096-55  
 E-Mail hildesheim@gba-group.de  
 www.gba-group.com

 HypoVereinsbank  
 IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92  
 SWIFT BIC HYVEDEMM300  
 Commerzbank Hamburg  
 IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00  
 SWIFT-BIC COBADEHXXX

 Sitz der Gesellschaft:  
 Hamburg  
 Handelsregister:  
 Hamburg HRB 42774  
 USt-Id.Nr. DE 118 554 138  
 St.-Nr. 47/723/00196

 Geschäftsführer: Steffen Walter  
 Mark Piekerei, Ralf Murzen  
 Kai Plinke, Dr. Roland Bernerth  
 Dr. Elisabeth Lackner  
 Torben Giese  
 Dr. Dominik Obeloer

**Prüfbericht-Nr.: 2019P608003 / 1**
**2019/1005**

<b>GBA-Nummer</b>		19606009
<b>Probe-Nr.</b>		005
<b>Material</b>		Grundwasser
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>1105 MP 5</b>
<b>Probemenge</b>		ca. 3 L
<b>Probeneingang</b>		30.08.2019
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
Betonaggressivität		
Aussehen		
Geruch		unauffällig
Geruch (angesäuerte Probe)		ohne
pH-Wert		7,7
Härtehydrogencarbonat	°dH	17
Chlorid	mg/L	11
Sulfat	mg/L	28
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	<5,0
Ammonium	mg/L	<0,20
Gesamthärte	°dH	20
Calcium	mg/L	89
Magnesium	mg/L	34

**Prüfbericht-Nr.: 2019P608003 / 1**  
**2019/1005**

**Prüfbericht-Nr.: 2019P608003 / 1**

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Aussehen			visuell <sup>a</sup> <sub>6</sub>
Geruch			DEV-B1/2: 1971 <sup>a</sup> <sub>6</sub>
Geruch (angesäuerte Probe)			DEV-B1/2: 1971 <sup>a</sup> <sub>6</sub>
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Härtehydrogencarbonat	0,050	°dH	DIN 38 405-D8: 1971 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Gesamthärte		°dH	DIN 38409-6: 1986-01 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Calcium	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 <sup>a</sup> <sub>5</sub>
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 <sup>a</sup> <sub>5</sub>

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.  
 Untersuchungslabor: <sub>5</sub>GBA Pinneberg <sub>6</sub>GBA Hildesheim

Neuenstein-Untereppach  
Erschließung Wohngebiet Stegrain  
Chemische Analysen

Bericht: 2019/1105

---

Anlage 6.3

Chemische Analyseergebnisse  
Wasserproben  
(Anlage zu GBA Prüfbericht Nr.  
2019P608003 / 1)

(1 Seite)

## Anlage zu Prüfbericht 2019P608003

Probe-Nr.: 19606009 / 005

Probenbezeichnung: 1105 MP 5

**Tabelle 1:** Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 1045-2 Tab. 2 / DIN EN 206-1

Parameter	Messwert	Einheit	Angriffsgrad		
			schwach angreifende Umgebung XA 1	mäßig angreifende Umgebung XA 2	stark angreifende Umgebung XA 3
pH-Wert	7,7		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - >= 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	<5,0	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	<0,20	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
			300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Sulfat	28	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	11	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	20	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	17	°dH	---	---	---
			---	---	---

**Kurzbeurteilung:** Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind bei der hier untersuchten Wasserprobe keine Maßnahmen nach DIN 1045 erforderlich. Das Wasser ist nicht Beton angreifend.