



Weiß
Ingenieure

Weiß Beratende Ingenieure
GmbH

Objektplanung Ingenieurbau
Verkehrsanlagen und Infrastruktur
Tragwerksplanung
Fliegende Bauten
Geotechnik/Erd- und Grundbau
Ingenieurvermessung

79111 Freiburg
Bötzingen Str. 29
Telefon 0761 45283-0
Telefax 0761 45283-99
info@weiss-ingenieure.de
www.weiss-ingenieure.de

Gemeinde Vörstetten
Freiburger Str. 2, 79279 Vörstetten

Erschließung Baugebiet Krummacker in
Vörstetten

Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis

Inhalt

1	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2	GRUNDLAGEN	1
2.1	Auswertung der Kampfmittelvorerkundung	2
3	GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE RANDBEDINGUNGEN.....	2
3.1	Bodengutachten	2
3.2	Grundwasser und Versickerung.....	5
4	VERKEHRSANLAGEN	8
4.1	Denzlinger Straße (K5132)	9
4.1.1	Geometrische Ausbildung.....	9
4.1.2	Straßenaufbau	10
4.1.3	Randeinfassungen.....	11
4.2	Planstraße A.....	11
4.2.1	Geometrische Ausbildung.....	11
4.2.2	Straßenaufbau	12
4.2.3	Randeinfassungen.....	13
4.3	Planstraße B.....	13
4.3.1	Geometrische Ausbildung.....	13
4.3.2	Straßenaufbau	14
4.3.3	Randeinfassungen.....	14
4.4	Geh- und Radweg zur Sulzgasse.....	14
4.4.1	Geometrische Ausbildung.....	14
4.4.2	Straßenaufbau	15
4.4.3	Randeinfassungen.....	15
4.5	Bodenverbesserung	15
5	VER- UND ENTSORGUNGSLEITUNGEN	16
5.1	Regenentwässerung Verkehrsanlagen und Grundstücke	16
5.1.1	Allgemeines zur Regenwasserentwässerung.....	16
5.1.2	Ableitung in den Strüpfelgraben.....	16
5.1.3	Ableitung des häuslichen Regenwassers (private Flächen)	17



5.1.4	Ableitung des öffentlichen Regenwassers (Verkehrsflächen).....	17
5.1.5	Abstimmungsverfahren und fachliche Plausibilisierung.....	17
5.2	Konzept und Bemessung der Regenwasserbewirtschaftung	18
5.2.1	Ausgangsgrößen und Bemessungsgrundlagen	18
5.2.2	Hydraulische Bemessung	19
5.2.3	Erforderliche Rückhaltevolumina	21
5.2.4	Zusammenfassende Bewertung und Genehmigungsfähigkeit	21
5.3	Schmutzwasserentwässerung.....	22
5.4	Trinkwasserversorgung	23
5.5	Medienleitungen	23
6	VERFAHREN UND DURCHFÜHRUNG DER MAßNAHME	24
7	EINGRIFFE IN DEN WASSERHAUSHALT.....	25
7.1	Nachweis der Regenwasserbehandlung.....	25
7.2	Eingriffe ins Gewässer während der Bauausführung	25
7.3	Dauerhafte Eingriffe ins Gewässer.....	26

Tabellen

Tabelle 1	Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche Boden*	4
Tabelle 2	Ergebnisse der chemischen Analysen der anstehenden Böden	5
Tabelle 3	Ansatz der Dachformen und Abflussbeiwerte gem. DWA-A 138-1	18
Tabelle 4	Auszug maßgebender Bemessungsniederschläge (KOSTRA-DWD 2020, Rasterzelle Vörsstetten)	19

Anlagen

Anlage 1	Hydraulische Nachweise der Versickerungsanlage	Seite 1 bis 13
----------	--	----------------

Anhänge

Anhang A	Geotechnischer Bericht – Baugebiet Krummacker in Vörsstetten, Weiß Beratende Ingenieure, 23.01.2022	Seite 1 bis 50
Anhang B	Geotechnischer Bericht – Neubau einer Flüchtlingsunterkunft Im Krummacker Sulzgasse Vörsstetten, Ingenieurgruppe Geotechnik, 09.05.2025. Seite 1 bis 22	
Anhang C	Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen / Luftbildauswertung, Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Stuttgart, 18.06.2021	Seite 1 bis 2
Anhang D	Stellungnahme Entwässerung Baugebiet Krummacker Vörsstetten, BIT Ingenieure AG, 19.12.2025	Seite 1 bis 14

Pläne

Plan-Nr. Planinhalt

U2.1	Übersichtskarte, Maßstab 1:25.000
U3.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1:2.500
U5.1A	Lageplan - Abschnitt Nord Straßenbau, Maßstab 1:250

U5.2A	Lageplan - Abschnitt Süd Straßenbau, Maßstab 1:250
U5.3A	Lageplan - Abschnitt Nord Leitungsplan, Maßstab 1:250
U5.4A	Lageplan - Abschnitt Süd Leitungsplan, Maßstab 1:250
U6.1	Höhenplan Achse 10 - Planstraße A, Planstraße A, Maßstab 1:250/25
U6.2	Höhenpläne Achse 20 (Geh-/Radweg) + Achse 30 (Planstr.B), Maßstab 1:250/25
U6.3	Höhenplan Achse 130 (Denzlinger Straße), Maßstab 1:250/25
U14.1	Regelquerschnitte Straßenaufbau, Maßstab 1:50 / 1:25
U14.2	Regelquerschnitte Leitungsgräben, Maßstab 1:50
U14.3	Kennzeichnende Querschnitte Achsen 10, 20, 30 und 130, Maßstab 1:100
U16.2A	Detailplan Versickerungsanlage Muldenrigole, Maßstab 1:250 / 1:50

Revisionen

Index	Datum	gültige Seiten / Anlagen / Anhänge
-	05.05.2026	I bis V, 1 bis 25 / Anlage 1 / Anhänge A bis D
a	04.08.2026	I bis VI, 1 bis 26 / Anlage 1 / Anhänge A bis D

Index	Seiten / Anlagen / Anhänge	Änderungen / Ergänzungen	Verfasser
-	I bis VI, 1 bis 26 / Anlage 1 / Anhänge A bis D	-	Fd
a	Seite 1	Ergänzung des Antragsgegenstandes mit Beschreibung der Niederschlagswasserbewirtschaftung, angeschlossener Fläche und Drosselabfluss	Fd
a	Seite 6-8	Abschnitt „Versickerung“ vollständig überarbeitet und unter Beibehaltung der Verweise auf Anhang A, Anhang B und Anhang D an die wasserwirtschaftliche Abstimmung angepasst	Fd
a	Seite 20	Beschreibung der Anlagenfunktion gemäß Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde angepasst	Fd

Gemeinde Vörstetten

Erschließung Baugebiet Krummacker in Vörstetten
Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis



Weiß
Ingenieure

Index	Seiten / Anlagen / Anhänge	Änderungen / Ergänzungen	Verfasser
a	Anlage 1	Ergänzung Flächen-, Gebiets- und RRB-Daten	Fd

1 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Gemeinde Vörstetten beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets Krummacker mit einer Fläche von rund 1,8 ha. Das Gebiet liegt zwischen der Sulzgasse im Norden und der Denzlinger Straße (K 5132) im Süden und soll gemäß Bebauungsplanentwurf über eine Sackgasse von der Denzlinger Straße aus sowie über eine Geh- und Radwegverbindung zur Sulzgasse erschlossen werden. Im Zuge der Maßnahme ist zudem eine Anpassung der Denzlinger Straße vorgesehen.

Der vormals gemeinsam geführte Bebauungsplanbereich Krummacker/Sulzgasse wurde in zwei eigenständige Plangebiete getrennt. Dieses Dokument behandelt ausschließlich den Bereich des Baugebiets Krummacker. Die bauliche Betreuung der Maßnahme erfolgt durch das Verbandsbauamt des Gemeindeverwaltungsverbands Denzlingen–Vörstetten–Reute; Erschließungsträger ist die badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG.

Gegenstand des Antrags ist die wasserrechtliche Zulassung der Niederschlagswasserbewirtschaftung für das Baugebiet Krummacker. Das Niederschlagswasser der angeschlossenen Flächen wird über eine zentrale Mulden-Rigolen-Anlage zurückgehalten und versickert. Zusätzlich erfolgt eine Ableitung über einen Drosselabfluss von 3 l/s in den Strüpfelgraben. Grundlage der Bemessung ist eine angeschlossene, undurchlässige Fläche von rd. 0,58 ha.

2 GRUNDLAGEN

Für die Entwurfsplanung, die die Grundlage für den Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis stellt, dienten als Quellen:

- [1] Bebauungsplan mit örtlichen Bauvorschriften „Krummacker“ Zeichnerischer Teil, Stand September 2025, Gemeinde Vörstetten.
- [2] Bebauungsplan „Sulzgasse“ 1. Änderung, Skizze der Flächen, Stand 14.09.2023, Gemeinde Vörstetten.
- [3] Generalentwässerungsplan Vörstetten Ergänzung / Überarbeitung Dezember 2013, ERNST + CO Beratende Ingenieure GmbH.
- [4] Stellungnahme Entwässerung Baugebiet Krummacker Vörstetten, BIT Ingenieure, Dezember 2025
- [5] Leitungsauskunft Wasserversorgung Gemeinde Vörstetten, 20.06.2022
- [6] Leitungsauskunft öffentlicher Kanal, Gemeinde Vörstetten, 20.06.2022
- [7] Leitungsauskunft Strom Bestand, Netze BW, 20.06.2022
- [8] Leitungsauskunft Telekom, Telekom, 20.06.2022
- [9] Leitungsauskunft Vodafone, Vodafone, 20.06.2022
- [10] Leitungsauskunft Erdgas, bnNetze, 20.06.2022



- [11] Geotechnischer Bericht Baugebiet Krummacker, Weiß Beratende Ingenieure GmbH, 23.01.2022.
- [12] Geotechnischer Bericht – Neubau einer Flüchtlingsunterkunft Im Krummacker Sulzgasse Vörstetten, Ingenieur Gruppe Geotechnik, 09.05.2025
- [13] Luftbildauswertung zur Überprüfung des Verdachts auf Kampfmittelbelastung, Kampfmittelbeseitigungsdienst, 18.06.2021
- [14] Vermessung in UTM und DHHN2016 (HS170), Weiß Beratende Ingenieure GmbH, 06.09.2023.
- [15] Stellungnahmen Träger öffentlicher Belange zum Bebauungsplan Krummacker in Vörstetten, Februar 2025

Weiterhin dienen als Grundlage für die Straßenplanung die Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen – Ausgabe 2006 (RASt 06), die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen 2012 (RStO 12) sowie weitere einschlägige Richtlinien und Empfehlungen.

2.1 Auswertung der Kampfmittelvorerkundung

Für den Bereich des Bebauungsplans Krummacker wurde im Vorfeld der Planung eine Kampfmittelvorerkundung in Form einer multitemporalen Luftbildauswertung durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg im Auftrag der Gemeinde Vörstetten und umfasste historische alliierte Luftaufnahmen des Untersuchungsgebiets [13].

Im Ergebnis der Auswertung ergaben sich keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Bombenblindgängern oder sonstigen Kampfmitteln innerhalb des untersuchten Bereichs. Auf Grundlage der vorliegenden Luftbildauswertung wurden seitens des Regierungspräsidiums Stuttgart keine weiteren Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen erforderlich.

Die Aussagen der Kampfmittelvorerkundung beziehen sich ausschließlich auf die ausgewerteten Luftbilddaten und können keine absolute Garantie für eine vollständige Kampfmittelfreiheit darstellen. Bei Auftreten eines Kampfmittelverdachts sind die Arbeiten unverzüglich einzustellen; die zuständigen Stellen sind umgehend zu informieren

3 GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE RANDBEDINGUNGEN

3.1 Bodengutachten

Die Angaben zur Baugrundsituation beruhen auf dem geotechnischen Bericht Baugebiet Krummacker der Weiß Beratende Ingenieure GmbH (Anhang A), welcher bereits der Vorplanung zugrunde lag und weiterhin als maßgebliche Grundlage für die



Entwässerungskonzeption dient. Ergänzend liegen geotechnische Untersuchungen der Ingenieurgruppe Geotechnik für den Bereich der Flüchtlingsunterkunft im Baugebiet Krummacker vor (Anhang B), die zur Plausibilisierung der allgemeinen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse herangezogen werden.

Nach der geologischen Karte (M 1:25.000, Blatt 7913 Freiburg i. Br. Nordost) stehen im Bereich des Plangebiets Löß-Auelehme („Schwemmlöß“) über Niederterrassenschottern an.

In den Baugrundaufschlüssen wurden folgende Bodenschichten angetroffen:

Schluff (Löß-Auelehme)

Zusammensetzung: Schluff, schwach sandig bis stark sandig, schwach tonig bis tonig, teilweise schwach kiesig bis kiesig. Die Schluffe wurden oberflächennah erdfeucht bis feucht, zur Tiefe feucht bis nass, angetroffen.

Farbe: grau bis grau(dunkel)braun, hellbraun bis dunkelbraun

Konsistenz: weich bis steif bis steif bis halbfest

Lagerungsdichte: locker bis mitteldicht (grobkörnige Anteile)

Schichtgrenzen: zwischen 0,5 – 1,7 m unter Geländeoberfläche (GOF) auf Höhen zwischen 214,0 mNN bis 212,0 mNN

sandiger Kies (Niederterrassenschotter)

Zusammensetzung: Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig, lokal im Übergangsbereich vom Schluff zum Kies: schluffig; die sandigen Kiese enthalten erfahrungsgemäß Steine und Blöcke. Es sind Lagen und Linsen von Schluff-Sand-Gemischen eingelagert. Die sandigen Kiese wurden erdfeucht bis feucht, unterhalb vom Grundwasser feucht bis nass angetroffen.

Farbe: braun bis dunkelbraun, rotbraun bis rot dunkelbraun, graubraun bis dunkelgrau

Lagerungsdichte: überwiegend mitteldichte bis dichte Lagerung, lokal im Übergangsbereich zum Schluff: locker

Schichtgrenze: nicht aufgeschlossen; mindestens bis 6,0 m unter Geländeoberfläche (GOF)

Die bodenmechanischen Eigenschaften, Kennwerte und Einstufungen der anstehenden Böden sind in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1 Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche Boden*

Homogenbereich	E1	E2
ortsübliche Bezeichnung	Schluff (Löß-Auelehm)	Kies, sandig (Niederterrassen- schotter)
Korngrößenverteilung T/U/S/G [%]	25/55/20/0 bis 5/50/35/5	25/55/20/0 bis 0/0/25/45
Anteil Steine [%]	< 5	< 30
Anteil Blöcke [%]	-	< 20
Anteil große Blöcke [%]	-	< 10
Dichte (feucht) [g/cm³]	1,8 – 2,0	1,9 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	10 - 100	-
Wassergehalt w [%]	15 – 40	2 - 10 lagenweise: 15 - 40
Plastizitätszahl I_p [%]	4 - 20	lagenweise: 4 - 20
Konsistenzzahl I_c	0,5 – 1,05	lagenweise: 0,5 – 1,05
bez. Lagerungsdichte I_D [-]	-	0,45 – 1,0
organischer Anteil [%]	< 10	< 5
Bodengruppe nach DIN 18196:2011-05	SÜ, UL, UM, TL	GW, GU, G, SUI lagenweise: GÜ, SÜ, UL, UM, TL
Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09	4 (2)	3 - 5
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17	F3	F1 – F3

* nicht durch Versuche bestimmte Kennwerte beruhen auf Erfahrungswerten
n.b. nicht bestimmt

E = Homogenbereich Erdarbeiten (DIN 18300)

Zur umwelttechnischen Einordnung der aushubrelevanten Böden wurden im Rahmen des geotechnischen Berichts Mischproben der schluffigen Deckschichten

untersucht. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in Tabelle 2 zusammengestellt:

Tabelle 2 Ergebnisse der chemischen Analysen der anstehenden Böden

Probenbezeichnung	Einbaukonfiguration gem. VwV-BaWü Tab. 6.1	Deponieklasse nach DepV, Tab. 2	Abfallschlüssel	Prüfberichte-Nrn.
MP Schluff BG Nord	Z0 Lehm/Schluff	DK 0	17 05 04	00100334-01/02
MP Schluff BG Süd	Z0 Lehm/Schluff	DK 0	17 05 04	00100334-03/04

Aus den Untersuchungsergebnissen ergibt sich, dass die geprüften Böden der Einbaukonfiguration Z0 Lehm/Schluff zugeordnet werden können. Die Zuordnungswerte der Deponieklasse DK 0 werden eingehalten. Eine Wiederverwendung bzw. Verwertung der Böden ist damit grundsätzlich möglich. Im Falle einer Entsorgung ist das Bodenmaterial dem Abfallschlüssel 17 05 04 zuzuordnen. Sofern es im Zuge der Bauausführung zu einer Zwischenlagerung des Aushubmaterials kommt, sind Haufwerksbeprobungen nach den einschlägigen Regelwerken durchzuführen; die vorliegenden Analysen ersetzen eine solche Beprobung nicht, sondern dienen als Grundlage für Ausschreibung und Entsorgungsabstimmung.

3.2 Grundwasser und Versickerung

Grundwasserverhältnisse

Das geplante Baugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) innerhalb der Wasserschutzgebietszone III B. Der Hochwassergefahrenkarte der LUBW nach, liegt es in keinem Überflutungsbereich durch Hochwasser.

Gemäß den Angaben des Landratsamtes Emmendingen (WebGIS) ist im Baugebiet mit folgenden maßgebenden Grundwasserständen zu rechnen:

MHW Ost	=	213,40 mNN
MHW West	=	212,10 mNN
HHW Ost	=	215,10 mNN
HHW West	=	213,50 mNN

Im Bereich der geplanten Versickerungsanlage wird in Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde ein maßgebender MHW von 212,50 mNN angesetzt.

Der Bemessungswasserstand BW (Auftrieb, Wasserdruck auf Bauteile, Feuchteschutz) kann den höchsten Grundwasserständen (HHW) gleichgesetzt werden:

BW Ost	=	215,1 mNN
BW West	=	213,5 mNN

Die Bemessungswasserstände liegen somit auf Höhe der derzeitigen Geländeoberfläche.

Versickerung

Die oberflächennah anstehenden schluffigen Deckschichten weisen nur eine geringe Wasserdurchlässigkeit auf und sind für eine unmittelbare Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet. Für die darunter anstehenden sandigen Kiese wurde im Rahmen eines Versickerungsversuchs ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ermittelt (Anhang A).

Die Baugrundverhältnisse sind durch eine Wechsellagerung von Schluff- und Kies-schichten mit örtlich unterschiedlich ausgeprägten schluffigen Zwischenlagen gekennzeichnet. In Verbindung mit den hohen Grundwasserständen ergeben sich hieraus Einschränkungen für die Versickerungsleistung des Untergrundes sowie für die Auslegung und den Betrieb von Versickerungsanlagen.

Eine ausschließlich auf die Versickerungsleistung des Untergrundes gestützte Niederschlagswasserbeseitigung ist daher nicht vorgesehen. Die Hinweise der vorliegenden geotechnischen Berichte beziehen sich insbesondere auf eine reine Versickerung ohne gesicherte Rückhalte- und Entlastungsmöglichkeit (Anhang A und Anhang B).

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der fachlichen Vorabstimmung mit der Unteren Wasserbehörde und den beteiligten Fachstellen ein projektspezifisches Entwässerungskonzept entwickelt. Die fachliche Plausibilisierung und hydraulische Untersuchung erfolgten ergänzend durch die BIT Ingenieure AG (Anhang D).

Das vorgesehene Entwässerungssystem besteht aus einer Kombination von:

- Rückhaltung in einer begrünten Mulde,
- unterstützender Versickerung über eine unterlagerte Rigole,
- einem gedrosselten Grundablass in Richtung Strüpfelgraben sowie



- einer definierten Notentlastung.

Die Anlage ist damit keine reine Versickerungsmulde, sondern weist eine Funktion wie ein Mulden-Rigolen-System auf.

Die Versickerung stellt lediglich einen Bestandteil des Gesamtsystems dar. Die hydraulische Funktions- und Betriebssicherheit wird nicht allein aus der Versickerungsleistung des Untergrundes abgeleitet, sondern zusätzlich durch die vorgesehenen Rückhaltevolumina, den gedrosselten Abfluss und die Notentlastung abgesichert.

Der nach DWA-A 138-1 grundsätzlich vorgesehene Abstand von 1,0 m zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem maßgebenden mittleren höchsten Grundwasserstand kann aufgrund der örtlichen Gelände- und Grundwasserverhältnisse nicht eingehalten werden.

Bei der vorgesehenen Ausbildung der Anlage verbleibt eine wirksame Sickerstrecke von insgesamt 0,60 m. Diese setzt sich aus einer 0,30 m mächtigen Filter- beziehungsweise Bodenzone und einem zusätzlichen Abstand von 0,30 m zum maßgebenden mittleren höchsten Grundwasserstand zusammen.

Die Unterschreitung des grundsätzlich vorgesehenen Abstandes wurde bei der Entwicklung und Bemessung des Gesamtsystems berücksichtigt. Der Ansatz einer projektspezifischen Sickerstrecke von 0,60 m wurde im Rahmen der bisherigen fachlichen Vorabstimmung mit der Unteren Wasserbehörde erörtert und wird mit dem vorliegenden Antrag zur abschließenden wasserrechtlichen Bewertung und Zulassung gestellt.

Für die hydraulische Bemessung und Auslegung der Anlage wird für den anstehenden Boden unterhalb der Rigole der im geotechnischen Bericht der Weiß Beratende Ingenieure GmbH ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ zugrunde gelegt (Anhang A).

Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems sind insbesondere:

- die Einhaltung der geplanten Höhenlagen und der angesetzten Sickerstrecke,
- die fachgerechte und qualitätsgesicherte Herstellung der belebten Bodenzone und der Rigole,
- die Sicherstellung der Auftriebssicherheit der unterirdischen Anlagenteile,
- die fachtechnische Überprüfung der maßgebenden Baugrundverhältnisse im Zuge der Bauausführung sowie



- die dauerhafte Wartung und Unterhaltung der Entwässerungsanlagen.

Sollten im Zuge der Bauausführung gegenüber den bisherigen Untersuchungen wesentlich abweichende Baugrund- oder Grundwasserverhältnisse festgestellt werden, ist die Planung vor Herstellung beziehungsweise Inbetriebnahme der Anlage fachtechnisch zu überprüfen und erforderlichenfalls anzupassen.

4 VERKEHRSANLAGEN

Das Baugebiet Krummacker wird gemäß den Festsetzungen des Bebauungsplans über die Denzlinger Straße (K 5132) erschlossen. Die Haupteerschließung erfolgt über eine von der Denzlinger Straße nach Nordwesten führende Erschließungsstraße (Planstraße A), die als Sackgasse ausgebildet und als verkehrsberuhigter Bereich vorgesehen wird. Von der Planstraße A werden über eine nach Nordosten abzweigende Stichstraße (Planstraße B) weitere Baugrundstücke erschlossen.

Zur Sulzgasse ist eine Geh- und Radwegverbindung vorgesehen, die sowohl der fuß- und radläufigen Anbindung des Baugebiets als auch der Erreichbarkeit angrenzender Bereiche dient. Im Zuge der Erschließung sind zudem Anpassungen an der Denzlinger Straße (K 5132) erforderlich, um eine verkehrssichere und barrierefreie Anbindung des Baugebiets sowie die erforderlichen Quermöglichkeiten für den Fußgängerverkehr herzustellen.

Zwischen der bestehenden Einmündung des Reutackerrings und der neuen Einmündung der Planstraße A ist die Ausbildung einer Mittelinsel vorgesehen, die dem Fußgängerverkehr eine barrierefreie Querung der K 5132 ermöglicht. Darüber hinaus ist auf der nördlichen Seite der Denzlinger Straße die Herstellung einer Bushaltestelle mit Wartehalle geplant. Auf der südlichen Seite der K 5132 ist ergänzend eine Bushaltestelle in Gegenrichtung vorgesehen; diese wird ohne Fahrgastunterstand ausgeführt.

Die Erschließung des Baugebiets erfolgt überwiegend über die Planstraße A, die von der Denzlinger Straße nach Nordwesten führt und in einer Wendeanlage als Sackgasse endet. Die Länge der Planstraße A beträgt rund 215 m. Die Fahrbahnbreite ist auf die zukünftige Nutzung im Wohngebiet abgestimmt und beträgt 5,50 m, wodurch der Begegnungsfall Pkw / Müllfahrzeug ermöglicht wird. Die entlang der Planstraße vorgesehenen Senkrechtplätze werden mit einer Tiefe von 5,20 m und einer Breite von 2,65 m ausgebildet.

Die Planstraße B wird ebenfalls mit einer Fahrbahnbreite von 5,50 m vorgesehen und endet nach einer Länge von rund 42 m als Sackgasse.



Die beschriebenen Verkehrsanlagen sind in den Planunterlagen U5.1E und U5.2E dargestellt.

4.1 Denzlinger Straße (K5132)

Im Zuge der Erschließung des Baugebiets Krummacker ist im Bereich der Denzlinger Straße (K 5132) eine Anpassung des Straßenraums vorgesehen. Ziel der Maßnahme ist die Herstellung einer verkehrssicheren Anbindung der Planstraße A sowie die Verbesserung der Querungsmöglichkeiten für den Fußgängerverkehr. Zudem ist die Neuordnung der Bushaltestellen im unmittelbaren Anschlussbereich vorgesehen. Die Linienführung sowie die Gradienten der Denzlinger Straße bleiben im Grundsatz unverändert; die Anpassungen erfolgen innerhalb des bestehenden Straßenraums bzw. durch eine einseitige Aufweitung.

4.1.1 Geometrische Ausbildung

Die K 5132 wird einseitig aufgeweitet, um die Anordnung einer Mittelinsel als Querungshilfe zwischen den beiden Fahrspuren zu ermöglichen. Zusätzlich wird auf der nördlichen Straßenseite eine Bushaltestelle als barrierefreie Kaphaltestelle in Richtung Dorfmitte vorgesehen. Zwischen der neuen Einmündung der Planstraße A und der Haltestelle wird ein Gehweg hergestellt.

Die Aufweitung der K 5132 erfolgt nach Norden in Richtung Baugebiet; der südliche Fahrbahnrand verbleibt wie im Bestand. Für die K 5132 werden Fahrbahnbreiten von 3,50 m je Fahrtrichtung vorgesehen.

Die Mittelinsel wird in Anlehnung an die „Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen“ (EFA, FGSV 288, Ausgabe 2002) dimensioniert. Vorgesehen ist eine begehbare Inselfläche mit 2,50 m Breite und 3,50 m Länge; der Inselkopf bzw. das Inselende werden jeweils in Halbkreisform ausgebildet.

Die nördliche Bushaltestelle wird als barrierefreie Kaphaltestelle mit Bussonderbord und taktilem Leitsystem ausgeführt. Die Haltestellenlänge beträgt 18 m.

Ergänzend ist auf der südlichen Straßenseite der K 5132 eine Bushaltestelle in Gegenrichtung vorgesehen. Diese wird ohne Fahrgastunterstand ausgebildet und in den bestehenden Straßenraum integriert.

Für beide Bushaltestellen ist ein taktiles Leitsystem vorgesehen.

Im Zuge der Planung wurden die Haltesichtweiten im Bereich der geplanten Bushaltestellen, der Mittelinsel sowie der veränderten Führung der K 5132 überprüft. Die Haltesichtweiten für einfahrende Fahrzeuge wurden getrennt für einen 18 m-Bus und einen 15 m-Bus nachgewiesen und betragen 68 m bzw. 45 m. Damit werden die



gemäß RSt 06, Tabelle 58, bei einer zulässigen Geschwindigkeit von 30 km/h geforderten 22 m Haltesichtweite deutlich überschritten, sodass die verkehrssichere Ausgestaltung und Genehmigungsfähigkeit der Anlage gewährleistet ist.

4.1.2 Straßenaufbau

Die Denzlinger Straße (K 5132) kann nach RStO 12 Tabelle 2 als örtliche Einfahrtsstraße (Straßenkategorie HS III) in die Belastungsklasse Bk3,2 bis Bk10 eingeordnet werden. Im vorliegenden Fall wird die Belastungsklasse Bk3,2 gewählt. Aus [11] geht die Frostempfindlichkeitsklasse F3 hervor. Hieraus ergibt sich aus Tabelle 6 RStO 12 eine frostsichere Aufbaustärke von 60 cm.

Anhand Tabelle 7 – Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse, kommt es zu einer Erhöhung um + 5 cm aufgrund des Grundwasserstandes > 1,5 m u. Plenum (c), jedoch auch zu einer Reduktion um -5 cm aufgrund der Entwässerung über Rinnen (e).

Es bleibt somit bei einer Gesamtaufbaustärke von 60 cm.

Aus Tafel 1 ergibt sich für die Belastungsklasse Bk3,2 für die Bereiche mit Asphalt-oberbau folgender Schichtenaufbau:

4 cm	Asphaltdeckschicht AC 11 DS
6 cm	Asphaltbinderschicht AC 16 BS
12 cm	Asphalttragschicht AC 32 TS
<u>38 cm</u>	<u>Frostschutzschicht 0/45</u>
60 cm	Gesamtaufbau

Für die Gehwege entlang der Denzlinger Straße ergibt sich nach RStO 12 eine frostsichere Aufbaustärke von 45 cm.

Der nördliche Gehweg, der Bereich der nördlichen Bushaltestelle sowie die Flächen im Bereich der Mittelinsel (Querungsbereiche) werden in Pflasterbauweise ausgeführt. Vorgesehen ist folgender Schichtenaufbau:

8 cm	Betonsteinpflaster
4 cm	Pflasterbettung
<u>33 cm</u>	<u>Frostschutzschicht 0/45</u>
45 cm	Gesamtaufbau

Die Gehwegabschnitte am südlichen Fahrbahnrand im Bereich der südlichen Bushaltestelle werden in Asphaltbauweise hergestellt. Vorgesehen ist folgender Schichtenaufbau:



3 cm	Asphaltdeckschicht AC8 DL
8 cm	Asphalttragschicht AC 32 TN
<u>34 cm</u>	<u>Frostschuttschicht 0/45</u>
45 cm	Gesamtaufbau

4.1.3 Randeinfassungen

Die Randeinfassungen werden entsprechend den Anforderungen an Barrierefreiheit und Verkehrssicherheit ausgebildet.

Im Bereich der Bushaltestellen kommen Bussonderborde ($\Delta h = 21 \text{ cm}$) zur Anwendung.

Entlang der K 5132 wird der Gehweg grundsätzlich mittels Hochbord ($\Delta h = 12 \text{ cm}$) gegenüber der Fahrbahn eingefasst. Im Bereich der Querungsstelle sind Rollstuhlüberfahrtssteine ($\Delta h = 0 \text{ cm}$) vorgesehen, sodass eine barrierefreie Querung der K 5132 gewährleistet ist.

An beiden Enden des nördlichen Gehweges erfolgt ein Übergang auf einen Rundbord ($\Delta h = 3 \text{ cm}$).

4.2 Planstraße A

Die Planstraße A bildet die Haupteerschließungsstraße des Baugebiets Krummacker. Sie stellt die Verbindung zwischen der Denzlinger Straße (K 5132) und den im Baugebiet vorgesehenen Wohnbauflächen her und erschließt den überwiegenden Teil der Baugrundstücke. Die Straße ist als Sackgasse mit Wendeanlage ausgebildet und wird als verkehrsberuhigter Bereich vorgesehen.

4.2.1 Geometrische Ausbildung

Die Planstraße A verläuft von der Denzlinger Straße in nordwestlicher Richtung in das Baugebiet hinein und endet in einer Wendeanlage. Die Gesamtlänge der Planstraße A beträgt rund 215 m. Die Linienführung folgt der bestehenden Topografie. Die Höhenlage der Straßengradiente schließt an die bestehenden Zwangspunkte an.

Ausgehend von der Denzlinger Straße fällt die Planstraße A (Achse 10) zuerst mit einem Längsgefälle von $s = 2,3 \%$ bis zur Station 0+21,80 und dann weiter mit $s = 0,5 \%$ bis zu einem Tiefpunkt bei ca. Station 0+163 m. Ab diesem Tiefpunkt steigt die Gradiente mit $s = 0,5 \%$ bis zur Wendeanlage an. Die Höhenfestlegung dient insbesondere der Sicherstellung der oberflächlichen Ableitung des anfallenden Regenwassers.



Die Fahrbahnbreite der Planstraße A beträgt 5,50 m und ist auf die zukünftige Nutzung im Wohngebiet abgestimmt. Der Begegnungsfall Pkw / Müllfahrzeug ist damit gewährleistet.

Entlang des nördlichen Fahrbahnrandes der Planstraße A sind insgesamt vier Baumquartiere vorgesehen. Die Baumquartiere sind jeweils in einem Abstand von rund 40 m zueinander angeordnet und weisen eine Breite von 1,85 m auf. In den Bereichen der Baumquartiere reduziert sich die nutzbare Fahrbahnbreite auf 3,50 m, wodurch eine gezielte Einengung des Straßenraums und damit eine verkehrsberuhigende Wirkung erzielt wird.

Entlang der Planstraße sind 14 Senkrechtstellplätze vorgesehen; diese werden mit einer Tiefe von 5,20 und einer Breite von 2,65 m ausgebildet.

Die Querneigung der Fahrbahn ist einseitig angeordnet und beträgt mindestens 2,5 %. Die neun Senkrechtparkstände sind jeweils zur angrenzenden Grünfläche hingeneigt; hier beträgt die Längsneigung 2,5 %. Die fünf Parkstände im Bereich der Wendeanlage schließen sich an die dortige Längs- und Querneigung an.

4.2.2 Straßenaufbau

Die Planstraße A wird nach RStO 12, Tabelle 2, als Wohnstraße (Straßenkategorie ES V) eingeordnet. Die Erschließungsstraße wird der Belastungsklasse Bk 1,0 zugeordnet. Aus dem geotechnischen Bericht geht für den Untergrund die Frostempfindlichkeitsklasse F3 hervor.

Hieraus ergibt sich gemäß Tabelle 6 der RStO 12 eine frostsichere Aufbaustärke von 60 cm. Unter Berücksichtigung der Mehr- und Minderdicken nach Tabelle 7 der RStO 12 ergibt sich aufgrund des Grundwasserstandes eine Erhöhung um +5 cm, während aufgrund der Entwässerung über Rinnen eine Reduzierung um –5 cm angesetzt wird. Es verbleibt somit bei einer Gesamtaufbaustärke von 60 cm.

Die Planstraße A wird in Asphaltbauweise hergestellt. Für die Fahrbahn ist folgender Schichtenaufbau vorgesehen:

4 cm	Asphaltdeckschicht AC 11 DN
14 cm	Asphalttragschicht AC 32 TN
<u>42 cm</u>	<u>Frostschutzschicht 0/45</u>
60 cm	Gesamtaufbau

Die Senkrechtparkstände werden in Pflasterbauweise ausgeführt. Vorgesehen ist folgender Aufbau (in Anlehnung an die Belastungsklasse Bk 1,0):



10 cm	Betonsteinpflaster
4 cm	Pflasterbettung Brechsand 0/8
20 cm	Schottertragschicht 0/32
<u>26 cm</u>	<u>Frostschutzschicht 0/45</u>
60 cm	Gesamtaufbau

4.2.3 Randeinfassungen

Die Planstraße A wird beidseitig mit Bordsteinen eingefasst. Vorgesehen ist der Einbau von Rundbordsteinen ($\Delta h = 3 \text{ cm}$).

Die Senkrechtparkstände werden gegenüber der Fahrbahn mit Hochbordsteinen ($\Delta h = 12 \text{ cm}$) eingefasst.

Die entlang des nördlichen Fahrbahnrandes angeordneten Baumquartiere werden ringsum mit Hochbordsteinen ($\Delta h = 12 \text{ cm}$) eingefasst. Die Einfassung dient sowohl der klaren räumlichen Abgrenzung der Baumstandorte als auch der Ausbildung der gewünschten verkehrsberuhigenden Wirkung durch die optische und geometrische Einengung des Fahrbahnbereichs.

Für die Entwässerung der Wendeanlage sind an deren nördlichen Rand Rollstuhlüberfahrtssteine ($\Delta h = 0 \text{ cm}$) vorgesehen.

Entlang der Muldenrigole ist geplant, sowohl die dortigen Hochborde entlang der Senkrechtparkstände als auch die Rundborde am nördlichen Rand auf Lücke zu setzen, sodass die angeschlossenen Flächen direkt in die Muldenrigole entwässern können.

Sämtliche Bordsteine werden als Betonbordsteine mit Granitvorsatz geplant.

4.3 Planstraße B

Die Planstraße B dient der zusätzlichen Erschließung einzelner Baugrundstücke im nordöstlichen Bereich des Baugebiets Krummacker. Sie zweigt von der Planstraße A ab und ist als untergeordnete Wohnstraße ausgebildet.

4.3.1 Geometrische Ausbildung

Die Planstraße B verläuft von der Planstraße A in nordöstlicher Richtung und endet nach einer Länge von ca. 42 m als Sackgasse.

Die Höhenlage der Planstraße B ist so festgelegt, dass der rechte Fahrbahnrand auf die Höhenlage der angrenzenden Mulden-/Rigolenfläche abgestimmt ist. Maßgebend ist hierbei eine Höhenlage von ca. 214,20 mNN, an die die Gradienten der



Straße angepasst wird. Die Längsneigung der Planstraße B beträgt 0% entlang der Versickerungsanlage, da diese eine konstante Oberkante hat. Im Anschluss an die Versickerungsanlage beträgt das Längsgefälle $s = 0,5 \%$.

Die Querneigung der Fahrbahn ist einseitig mit 2,5% ausgebildet und auf die Entwässerung zur rechten Straßenseite hin ausgelegt. Hierdurch wird eine gezielte Ableitung des Oberflächenwassers in Richtung der angrenzenden Entwässerungseinrichtungen sichergestellt.

Die Fahrbahnbreite der Planstraße B beträgt 5,50 m und ist auf die Nutzung als Wohnstraße abgestimmt.

4.3.2 Straßenaufbau

Analog zu Planstraße A wird Planstraße B ebenfalls in Asphaltbauweise hergestellt. Für die Fahrbahn ist folgender Schichtenaufbau vorgesehen:

4 cm	Asphaltdeckschicht AC 11 DN
14 cm	Asphalttragschicht AC 32 TN
<u>42 cm</u>	<u>Frostschuttschicht 0/45</u>
60 cm	Gesamtaufbau

4.3.3 Randeinfassungen

Die Planstraße B wird beidseitig mit Rundbordsteinen ($\Delta h = 3 \text{ cm}$) eingefasst.

Am rechten Fahrbahnrand, im Übergang zur angrenzenden Muldenrigole, wird die Randeinfassung als Pendelrinne mit Hochbordstein auf Lücke ausgebildet. Diese Ausbildung dient der sicheren Führung des Oberflächenwassers von der Fahrbahn in die angrenzende Entwässerungsanlage und stellt die ordnungsgemäße Entwässerung sicher.

4.4 Geh- und Radweg zur Sulzgasse

Die Geh- und Radwegverbindung stellt die fuß- und radläufige Anbindung des Baugebiets Krummacker an die Sulzgasse sicher. Sie verbindet die Wendeanlage der Planstraße A mit der Sulzgasse und dient darüber hinaus als Feuerwehrezufahrt.

4.4.1 Geometrische Ausbildung

Die Geh- und Radwegverbindung verläuft von der Wendeanlage der Planstraße A in Richtung Sulzgasse. Die nutzbare Breite des Weges beträgt 3,50 m und ist für die gemeinsame Nutzung durch Fußgänger und Radfahrer sowie für die Befahrung durch Einsatzfahrzeuge der Feuerwehr ausgelegt.

Die Querneigung des Geh- und Radweges beträgt 2,5 % und ist in Richtung des nördlichen Fahrbahnrandes ausgebildet. Die Längsneigung folgt der bestehenden Topographie und stellt die Anbindung an die Sulzgasse sowie die ordnungsgemäße Ableitung des Oberflächenwassers sicher.

4.4.2 Straßenaufbau

Der Geh- und Radweg wird in Pflasterbauweise hergestellt. Der Straßenaufbau entspricht dem Aufbau der Gehwege entlang der Denzlinger Straße. Vorgesehen ist folgender Schichtenaufbau:

8 cm	Betonsteinpflaster
4 cm	Pflasterbettung
<u>33 cm</u>	<u>Frostschuttschicht 0/45</u>
45 cm	Gesamtaufbau

4.4.3 Randeinfassungen

Der Geh- und Radweg wird beidseitig durch Bordsteine eingefasst. Der höher liegende Fahrbahnrand wird mit einem Tiefbord ($\Delta h = 3 \text{ cm}$) ausgebildet. Der niedrigere Fahrbahnrand wird mit einem Tiefbord mit ($\Delta h = 0 \text{ cm}$) eingefasst.

Im Übergangsbereich von der Sulzgasse zur Geh- und Radwegverbindung wird außerhalb der Bordsteine eine befestigte Fläche aus Rasengittersteinen hergestellt. Diese Fläche befindet sich im Bereich eines bestehenden Baumes und dient der Sicherstellung der Befahrbarkeit für Feuerwehrfahrzeuge, die von der Sulzgasse aus in den Geh- und Radweg einfahren. Gleichzeitig wird durch die Ausbildung mit Rasengittersteinen eine wasserdurchlässige und baumschonende Gestaltung ermöglicht.

4.5 Bodenverbesserung

Gemäß RStO 12 ist auf dem Planum für den Straßenaufbau mit statischen Plattendruckversuchen ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dies lässt sich in den sandigen Kiesen durch Nachverdichtung im Allgemeinen erreichen. Für Schluffböden in Höhe des Planums ist erfahrungsgemäß eine Planumsverbesserung durch Bodenaustausch oder bei größeren Abschnitten flächiges Einfräsen von Bindemittel (z.B. Kalk-Zement-Mischbinder) erforderlich. Eine mittlere Austausch-tiefe von ca. 20 cm sollte je nach Beschaffenheit des Schluffbodens eingeplant werden.

Die Notwendigkeit der Planumsverbesserung kann variieren und endgültig durch das Anlegen von Probefeldern mit darauf durchgeführten Plattendruckversuchen ermittelt werden.

5 VER- UND ENTSORGUNGSLEITUNGEN

5.1 Regenentwässerung Verkehrsanlagen und Grundstücke

5.1.1 Allgemeines zur Regenwasserentwässerung

Für das Baugebiet „Krummacker“ wird kein Regenwasserkanal vorgesehen, da im erreichbaren umliegenden Bestandsbereich keine geeignete Anschlussmöglichkeit an eine Regenwasserkanalisation vorhanden ist. Die Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers erfolgt daher oberflächennah.

Das Regenwasser wird innerhalb des Erschließungsgebiets gesammelt und anschließend nach Durchführung der vorgesehenen Behandlungs- und Rückhaltmaßnahmen einerseits in das Grundwasser versickert sowie andererseits über einen Drosselabfluss ($Q_{Dr} = 3 \text{ l/s}$) in den Strüpfelgraben eingeleitet.

Für die Ausbildung der oberflächennahen Regenwasserableitung ist eine Berücksichtigung der späteren Architektur und Gebäudeentwässerung erforderlich. Dabei wird vorausgesetzt, dass das Niederschlagswasser der privaten Dach- und Grundstücksflächen oberhalb der Geländeoberkante auf der hierfür vorgesehenen Gebäudeseite zur Straße hin abgeleitet und den vorgesehenen Entwässerungselementen zugeführt wird.

5.1.2 Ableitung in den Strüpfelgraben

Das Fließgewässer Strüpfelgraben mit der Gewässer-ID 3902 und der Gewässerordnung G.II.O. (Gewässer von wasserwirtschaftlicher Bedeutung) verläuft nordöstlich des Plangebiets mit nordwestlicher Fließrichtung.

Im Vorhinein der Antragstellung wurde die Einleitung des anfallenden Niederschlagswassers in den Strüpfelgraben im Rahmen eines abgestimmten Verfahrens mit der Unteren Wasserbehörde des Landratsamts Emmendingen betrachtet. Nach Aussage der Unteren Wasserbehörde ist der Strüpfelgraben hydraulisch bereits weitgehend ausgelastet.

Die Ableitung des Regenwassers in den Vorfluter erfolgt daher nicht unmittelbar, sondern erst nach einer kontrollierten Rückhaltung sowie teilweisen Versickerung des Niederschlagswassers. Ziel soll sein, trotz inhomogener Untergrundverhältnisse und grenzwertiger Durchlässigkeitsbeiwerte eine Versickerung in das Grundwasser zu ermöglichen und gleichzeitig die Sicherheit der Anlage durch einen gedrosselten Grundablass sowie einen Notüberlauf in den Strüpfelgraben zu gewährleisten.

Hierdurch werden Abflussspitzen reduziert und eine schadlose Ableitung in den Strüpfelgraben sichergestellt.

5.1.3 Ableitung des häuslichen Regenwassers (private Flächen)

Innerhalb des Erschließungsgebiets wird das häusliche Regenwasser vollständig oberflächennah abgeleitet. Eine unterirdische Ableitung über einen Regenwasserkanal ist nicht vorgesehen, da aufgrund der geringen Geländeneigung von rund 0,5 % kein ausreichendes hydraulisches Gefälle für eine kanalisierte Ableitung in Richtung der zentralen Entwässerungsanlagen und des Vorfluters zur Verfügung steht.

Die Gebäude entwässern über Fallrohre und Rinnen in private Pflasterrinnen. Diese führen das anfallende Niederschlagswasser zu den im öffentlichen Raum angeordneten Kastenrinnen. Die Kastenrinnen befinden sich auf öffentlichem Grund und übernehmen ausschließlich eine Transportfunktion zur Weiterleitung des Regenwassers in die nachgeordneten Entwässerungs-, Rückhalte- und Versickerungseinrichtungen.

Die Konzeption der Regenwasserableitung aus den privaten Grundstücksflächen, insbesondere die Ausbildung der Hausentwässerung, ist in den Planunterlagen U5_3E und U5_4_E dargestellt.

5.1.4 Ableitung des öffentlichen Regenwassers (Verkehrsflächen)

Das Niederschlagswasser der öffentlichen Verkehrsflächen wird im Baugebiet Krummacker ebenfalls oberflächennah erfasst und über Kastenrinnen in die zentralen Rückhalte- und Entwässerungsanlagen geführt.

5.1.5 Abstimmungsverfahren und fachliche Plausibilisierung

Die Konzeption der Regenentwässerung für das Baugebiet Krummacker wurde im Zuge der Entwurfsplanung bzw. Vorbereitung der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis mit der Unteren Wasserbehörde des Landratsamts Emmendingen abgestimmt. Bestandteil der Abstimmung war insbesondere die grundsätzliche Organisation der Regenwasserableitung unter Berücksichtigung der örtlichen topographischen, geotechnischen und wasserwirtschaftlichen Randbedingungen.

Zur fachlichen Unterstützung und Plausibilisierung der entwässerungstechnischen Ansätze wurde ergänzend eine hydraulische Untersuchung durch die BIT Ingenieure AG durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bilden die Grundlage für die nachfolgend dargestellte Auslegung und Bemessung der zentralen Rückhalte-, Ableitungs- und Versickerungsanlagen (Anhang D, bzw. Anlage 1).

5.2 Konzept und Bemessung der Regenwasserbewirtschaftung

5.2.1 Ausgangsgrößen und Bemessungsgrundlagen

Die Konzeption und Bemessung der Regenwasserbewirtschaftung für das Baugebiet Krummacker erfolgt auf Grundlage der fachlichen Stellungnahme der BIT Ingenieure AG, welche als Anhang D Bestandteil des Erläuterungsberichts ist. Die in dieser Stellungnahme durchgeführten hydraulischen Untersuchungen, Flächenbewertungen und Bemessungsansätze bilden die verbindliche Grundlage für die Auslegung der Rückhalte-, Ableitungs- und Versickerungsanlagen.

Als Ausgangsgrößen der Bemessung werden die im Plangebiet anfallenden Einzugsflächen, deren Versiegelungsgrade sowie die daraus abgeleiteten Abflussbeiwerte herangezogen. Berücksichtigt werden öffentliche Verkehrsflächen, private Grundstücksflächen einschließlich der Dachflächen sowie öffentliche und private Grünflächen. Die Flächen werden entsprechend ihrer hydraulischen Wirksamkeit differenziert betrachtet und zu reduzierten Einzugsflächen zusammengefasst.

Im Plangebiet sind gemäß [1] unterschiedliche Dachformen zulässig, deren hydrologische Wirksamkeit maßgeblich von der Dachneigung und der Ausbildung der Dachbegrünung abhängt. Da die Festsetzungen des Bebauungsplans hierzu einen vergleichsweise großen Spielraum zulassen, wird für die Bemessung jeweils der ungünstigste hydraulische Ansatz zugrunde gelegt. Für begrünte Dächer werden abhängig von Dachneigung und Aufbauhöhe unterschiedliche Abflussbeiwerte angesetzt. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Bemessung auch bei ungünstiger Ausführung der späteren Bebauung ausreichend dimensioniert ist.

Tabelle 3 Ansatz der Dachformen und Abflussbeiwerte gem. DWA-A 138-1

Dachart / Randbedingung	Abflussbeiwert cm	Abflussbeiwert cs
Pulldach 5°–15° (extensive Dachbegrünung)	0,4	0,7
Flach-/Pulldach 0°–15° (maßgebend Dachneigung > 5°)	0,4	0,7
Dachneigung < 5°, Dachbegrünung > 10 cm	0,2	0,4

Aus den angesetzten Flächen und Abflussbeiwerten wurden die maßgebenden reduzierten Einzugsflächen ermittelt. Für das Baugebiet ergeben sich folgende Werte:

- reduzierte befestigte Fläche bei Ansatz mittlerer Abflussbeiwerte:
 $\Sigma(A_i \cdot cm, i) = 5.817 \text{ m}^2$
- reduzierte befestigte Fläche bei Ansatz der Spitzenabflussbeiwerte:
 $\Sigma(A_i \cdot cs, i) = 9.007 \text{ m}^2$

Die Gesamtfläche des betrachteten Plangebiets beträgt 16.776 m². Die ermittelten reduzierten Einzugsflächen bilden die Grundlage für sämtliche weiteren hydraulischen Bemessungsschritte.

Als Bemessungsniederschläge werden die Niederschlagsdaten des KOSTRA-DWD-Datensatzes 2020 für die Rasterzelle Vörstetten herangezogen. Die KOSTRA-Daten stellen eine allgemein anerkannte Grundlage für die Bemessung von Entwässerungsanlagen dar und werden für unterschiedliche Dauerstufen und Wiederkehrzeiten verwendet. Ergänzend wurden zur Bewertung des Systemverhaltens Langzeitbetrachtungen unter Verwendung einer synthetischen Regenreihe (NiedSim) durchgeführt.

Tabelle 4 Auszug maßgebender Bemessungsniederschläge (KOSTRA-DWD 2020, Rasterzelle Vörstetten)

Dauerstufe D	Wiederkehrzeit T	Regenspende $r(D,T)$ [l/(s·ha)]
1 h	100 a	137,8
1 h	10 a	90,0

Die dargestellten Flächenansätze, Abflussbeiwerte, reduzierten Einzugsflächen sowie die verwendeten Niederschlagsdaten bilden die Bemessungsgrundlage für die nachfolgenden Kapitel zur hydraulischen Bemessung, zur Ermittlung der erforderlichen Rückhaltevolumina sowie zur technischen Ausgestaltung der Vorzugsvariante.

5.2.2 Hydraulische Bemessung

Die hydraulische Bemessung der Regenwasserbewirtschaftung erfolgt auf Grundlage der in Kapitel 3 dargestellten geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen sowie der in Kapitel 5.1 beschriebenen Organisation der Regenwasserableitung.

Die Vorzugsvariante der Regenwasserbewirtschaftung sieht die zentrale Ableitung des Niederschlagswassers in eine Versickerungsmulde mit unterlagerter Rigole vor. Die Mulde übernimmt die Rückhaltung des anfallenden Niederschlagswassers und ist Bestandteil der hydraulischen Bemessung der Gesamtanlage.

Die Versickerungsmulde wird mit einer 30 cm mächtigen belebten Bodenzone ausgebildet und weist eine maximale Einstautiefe von 25 cm auf. Oberhalb dieser Einstauhöhe ist ein zusätzlicher Freibord von 5 cm vorgesehen, sodass der Notüberlauf der Mulde bei einem Wasserstand von 30 cm einsetzt. Die Böschungen der Mulde werden mit einer Neigung von 1:2 hergestellt, um eine standsichere Ausbildung, eine dauerhafte Begrünung sowie eine gute Zugänglichkeit für Unterhaltungsmaßnahmen zu gewährleisten.



Unterhalb der Mulde ist eine Rigole aus Kunststoffrigolenkörpern angeordnet. Die Rigole weist eine Aufbauhöhe von 60 cm auf und dient der temporären Speicherung des Niederschlagswassers sowie der zeitlich verzögerten Versickerung in den Untergrund. Aufgrund der geotechnischen Randbedingungen ist die Anlage keine reine Versickerungsmulde, sondern weist eine Funktion wie ein Mulden-Rigolen-System auf. Die Versickerung erfolgt unterstützend über die Rigolensohle und den anstehenden Boden.

Als Überlauf der Versickerungsmulde in die Rigole sind zwei Überlaufrohre aus Edelstahl (DN 160) vorgesehen. Diese Überlaufrohre setzen ab einer Einstauhöhe der Mulde von 25 cm ein und führen das anfallende Niederschlagswasser aus der gefüllten Mulde in die darunterliegende Rigole ab. Damit werden sowohl Mulde als auch Rigole gefüllt, bevor bei Erreichen der Überlaufschwelle von 30 cm ein Notüberlauf in Richtung Vorfluter anspringt.

Um eine ausreichende Rigolenfläche sowie das erforderliche Rückhaltevolumen zu gewährleisten, ist ein Teil der Rigolenfläche unterhalb der öffentlichen Stellplätze entlang der Planstraße A angeordnet. Es handelt sich dabei jedoch nicht um eine separate Rigole sondern um eine verbundene Gesamtrigole.

Zur Sicherstellung des Betriebs und der Wartung der Rigole sind Spülboxen sowie ein Kontrollschacht vorgesehen. Der Kontrollschacht ist im Bereich der Planstraße A unmittelbar angrenzend an die öffentlichen Stellplatzflächen angeordnet und ermöglicht den Zugang zur Rigole für Inspektions- und Unterhaltungsmaßnahmen.

Zur Begrenzung der Abflussspitzen und zur Reduzierung der erforderlichen Speicherabmessungen ist ein dauerhaft wirksamer Drosselabfluss von 3 l/s in Form eines sohlgleichen Grundablasses aus der Versickerungsmulde vorgesehen. Dieser Drosselabfluss führt das Wasser in einen offenen Ableitungsgraben in Richtung Strüpfelgraben. Der Ableitungsgraben dient dabei zugleich als Notentlastung der Anlage sowie als zusätzliche Retentions- und Versickerungsstrecke. Der Anschluss an der Strüpfelgraben erfolgt mittels einer Rohrleitung, sodass die Zufahrt zu den dortigen Ackerflächen weitergewährleistet ist.

Die wirksame Sickerstrecke zum maßgeblichen mittleren höchsten Grundwasserstand (MHW) beträgt 60 cm. Diese reduzierte Sickerstrecke wurde im Rahmen der Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde ausdrücklich anerkannt und ist Bestandteil der hydraulischen Bemessung der Anlage.

Die Bemessung der Gesamtanlage erfolgt für ein mindestens 10-jährliches Bemessungsereignis. Die Mulde ist dabei für häufigere Niederschlagsereignisse ausgelegt und entlastet bei größeren Ereignissen kontrolliert in die unterlagerte Rigole sowie in den gedrosselten Abfluss. Die durchgeführten hydraulischen Berechnungen zeigen, dass mit der gewählten Systemkombination eine wirksame Begrenzung der



Abflussspitzen erreicht wird und sich gegenüber dem Bestand eine Verbesserung der Abflusssituation für An- und Unterlieger ergibt. Zusätzliche umfangreiche Nachweise zu einleitbedingten Auswirkungen auf Unterlieger sind bei Umsetzung dieser Variante nicht erforderlich.

5.2.3 Erforderliche Rückhaltevolumina

Die Niederschlagsentwässerung des Baugebiets erfolgt über eine kombinierte Mulden-Rigolen-Anlage gemäß DWA-A 138-1. Die Anlage stellt die für die Regenwasserbewirtschaftung erforderlichen Rückhalte- und Speichervolumina bereit.

Die Versickerungsmulde weist eine Bodenfläche von 445 m^2 , einen Umfang an der Böschungsunterkante von 118 m, eine Böschungsneigung von 1:2 sowie eine maximale Bemessungseinstauhöhe von 0,25 m auf. Hieraus ergibt sich ein Einstauvolumen der Mulde von rund 119 m^3 . Zusätzlich steht eine wirksame Sickerfläche von ca. 512 m^2 zur Verfügung. Die Einstaufläche bei einer Wassertiefe von 0,25 m beträgt 505 m^2 .

Der Drosselabfluss aus der Mulde beträgt 3 l/s.

Unterhalb der Mulde ist eine Rigole mit einer Grundfläche von 525 m^2 und einer Bauhöhe von 0,60 m angeordnet. Die Rigole besteht aus Kunststoffrigolenelementen mit einem Hohlraumanteil von $n = 0,90$. Daraus ergibt sich ein geometrisches Rigolenvolumen von ca. 315 m^3 sowie ein wirksames Speichervolumen von rund 284 m^3 . Die Rigole erstreckt sich teilweise unter befestigten Parkplatzflächen, ist jedoch vollständig funktionsfähig.

Die Überlaufschwelle der Anlage zum Vorfluter liegt bei einer Stauhöhe von 0,30 m. Insgesamt steht für die Anlage ein kombiniertes Rückhalte- und Speichervolumen von rund 403 m^3 zur Verfügung. Zusätzlich sind in der Mulde zwischen der Bemessungseinstauhöhe und der Überlaufschwelle und im offenen Graben zur Ableitung noch Reserven vorhanden.

5.2.4 Zusammenfassende Bewertung und Genehmigungsfähigkeit

Die dargestellte Mulden-Rigolen-Anlage erfüllt die maßgebenden geologischen, hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Randbedingungen des Baugebiets. Durch die Kombination aus Rückhaltung, unterstützender Versickerung und gedrosselter Ableitung wird eine wirksame Begrenzung der Abflussspitzen erreicht.

Die anerkannten Vorgaben der Unteren Wasserbehörde, insbesondere hinsichtlich Grundwasserabstand, Sickerstrecke, Notüberlauf und gedrosselter Einleitung, werden eingehalten und umgesetzt. Eine nachteilige Veränderung der Abflusssituation für den Vorfluter und die Unterlieger ist nicht zu erwarten.



Zusätzliche umfangreiche Nachweise zu einleitbedingten Auswirkungen auf Unterlieger sind bei Umsetzung der dargestellten Lösung nicht erforderlich.

5.3 Schmutzwasserentwässerung

Die Ableitung des häuslichen Schmutzwassers im Baugebiet Krummacker erfolgt im Trennsystem über eine unterirdische Schmutzwasserkanalisation. Die Schmutzwasserentwässerung ist vollständig von der Regenwasserableitung getrennt ausgebildet.

Der Schmutzwasserkanal wird innerhalb der geplanten Erschließungsstraßen geführt und an den bestehenden Mischwasserkanal in der Sulzgasse angeschlossen. Der Anschluss erfolgt im bestehenden Schacht 0165M015. Die Anschlusstiefe des bestehenden Schachtes beträgt ca. 1,23 m. Die abgehende Haltung des Bestandskanals ist als Mischwasserkanal DN 300 aus Beton ausgeführt.

In den vorgenannten Anschlussschacht mündet eine bestehende Druckleitung AD 70 PE, über welche das Schmutzwasser eines nordöstlich gelegenen Hofes abgeführt wird. Diese Druckleitung ist weiterhin zu erhalten und funktionsfähig an die neue Schmutzwasserkanalisation anzubinden. Ab dem neu herzustellenden Anschluss erfolgt die Schmutzwasserableitung im Freispiegelabfluss.

Der neu zu errichtende Schmutzwasserkanal wird aus PVC-U-Rohren, Hochlastklasse SN 12, mit einem Nenndurchmesser DN/OD 250 mm hergestellt. Die Kanalisation wird zwischen den einzelnen Haltungen durch Kontroll- und Übergabeschächte mit einem Nenndurchmesser von DN 1000 ergänzt.

Die Verlegetiefe des Schmutzwasserkanals beträgt zwischen ca. 0,96 m und 1,60 m unter Geländeoberkante. In Abhängigkeit von der Topographie und den Anschlussverhältnissen ergeben sich in Teilbereichen abweichende Sohliefen der Schächte. Das Längsgefälle der Schmutzwasserhaltungen wird mit ca. 0,65 % ausgebildet.

Für jedes Baugrundstück ist ein Schacht DN 800 mm für den Schmutzwasser-Hausanschluss vorgesehen.

Die Lage und Führung der Schmutzwasserkanäle sind in den Lageplänen der Leitungsplanung dargestellt (U5_3E und U5_4E). Die Höhenlage und Verortung im Straßenquerschnitt der Schmutzwasserkanäle und Schächte ist den zugehörigen Höhenplänen und Regelprofilen zu entnehmen (U6_1E, U6_2E, U6_4E, U6_5E U14_2E).

5.4 Trinkwasserversorgung

Die Versorgung des Baugebietes Krummacker mit Trinkwasser erfolgt über das bestehende öffentliche Trinkwassernetz der Gemeinde. Die Trinkwasserversorgung wird über die vorhandenen Versorgungsleitungen in der Sulzgasse sowie in der Denzlinger Straße sichergestellt.

In der Sulzgasse ist eine bestehende Trinkwasserleitung aus duktilem Gusseisen mit einem Nenndurchmesser DN 80 GG vorhanden. In der Denzlinger Straße verläuft eine bestehende Trinkwasserleitung aus duktilem Gusseisen mit einem Nenndurchmesser DN 150 GG. Beide Bestandsleitungen bleiben erhalten und werden für die Versorgung des Baugebietes eingebunden.

Innerhalb des Baugebietes wird eine neue Trinkwasserleitung mit einem Nenndurchmesser DN 100 GG hergestellt. Die Leitung wird ebenfalls aus duktilem Gusseisen ausgeführt. Durch die Verbindung der bestehenden Leitungen in der Sulzgasse und in der Denzlinger Straße wird ein Ringschluss hergestellt. Hierdurch wird eine durchgehende Versorgung des Baugebietes gewährleistet.

Zur Versorgung der Planstraße B wird von der Hauptleitung eine Stichleitung abgehend hergestellt. Die Stichleitung wird an die geplante Trinkwasserhauptleitung im Baugebiet angebunden.

Die neu herzustellenden Trinkwasserleitungen werden frostfrei innerhalb der öffentlichen Verkehrsflächen verlegt. Die Ausführung erfolgt unter Beachtung der einschlägigen technischen Regelwerke sowie der Vorgaben des zuständigen Wasserversorgers. Erforderliche Absperreinrichtungen werden entsprechend den betrieblichen Anforderungen vorgesehen.

Die Trinkwasserhausanschlüsse für die einzelnen Baugrundstücke sind im Rahmen der Entwurfsplanung festgelegt worden. Die Lage und Führung der bestehenden und geplanten Trinkwasserleitungen einschließlich der Stichleitung zur Planstraße B sowie die Lage, Führung und Ausbildung der Hausanschlussleitungen sind in den Lageplänen der Leitungsplanung dargestellt (U5_3E, U5_4E, U16_1E). Die Höhenlage und die Verortung der Leitungen und Hausanschlüsse innerhalb des Straßenquerschnitts sind den zugehörigen Regelprofilen zu entnehmen (U14_2E).

5.5 Medienleitungen

Im Rahmen der Erschließung des Baugebietes Krummacker werden die erforderlichen Trassen für sonstige Medienleitungen berücksichtigt. Die Führung der Medienleitungen erfolgt grundsätzlich innerhalb des öffentlichen Straßenraums der geplanten Erschließungsstraßen.



Im Zuge des Anhörungsverfahrens der Träger öffentlicher Belange wurden von der Netze BW GmbH die vorgesehenen Kabeltrassen für die Stromversorgung des Baugebietes übergeben. Darüber hinaus wurden Angaben zu den vorgesehenen Kabelarten und Kabeldimensionen zur Verfügung gestellt. Diese Angaben wurden bei der Erstellung der Entwurfsplanung berücksichtigt und in die Planunterlagen übernommen.

Zur Sicherstellung der Stromversorgung des Baugebietes sind zwei Trafostationen vorgesehen. Die Trafostationen sind innerhalb des Baugebietes angeordnet und in den Planunterlagen lagegenau dargestellt. Die Abmessungen der Trafostationen betragen jeweils ca. 5,5 m × 5,5 m. An der Zugangsseite ist jeweils ein Bedienungsraum mit einer Tiefe von mindestens 1,50 m berücksichtigt.

Eine Erschließung des Baugebietes durch eine Gasleitung ist nicht vorgesehen.

Für Telekommunikations- und Breitbandleitungen sind innerhalb des Straßenraums entsprechende Medientrassen eingeplant, um eine Verlegung von Datenleitungen zu ermöglichen.

Ebenso sind die Trassen für die Verlegung der Beleuchtungskabel im Straßenraum vorgesehen.

Die Lage und Führung der Medientrassen sowie die Standorte der Trafostationen sind in den Lageplänen der Leitungsplanung dargestellt (U5_3E, U5_4E). Die Verortung der Medienleitungen innerhalb des Straßenquerschnitts ist den zugehörigen Regelprofilen zu entnehmen (U5_3E, U5_4E, U14_2E).

6 VERFAHREN UND DURCHFÜHRUNG DER MAßNAHME

Der Bebauungsplan für das Baugebiet Krummacker wurde durch den Gemeindeverwaltungsverband Denzlingen/Vörstetten/Reute aufgestellt. Dieser bildet die Grundlage für die vorliegende Entwurfsplanung.

Die weitere Planung sieht vor, die Ausführungsplanung sowie die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen bis Anfang Juni 2026 abzuschließen. Die Vergabe der Baumaßnahme ist für den Zeitraum von Mitte Juni bis Mitte Juli 2026 vorgesehen. Der Beginn der Bauausführung ist für Mitte August 2026 nach Ende der Bauferien vorgesehen.

Für den Leitungsbau ist mit einer Bauzeit von ca. 3,5 Monaten zu rechnen. Für die Straßenbauarbeiten innerhalb des Baugebietes wird von einer Bauzeit von ca. 5,5 Monaten ausgegangen. Für die Gesamtumsetzung der Maßnahme kann somit, in



Abhängigkeit von der Witterung, von einer Bauzeit von insgesamt ca. 9 Monaten ausgegangen werden.

Die Auswirkungen auf den Verkehrsfluss in der Denzlinger Straße sowie in der Sulzgasse werden während der Arbeiten im Erschließungsgebiet möglichst geringgehalten. Direkte Auswirkungen sind jedoch während der Arbeiten an den jeweiligen Anschlusspunkten zu erwarten. Dies betrifft insbesondere den Knotenpunkt 1 Planstraße A – Denzlinger Straße sowie den Knotenpunkt 2 Geh-/Radweg – Sulzgasse.

Die Arbeiten an der Denzlinger Straße können vollständig in mindestens zwei Bauabschnitten mit jeweils halbseitigen Sperrungen durchgeführt werden. Eine Vollsperierung der Denzlinger Straße ist nach dem derzeitigen Planungsstand lediglich für den Einbau der Asphaltdeckschicht erforderlich, um Nahtstellen zu vermeiden.

Die Verkehrsregelung während der Bauzeit erfolgt in Abstimmung mit der zuständigen Straßenverkehrsbehörde.

7 EINGRIFFE IN DEN WASSERHAUSHALT

7.1 Nachweis der Regenwasserbehandlung

Gemäß den Neuerungen des DWA-A 138-1, Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“, Stand Oktober 2024, gilt die Versickerung über die bewachsene Bodenzone als zulässige Behandlungsmaßnahme.

Gemäß der Vorabstimmung mit der Unteren Wasserbehörde des Landratsamts wurde zugesagt, dass eine RW-Behandlung über eine 30cm mächtige belebte Bodenzone nach dem Bewertungsverfahren nach A138-1 unter den gegebenen Rahmenbedingungen für ein Wohngebiet ausreichend ist. Ebenso wurde besprochen, dass für den Drosselabfluss in den Strüpfelgraben kein qualitativer Behandlungsnachweis erforderlich ist.

Damit sind die Anforderungen für die geplanten Einleitungen erfüllt.

7.2 Eingriffe ins Gewässer während der Bauausführung

Bei der Ausführung der geplanten Umbaumaßnahmen der Anlage ist keine baubedingte Grundwasserhaltung erforderlich.

Der MHW-Stand, der zur Prüfung der Notwendigkeit einer bauzeitlichen Wasserhaltung für den Kanalbau zugrunde gelegt wird, liegt durchweg ca. 50 cm unter der geplanten Sohle des Schmutzwasserkanals. (vgl. Kapitel 3.2). Daher erfolgt kein Eingriff in das Grundwasser.



Weitere baubedingte Eingriffe in den Grundwasserkörper sind nicht vorgesehen.

7.3 Dauerhafte Eingriffe ins Gewässer

Eine Verdrängung des Grundwasserkörpers entsprechend MHW ist durch die geplanten Anlagen nicht gegeben. Es erfolgt eine Einleitung von Regenwasser in das Grundwasser über Versickerung. Weitere dauerhafte Eingriffe ins Gewässer sind nicht vorgesehen.

Weiß Beratende Ingenieure GmbH

badenovaKONZEPT GmbH & Co. KG.

Simon Friedrich, M. Eng.

Massimo Baratta

Anlage 1

Hydraulische Nachweise der Versickerungsanlage

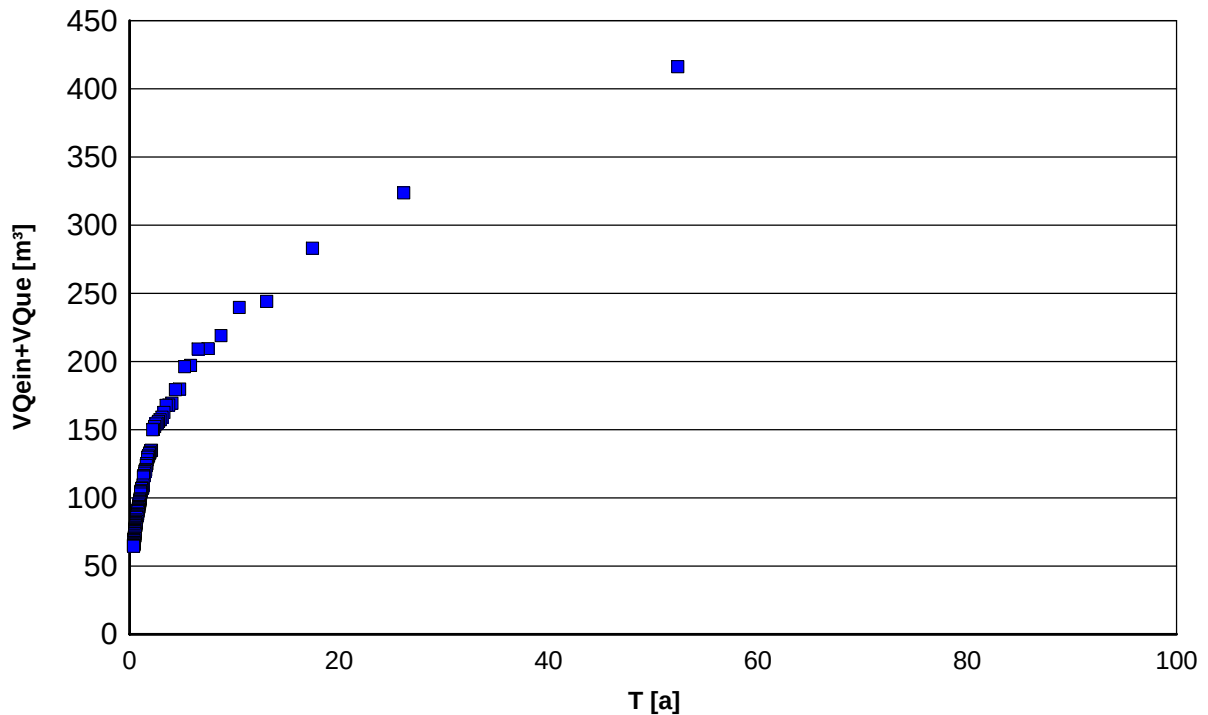
Element		Bestandsdaten		Prozeßdaten		
krum	Undurchlässige Flächen					
	Beschreibung		Zahl d. Speicher	3	N-Brutto	45.681,00 mm
	Fläche 0,5820 ha		Speicherh.	2,00 min	N-Netto	31.429,00 mm
	Parametersatz Standard A128		Neigungsgruppe	2,00	Abfluß	182.822,20 m³
Summe	Fläche 0,5820 ha				N-Brutto	45.681,00 mm
					N-Netto	31.429,00 mm
					Abfluß	182.822,20 m³
Gesamtgebiet	Fläche 0,5820 ha				N-Brutto	45.681,00 mm
					N-Netto	31.429,00 mm
			Neigungsgruppe	2,00	Abfluß	182.822,20 m³

Element		Bestandsdaten				Prozeßdaten		
krum	Regenschr.	0460		Q _{s24}	0,00	l/s	N-Brutto	878,49 mm/a
	Fläche A _{und}	0,58	ha	Q _{f24}	0,00	l/s	N-Netto und.	604,40 mm/a
	Fläche A _{durch}	0,00	ha	Q _{t24}	0,00	l/s	N-Netto durch	0,00 mm/a
	Fläche A _{nat}	0,00	ha	Q _{sx}	0,00	l/s	N-Netto nat.	0,00 mm/a
	Fläche A _{ges}	0,58	ha	Q _{tx}	0,00	l/s	VQR	3.516,00 m³/a
				n*Q _{sx} + Q _{f24}	0,00	l/s	VQT	0,00 m³/a
Gesamtgebiet							Cr,CSB	107,00 mg/l
							CTW,CSB	0,00 mg/l
				Q _{s24}	0,00	l/s	N-Brutto	878,49 mm/a
	Fläche A _{und}	0,58	ha	Q _{f24}	0,00	l/s	N-Netto und.	604,40 mm/a
	Fläche A _{durch}	0,00	ha	Q _{t24}	0,00	l/s	N-Netto durch	0,00 mm/a
	Fläche A _{nat}	0,00	ha	Q _{sx}	0,00	l/s	N-Netto nat	0,00 mm/a
Gesamtgebiet	Fläche A _{ges}	0,58	ha	Q _{tx}	0,00	l/s	VQR	3.516,00 m³/a
				n*Q _{sx} + Q _{f24}	0,00	l/s	VQT	0,00 m³/a
							Cr,CSB	107,00 mg/l
							CTW,CSB	0,00 mg/l

Element		Bestandsdaten				Prozeßdaten		
Mulde_zentral	Länge	29,20	m	Aund	0,0000	ha	Verdunst.	389,20 m ³
	Breite	19,00	m	Kf-Wert x10 ⁻⁶	10,00	m/s	Versicker.	84.350,00 m ³
	Tiefe	0,25	m	Qs	0,00	l/h	Überlauf	1.500,30 m ³
	Neigung	1 : 2,00		Mächtigkeit	0,30	m	Que, max	197,70 l/s
	Oberfläche	554,80	m ²	Vol.-vorh.	132,76	m ³	Vol.-erf.	108,00 m ³
	Sohlfläche	507,60	m ²	n-erf.	1,00	1/a	n-vorh.	0,63 1/a
Gesamtgebiet	Länge	29,20	m	Aund	0,0000	ha	Verdunst.	389,20 m ³
	Breite	19,00	m				Versicker.	84.350,00 m ³
	Net-Aushub	138,70	m ³	Qs	0,00	l/h	Überlauf	1.500,30 m ³
	Oberfläche	554,80	m ²	Vol.-vorh.	132,76	m ³	Vol.-erf.	108,00 m ³
	Sohlfläche	507,60	m ²					

Element		Bestandsdaten				Prozeßdaten		
Rigole_zentral	Länge	30,00	m	Aund,kum	0,0000	ha	Versicker	72.999,60 m³
	Breite	17,53	m	Kf-Wert x10 ⁻⁶	1,50	m/s	Drosselab.	0,00 m³
	Höhe	0,60	m	Qs	1.468,53	l/h	Überlauf	318,70 m³
	Drossel	0,00	l/s	Drossel,sp	0,00	l/sha	Que, max	54,80 l/s
	D-Dränrohr	150,00	mm	Vol.-nutz.	299,77	m³	Vol.-erf.	287,00 m³
	h-Dränrohr	0,00	m	n-erf.	0,10	1/a	n-vorh.	0,08 1/a
Gesamtgebiet	Länge	30,00	m				Versicker	72.999,60 m³
	Breite	17,53	m				Drosselab.	0,00 m³
	Aushub	315,54	m³	Qs	1.468,53	l/h	Überlauf	318,70 m³
				Nutz. Vol	299,77	m³	Vol.-erf.	287,00 m³

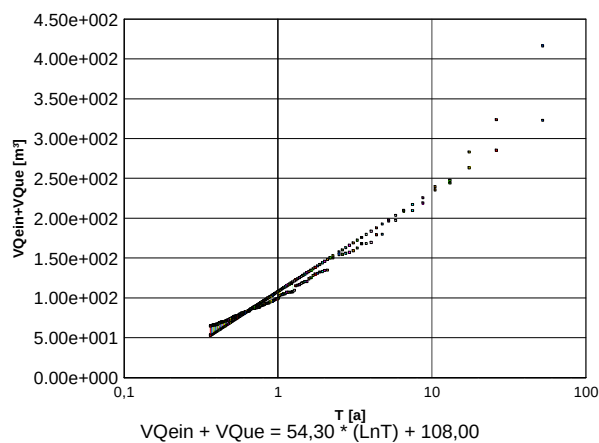
Statistische Auswertung Mulde_zentral



nutzb. Volumen	132,76	m³	Wiederkehrzeit	T
Einstauereignisse	■		Einstauvolumen	VQein
			Überlaufvolumen	VQue

Regressionsberechnung ($r^2=0,96$)

Zusammenfassung



vorh. Bemessungshäufigkeit	nvorh	0,63	[1/a]
erf. Bemessungshäufigkeit	nerf	1,00	[1/a]
vorh. Wiederkehrzeit	Tvorh	1,59	[a]
erf. Wiederkehrzeit	Terf	1,00	[a]
nutzb. Volumen	Vnutz	132,76	[m³]
erf. Volumen	Verf	108,00	[m³]

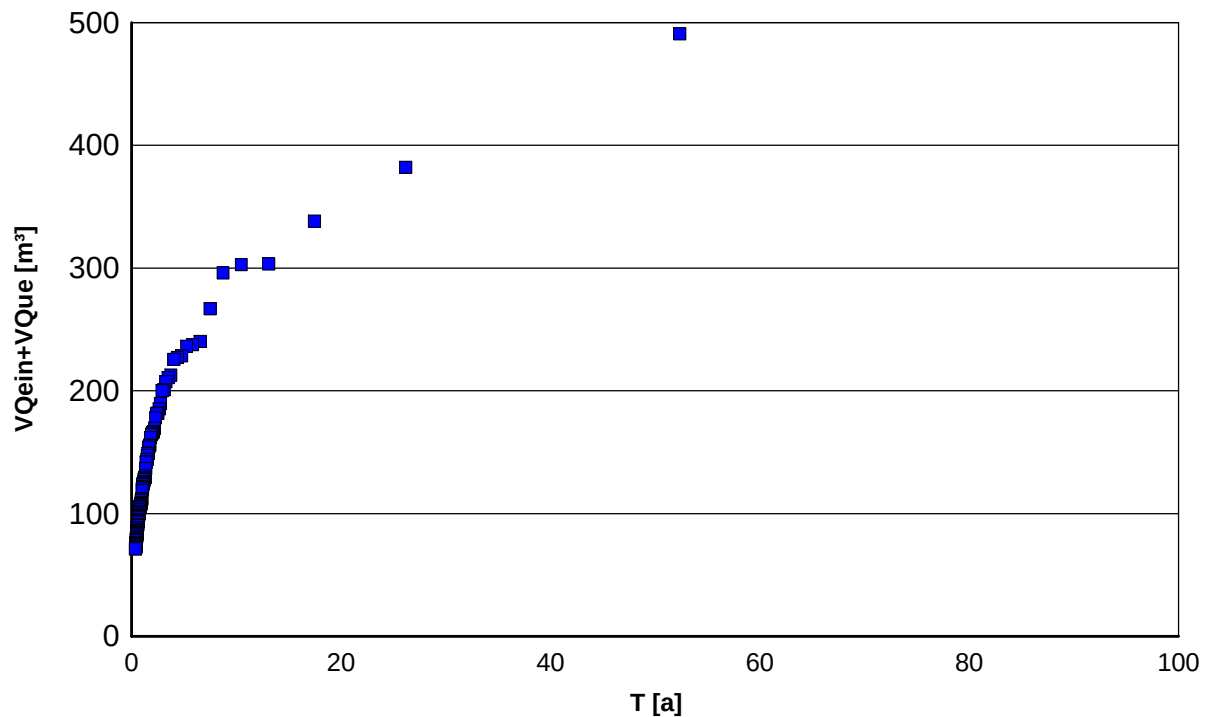
Liste der Einstau-/Überlaufereignisse Mulde_zentral

Rang	Beginn	Tein[h]	max h[m]	Qzu,max[l/s]	Que,max[l/s]	VQzu[m³]	VQein[m³]	VQue[m³]	n[1/a]	T[a]
1	02.06.11 23:50	26,83	0,28	251,92	197,72	525,86	150,00	266,23	0,02	52,36
2	12.05.81 14:50	18,17	0,27	295,83	149,83	354,48	145,82	177,80	0,04	26,18
3	27.08.63 22:30	22,42	0,27	183,79	101,98	358,05	141,66	141,47	0,06	17,45
4	21.07.91 23:55	16,58	0,26	152,20	53,70	267,62	137,44	106,65	0,08	13,09
5	28.06.12 04:50	22,67	0,26	143,78	43,64	322,61	136,56	103,07	0,10	10,47
6	17.08.82 01:40	19,00	0,26	113,07	59,96	266,18	137,99	81,00	0,11	8,73
7	12.07.99 04:50	17,42	0,26	155,48	80,78	239,10	139,81	69,73	0,13	7,48
8	16.07.05 23:05	17,75	0,26	123,73	46,76	243,23	136,84	72,26	0,15	6,54
9	15.07.62 09:20	27,58	0,26	105,03	73,12	324,51	139,13	58,10	0,17	5,82
10	30.06.67 21:50	19,33	0,26	141,54	57,95	245,37	137,81	58,45	0,19	5,24
11	02.05.91 22:25	18,17	0,26	169,42	61,82	217,06	138,15	41,66	0,21	4,76
12	07.08.77 17:50	16,25	0,26	133,77	34,19	200,55	135,73	43,59	0,23	4,36
13	05.07.02 01:50	15,92	0,26	104,86	42,11	187,57	136,43	33,14	0,25	4,03
14	26.05.03 08:35	18,75	0,25	155,48	26,03	215,58	135,02	33,19	0,27	3,74
15	11.05.01 03:15	21,83	0,26	194,63	42,78	241,93	136,49	31,45	0,29	3,49
16	24.08.76 03:30	17,08	0,26	82,05	39,12	191,60	136,17	26,48	0,31	3,27
17	06.05.97 16:00	18,83	0,25	134,06	25,55	204,91	134,98	24,29	0,32	3,08
18	07.06.65 06:50	17,17	0,26	168,86	37,50	187,14	136,02	21,24	0,34	2,91
19	28.05.02 05:50	17,00	0,25	134,22	25,60	186,15	134,99	21,08	0,36	2,76
20	23.05.02 20:45	15,50	0,26	211,12	36,48	168,86	135,94	18,87	0,38	2,62
21	15.05.00 17:45	20,00	0,25	226,08	21,85	214,16	134,66	19,69	0,40	2,49
22	16.05.12 00:45	18,25	0,25	192,93	32,94	193,89	135,63	16,68	0,42	2,38
23	10.08.07 21:45	17,75	0,25	132,66	13,72	187,63	133,95	16,21	0,44	2,28
24	26.08.06 18:50	18,67	0,25	80,15	30,76	194,30	135,44	14,63	0,46	2,18
25	19.08.98 20:20	15,67	0,25	116,64	4,95	153,01	133,19	1,74	0,48	2,09
26	05.07.99 16:10	16,25	0,25	126,64	4,17	158,09	133,11	1,35	0,50	2,01
27	14.07.90 15:15	15,58	0,25	77,31	0,88	150,76	132,82	0,27	0,52	1,94
28	13.05.95 07:55	26,50	0,25	114,40	0,00	256,45	132,41	0,00	0,53	1,87
29	15.08.08 23:25	19,08	0,25	117,88	0,00	183,22	130,88	0,00	0,55	1,81
30	06.07.88 03:45	21,58	0,24	141,33	0,00	207,79	129,90	0,00	0,57	1,75
31	05.08.10 17:25	19,83	0,24	100,76	0,00	191,64	127,97	0,00	0,59	1,69
32	10.05.64 01:45	18,08	0,24	100,27	0,00	174,65	125,26	0,00	0,61	1,64
33	04.05.79 22:55	19,50	0,23	128,33	0,00	188,02	123,76	0,00	0,63	1,59
34	20.08.69 23:55	14,33	0,23	78,32	0,00	138,31	120,66	0,00	0,65	1,54
35	01.07.92 16:40	18,83	0,23	73,15	0,00	179,43	120,34	0,00	0,67	1,50
36	04.08.00 02:10	19,50	0,23	74,60	0,00	187,31	119,21	0,00	0,69	1,45
37	21.06.92 22:00	16,92	0,22	107,13	0,00	162,98	118,18	0,00	0,71	1,42
38	29.08.12 20:30	13,42	0,22	109,22	0,00	128,79	116,54	0,00	0,73	1,38
39	14.08.95 02:15	14,58	0,22	54,25	0,00	140,03	116,07	0,00	0,74	1,34
40	23.07.79 00:05	16,50	0,22	67,68	0,00	158,80	115,24	0,00	0,76	1,31
41	19.07.65 22:15	13,00	0,21	62,84	0,00	124,51	109,49	0,00	0,78	1,28
42	02.06.83 07:15	13,42	0,20	80,88	0,00	129,18	107,70	0,00	0,80	1,25
43	01.05.05 08:15	17,00	0,20	135,18	0,00	162,38	107,25	0,00	0,82	1,22
44	10.05.68 02:50	13,92	0,20	167,37	0,00	133,77	107,15	0,00	0,84	1,19
45	19.05.81 11:30	14,08	0,20	90,93	0,00	134,17	106,96	0,00	0,86	1,16
46	20.06.67 21:55	14,17	0,20	118,44	0,00	135,58	106,87	0,00	0,88	1,14
47	14.06.66 20:45	13,00	0,20	109,15	0,00	124,08	105,17	0,00	0,90	1,11
48	07.08.80 18:50	12,67	0,20	80,49	0,00	120,83	104,94	0,00	0,92	1,09
49	31.07.89 11:55	12,75	0,20	99,03	0,00	122,78	104,18	0,00	0,94	1,07
50	10.07.65 02:25	14,17	0,20	65,94	0,00	135,32	104,17	0,00	0,95	1,05

51	01.06.81	05:20	14,33	0,20	40,00	0,00	136,66	102,83	0,00	0,97	1,03
52	12.05.08	09:55	14,25	0,19	148,48	0,00	136,60	99,45	0,00	0,99	1,01
53	12.05.80	00:35	14,42	0,19	132,20	0,00	136,94	98,48	0,00	1,01	0,99
54	21.07.00	23:55	12,50	0,19	59,94	0,00	119,71	98,47	0,00	1,03	0,97
55	27.05.95	11:50	11,92	0,19	105,67	0,00	114,29	97,50	0,00	1,05	0,95
56	20.07.90	08:05	11,58	0,18	62,65	0,00	111,40	96,66	0,00	1,07	0,94
57	23.08.79	09:10	13,50	0,18	108,33	0,00	128,50	95,78	0,00	1,09	0,92
58	13.06.10	18:45	12,42	0,18	97,76	0,00	118,28	95,66	0,00	1,11	0,90
59	22.05.86	02:55	13,75	0,18	91,16	0,00	131,65	94,93	0,00	1,13	0,89
60	20.05.70	01:35	11,83	0,18	112,61	0,00	112,50	93,75	0,00	1,15	0,87
61	02.07.80	07:50	11,92	0,18	63,01	0,00	114,30	93,59	0,00	1,17	0,86
62	26.05.69	01:30	13,00	0,18	109,79	0,00	124,19	93,09	0,00	1,18	0,84
63	07.06.62	13:25	10,92	0,18	135,17	0,00	104,34	93,08	0,00	1,20	0,83
64	05.07.77	02:05	16,25	0,18	38,69	0,00	155,57	92,02	0,00	1,22	0,82
65	08.06.80	06:55	14,08	0,17	92,71	0,00	134,94	91,32	0,00	1,24	0,81
66	29.05.72	05:55	12,42	0,17	124,03	0,00	118,78	90,72	0,00	1,26	0,79
67	07.05.82	10:00	12,50	0,17	167,08	0,00	119,61	90,45	0,00	1,28	0,78
68	15.09.93	21:55	15,67	0,17	64,29	0,00	148,21	90,00	0,00	1,30	0,77
69	29.05.78	09:45	15,42	0,17	79,44	0,00	147,73	88,22	0,00	1,32	0,76
70	24.05.83	08:35	12,25	0,17	98,38	0,00	117,32	87,94	0,00	1,34	0,75
71	12.05.93	10:55	13,58	0,17	104,85	0,00	129,16	87,92	0,00	1,36	0,74
72	26.08.68	14:05	10,75	0,17	58,99	0,00	102,28	87,75	0,00	1,38	0,73
73	21.07.66	10:20	10,92	0,17	65,47	0,00	104,68	87,64	0,00	1,39	0,72
74	28.07.00	23:10	10,75	0,17	63,76	0,00	101,80	87,46	0,00	1,41	0,71
75	15.08.00	16:20	10,92	0,17	81,72	0,00	103,76	87,27	0,00	1,43	0,70
76	03.07.74	14:00	10,25	0,17	80,22	0,00	97,46	87,03	0,00	1,45	0,69
77	16.06.75	17:15	10,75	0,17	101,28	0,00	102,29	86,88	0,00	1,47	0,68
78	28.06.94	14:25	11,58	0,16	75,62	0,00	110,47	86,25	0,00	1,49	0,67
79	09.07.76	15:20	10,50	0,16	90,83	0,00	99,67	85,66	0,00	1,51	0,66
80	13.05.78	01:25	12,33	0,16	117,45	0,00	117,67	83,92	0,00	1,53	0,65
81	21.07.93	17:40	11,17	0,16	81,29	0,00	106,43	83,50	0,00	1,55	0,65
82	20.05.83	01:30	16,33	0,16	109,91	0,00	155,22	83,15	0,00	1,57	0,64
83	05.08.67	13:25	10,25	0,16	50,17	0,00	97,94	83,13	0,00	1,59	0,63
84	15.08.68	06:20	10,42	0,16	50,57	0,00	99,74	82,75	0,00	1,60	0,62
85	19.06.68	14:05	10,08	0,16	70,68	0,00	96,23	82,43	0,00	1,62	0,62
86	04.05.05	22:55	15,50	0,16	125,14	0,00	148,04	82,31	0,00	1,64	0,61
87	26.05.64	15:30	14,17	0,16	41,35	0,00	134,06	81,96	0,00	1,66	0,60
88	21.07.07	18:10	9,58	0,16	67,99	0,00	90,56	81,28	0,00	1,68	0,60
89	12.10.02	13:45	10,92	0,16	54,34	0,00	103,68	81,01	0,00	1,70	0,59
90	31.05.70	19:00	10,33	0,15	51,80	0,00	97,88	80,83	0,00	1,72	0,58
91	06.06.04	20:45	9,83	0,15	100,63	0,00	93,47	79,86	0,00	1,74	0,58
92	20.07.84	23:50	10,33	0,15	56,60	0,00	97,64	79,82	0,00	1,76	0,57
93	17.06.70	07:20	11,42	0,15	55,25	0,00	109,21	79,50	0,00	1,78	0,56
94	17.05.90	17:00	9,83	0,15	117,22	0,00	92,64	78,48	0,00	1,80	0,56
95	10.07.81	10:20	11,67	0,15	54,93	0,00	111,44	77,80	0,00	1,81	0,55
96	23.08.10	09:55	9,83	0,15	52,63	0,00	94,00	77,42	0,00	1,83	0,55
97	05.07.09	04:15	9,50	0,15	45,78	0,00	90,33	77,35	0,00	1,85	0,54
98	26.06.91	00:35	10,00	0,15	59,08	0,00	94,91	77,16	0,00	1,87	0,53
99	08.05.03	05:55	9,08	0,15	130,82	0,00	86,46	76,93	0,00	1,89	0,53
100	16.07.87	16:55	10,25	0,15	59,45	0,00	97,54	76,93	0,00	1,91	0,52
101	14.06.01	15:00	11,67	0,15	75,90	0,00	111,28	76,68	0,00	1,93	0,52
102	18.07.05	19:45	8,83	0,15	77,74	0,00	83,38	76,12	0,00	1,95	0,51
103	09.05.07	06:00	9,92	0,14	145,74	0,00	94,22	75,50	0,00	1,97	0,51
104	09.06.08	14:45	9,83	0,14	32,92	0,00	93,20	75,37	0,00	1,99	0,50

105	13.07.97	11:55	9,50	0,14	61,83	0,00	91,03	74,30	0,00	2,01	0,50
106	04.07.81	06:15	13,33	0,14	43,75	0,00	125,75	73,96	0,00	2,02	0,49
107	19.06.97	22:30	10,08	0,14	58,98	0,00	94,94	73,63	0,00	2,04	0,49
108	05.05.84	03:35	10,67	0,14	130,22	0,00	100,83	73,52	0,00	2,06	0,48
109	30.05.98	08:05	12,00	0,14	100,00	0,00	114,23	72,45	0,00	2,08	0,48
110	19.07.89	13:10	8,75	0,14	43,80	0,00	83,17	72,19	0,00	2,10	0,48
111	09.10.82	03:00	9,58	0,14	67,50	0,00	90,61	72,09	0,00	2,12	0,47
112	03.05.06	01:15	9,08	0,14	115,79	0,00	85,64	71,88	0,00	2,14	0,47
113	14.05.90	00:55	10,50	0,14	111,94	0,00	99,80	71,82	0,00	2,16	0,46
114	22.11.96	04:30	10,50	0,14	70,37	0,00	99,51	71,35	0,00	2,18	0,46
115	01.08.03	05:00	12,92	0,14	58,33	0,00	122,37	70,66	0,00	2,20	0,46
116	02.07.72	14:55	9,33	0,14	52,41	0,00	88,36	70,60	0,00	2,22	0,45
117	21.05.99	19:40	8,92	0,13	146,45	0,00	84,23	70,23	0,00	2,23	0,45
118	21.08.85	11:45	8,50	0,13	51,29	0,00	80,83	70,22	0,00	2,25	0,44
119	09.03.64	19:00	8,75	0,13	62,46	0,00	82,32	69,98	0,00	2,27	0,44
120	28.08.78	22:25	10,50	0,13	59,08	0,00	99,59	69,77	0,00	2,29	0,44
121	30.06.98	05:10	8,50	0,13	47,25	0,00	80,60	69,63	0,00	2,31	0,43
122	28.07.63	19:55	9,67	0,13	40,69	0,00	91,58	69,61	0,00	2,33	0,43
123	14.08.70	20:05	8,58	0,13	48,71	0,00	81,27	69,28	0,00	2,35	0,43
124	19.08.78	03:20	7,92	0,13	69,07	0,00	74,88	69,09	0,00	2,37	0,42
125	29.09.68	14:05	10,17	0,13	41,30	0,00	95,64	69,00	0,00	2,39	0,42
126	16.07.78	19:15	8,92	0,13	42,19	0,00	84,13	68,80	0,00	2,41	0,42
127	18.06.91	01:25	8,25	0,13	92,00	0,00	77,76	67,69	0,00	2,43	0,41
128	14.06.83	10:15	8,42	0,13	44,10	0,00	80,51	67,16	0,00	2,44	0,41
129	27.05.92	13:05	10,83	0,13	118,25	0,00	102,63	67,02	0,00	2,46	0,41
130	15.11.76	17:00	8,08	0,13	73,43	0,00	76,13	66,96	0,00	2,48	0,40
131	21.05.01	03:55	8,08	0,13	92,97	0,00	76,35	66,86	0,00	2,50	0,40
132	03.08.68	05:35	8,67	0,13	55,88	0,00	82,22	66,81	0,00	2,52	0,40
133	27.08.87	21:20	9,42	0,13	78,87	0,00	88,31	66,34	0,00	2,54	0,39
134	03.07.00	09:40	8,75	0,13	49,41	0,00	82,83	66,17	0,00	2,56	0,39
135	18.06.02	03:25	11,17	0,13	31,80	0,00	105,86	66,08	0,00	2,58	0,39
136	18.06.84	12:20	7,83	0,13	56,96	0,00	74,54	65,98	0,00	2,60	0,39
137	11.06.85	15:45	9,08	0,13	81,76	0,00	85,99	65,94	0,00	2,62	0,38
138	25.09.93	23:55	8,58	0,13	38,64	0,00	81,09	65,67	0,00	2,64	0,38
139	11.08.88	00:15	10,58	0,13	48,89	0,00	99,58	65,57	0,00	2,65	0,38
140	13.08.08	02:35	9,08	0,13	40,28	0,00	85,76	65,43	0,00	2,67	0,37
141	04.07.04	13:40	7,67	0,13	52,89	0,00	73,03	65,38	0,00	2,69	0,37
142	09.06.69	15:40	9,08	0,13	99,70	0,00	85,78	65,29	0,00	2,71	0,37
143	23.07.05	03:55	8,75	0,13	54,77	0,00	82,77	65,12	0,00	2,73	0,37
144	10.05.70	14:55	7,25	0,12	103,62	0,00	68,70	64,51	0,00	2,75	0,36

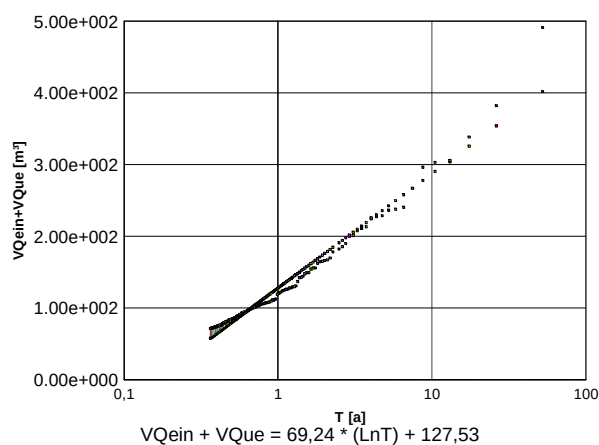
Statistische Auswertung Rigole_zentral



nutzb. Volumen	299,77	m³	Wiederkehrzeit	T
Einstauereignisse	■		Einstauvolumen	VQein
			Überlaufvolumen	VQue

Regressionsberechnung ($r^2=0,97$)

Zusammenfassung



vorh. Bemessungshäufigkeit	nvorh	0,08	[1/a]
erf. Bemessungshäufigkeit	nerf	0,10	[1/a]
vorh. Wiederkehrzeit	Tvorh	12,50	[a]
erf. Wiederkehrzeit	Terf	10,00	[a]
nutzb. Volumen	Vnutz	299,77	[m³]
erf. Volumen	Verf	287,00	[m³]

Liste der Einstau-/Überlaufereignisse Rigole_zentral

Rang	Beginn	Tein[h]	max h[m]	Qzu,max[l/s]	Que,max[l/s]	VQzu[m³]	VQein[m³]	VQue[m³]	n[1/a]	T[a]
1	02.06.11 19:55	255,33	0,60	200,37	54,77	560,28	299,77	191,04	0,02	52,36
2	12.05.81 02:50	380,58	0,60	150,99	2,28	633,19	299,77	82,26	0,04	26,18
3	27.08.63 16:20	278,83	0,60	104,24	2,21	441,70	299,77	38,54	0,06	17,45
4	10.05.95 18:00	299,25	0,60	2,74	0,99	435,12	299,77	3,66	0,08	13,09
5	28.06.12 05:30	261,67	0,60	45,66	0,89	381,61	299,77	3,14	0,10	10,47
6	23.05.02 19:30	344,92	0,59	37,94	0,00	497,36	296,15	0,00	0,11	8,73
7	15.07.62 10:30	214,75	0,53	75,73	0,00	309,71	266,75	0,00	0,13	7,48
8	21.07.91 21:20	204,92	0,48	54,83	0,00	295,06	240,20	0,00	0,15	6,54
9	16.08.82 20:25	192,75	0,48	61,30	0,00	277,49	237,58	0,00	0,17	5,82
10	17.07.05 00:25	294,50	0,47	48,15	0,00	424,78	236,28	0,00	0,19	5,24
11	10.05.01 15:25	195,83	0,46	45,09	0,00	281,70	228,41	0,00	0,21	4,76
12	20.05.83 01:40	309,42	0,45	2,60	0,00	445,38	227,18	0,00	0,23	4,36
13	08.06.80 05:45	227,50	0,45	2,59	0,00	327,22	225,70	0,00	0,25	4,03
14	10.08.88 11:05	206,42	0,43	2,56	0,00	296,72	212,97	0,00	0,27	3,74
15	30.06.67 21:45	169,42	0,42	60,31	0,00	243,63	210,85	0,00	0,29	3,49
16	25.05.03 19:20	187,58	0,42	27,83	0,00	269,40	207,36	0,00	0,31	3,27
17	12.07.99 05:35	224,00	0,40	81,49	0,00	321,53	200,92	0,00	0,32	3,08
18	05.08.10 17:00	193,08	0,40	2,70	0,00	277,59	200,18	0,00	0,34	2,91
19	18.06.92 17:25	257,08	0,38	2,66	0,00	368,76	189,55	0,00	0,36	2,76
20	02.05.91 22:05	151,08	0,37	63,69	0,00	216,88	185,34	0,00	0,38	2,62
21	12.08.08 13:55	230,75	0,36	2,69	0,00	330,83	181,94	0,00	0,40	2,49
22	15.05.12 21:05	151,75	0,36	35,24	0,00	217,80	181,49	0,00	0,42	2,38
23	15.05.00 17:50	157,08	0,36	22,80	0,00	225,45	177,97	0,00	0,44	2,28
24	01.05.05 08:15	242,75	0,34	2,65	0,00	348,28	169,48	0,00	0,46	2,18
25	26.08.06 18:50	166,42	0,33	32,69	0,00	238,81	166,75	0,00	0,48	2,09
26	06.05.97 16:45	158,08	0,33	27,79	0,00	226,66	165,85	0,00	0,50	2,01
27	10.08.07 21:50	177,58	0,33	15,31	0,00	254,57	164,81	0,00	0,52	1,94
28	07.08.77 18:40	141,67	0,33	34,76	0,00	203,15	164,30	0,00	0,53	1,87
29	06.07.88 04:40	162,25	0,32	2,66	0,00	232,83	162,06	0,00	0,55	1,81
30	07.06.65 06:45	129,42	0,31	39,43	0,00	185,52	155,79	0,00	0,57	1,75
31	04.05.79 21:20	159,58	0,31	2,69	0,00	228,68	155,40	0,00	0,59	1,69
32	05.07.02 02:15	126,42	0,31	43,18	0,00	181,23	154,07	0,00	0,61	1,64
33	04.08.00 02:30	139,17	0,30	2,68	0,00	199,49	149,22	0,00	0,63	1,59
34	15.09.93 20:40	142,33	0,30	2,62	0,00	203,99	149,08	0,00	0,65	1,54
35	24.08.76 04:50	122,00	0,29	39,12	0,00	174,82	147,34	0,00	0,67	1,50
36	23.08.79 09:10	230,17	0,29	2,60	0,00	329,35	143,99	0,00	0,69	1,45
37	01.07.92 17:15	121,33	0,29	2,64	0,00	173,75	142,58	0,00	0,71	1,42
38	10.05.64 01:45	122,83	0,28	2,66	0,00	175,85	142,01	0,00	0,73	1,38
39	21.06.01 21:25	204,25	0,27	2,55	0,00	292,36	136,67	0,00	0,74	1,34
40	23.07.02 19:20	129,58	0,26	2,61	0,00	185,47	130,75	0,00	0,76	1,31
41	13.06.66 17:30	143,67	0,26	2,61	0,00	205,30	129,47	0,00	0,78	1,28
42	21.07.00 23:55	115,33	0,26	2,60	0,00	165,05	129,24	0,00	0,80	1,25
43	25.08.67 20:55	126,67	0,26	2,54	0,00	181,28	128,15	0,00	0,82	1,22
44	18.07.82 13:30	141,33	0,26	2,56	0,00	202,19	127,78	0,00	0,84	1,19
45	05.07.77 01:45	111,33	0,25	2,63	0,00	159,35	126,15	0,00	0,86	1,16
46	16.06.70 18:50	115,42	0,25	2,56	0,00	165,05	126,03	0,00	0,88	1,14
47	23.07.79 00:30	111,50	0,25	2,65	0,00	159,55	125,26	0,00	0,90	1,11
48	11.05.80 20:20	109,08	0,25	2,63	0,00	155,99	124,52	0,00	0,92	1,09
49	19.08.98 20:25	147,83	0,25	6,57	0,00	211,35	123,62	0,00	0,94	1,07
50	12.07.97 21:10	113,17	0,24	2,55	0,00	161,82	122,23	0,00	0,95	1,05

51	29.05.78	10:05	107,33	0,24	2,62	0,00	153,57	121,09	0,00	0,97	1,03
52	17.08.75	09:20	207,83	0,24	2,50	0,00	297,21	120,00	0,00	0,99	1,01
53	05.07.99	17:10	101,67	0,24	4,17	0,00	145,37	118,79	0,00	1,01	0,99
54	14.08.95	02:15	120,42	0,22	2,63	0,00	172,17	112,30	0,00	1,03	0,97
55	20.08.69	23:50	96,33	0,22	2,63	0,00	137,76	111,78	0,00	1,05	0,95
56	06.05.10	09:05	158,17	0,22	2,56	0,00	226,41	110,80	0,00	1,07	0,94
57	02.07.80	04:10	141,25	0,22	2,59	0,00	201,91	110,74	0,00	1,09	0,92
58	14.07.90	16:50	93,58	0,22	2,62	0,00	133,76	108,90	0,00	1,11	0,90
59	20.06.67	22:00	109,25	0,22	2,62	0,00	156,16	108,33	0,00	1,13	0,89
60	12.05.08	10:05	92,92	0,22	2,61	0,00	132,87	107,86	0,00	1,15	0,87
61	02.07.72	15:05	109,33	0,22	2,54	0,00	156,33	107,42	0,00	1,17	0,86
62	26.05.64	15:35	96,83	0,21	2,61	0,00	138,38	107,16	0,00	1,18	0,84
63	11.12.88	19:00	100,33	0,21	2,58	0,00	143,43	106,98	0,00	1,20	0,83
64	29.08.12	19:30	125,00	0,21	2,62	0,00	178,65	106,14	0,00	1,22	0,82
65	10.05.68	03:00	91,25	0,21	2,61	0,00	130,36	105,86	0,00	1,24	0,81
66	14.08.68	19:15	132,67	0,21	2,56	0,00	189,32	105,71	0,00	1,26	0,79
67	01.06.81	05:50	91,00	0,21	2,60	0,00	130,11	105,53	0,00	1,28	0,78
68	10.07.65	02:50	108,08	0,21	2,61	0,00	154,44	105,26	0,00	1,30	0,77
69	12.05.93	10:50	89,50	0,21	2,60	0,00	127,90	103,51	0,00	1,32	0,76
70	02.06.83	07:15	89,00	0,21	2,60	0,00	127,21	103,15	0,00	1,34	0,75
71	30.07.89	18:25	106,50	0,21	2,59	0,00	152,11	102,98	0,00	1,36	0,74
72	22.05.86	03:20	106,67	0,20	2,60	0,00	152,53	101,80	0,00	1,38	0,73
73	29.05.96	17:05	92,33	0,20	2,55	0,00	131,97	101,50	0,00	1,39	0,72
74	04.07.81	06:05	87,58	0,20	2,57	0,00	125,10	101,02	0,00	1,41	0,71
75	08.06.97	15:45	105,42	0,20	2,48	0,00	150,64	100,23	0,00	1,43	0,70
76	26.05.69	01:20	86,58	0,20	2,60	0,00	123,73	100,12	0,00	1,45	0,69
77	30.04.66	20:30	113,92	0,20	2,54	0,00	162,68	99,75	0,00	1,47	0,68
78	30.06.98	05:40	116,33	0,20	2,51	0,00	166,23	98,86	0,00	1,49	0,67
79	19.07.65	22:25	85,33	0,20	2,60	0,00	121,87	98,78	0,00	1,51	0,66
80	02.05.85	08:35	112,08	0,20	2,55	0,00	160,17	97,76	0,00	1,53	0,65
81	01.08.03	04:55	93,33	0,20	2,57	0,00	133,42	97,49	0,00	1,55	0,65
82	19.05.70	21:50	138,00	0,19	2,59	0,00	196,94	96,68	0,00	1,57	0,64
83	13.05.78	01:10	90,33	0,19	2,59	0,00	129,05	94,88	0,00	1,59	0,63
84	04.05.84	18:35	89,25	0,19	2,57	0,00	127,45	94,67	0,00	1,60	0,62
85	28.06.94	10:10	85,58	0,19	2,58	0,00	122,16	94,43	0,00	1,62	0,62
86	29.05.72	05:55	103,00	0,19	2,58	0,00	146,96	94,34	0,00	1,64	0,61
87	19.07.08	18:15	100,58	0,19	2,43	0,00	143,67	94,00	0,00	1,66	0,60
88	05.08.68	19:30	96,83	0,19	2,50	0,00	138,28	93,54	0,00	1,68	0,60
89	27.05.95	11:20	81,00	0,19	2,58	0,00	115,73	93,07	0,00	1,70	0,59
90	07.08.80	19:20	80,58	0,19	2,59	0,00	115,06	92,82	0,00	1,72	0,58
91	30.05.98	06:45	102,08	0,18	2,57	0,00	145,58	91,10	0,00	1,74	0,58
92	18.06.68	12:30	102,75	0,18	2,56	0,00	146,58	90,84	0,00	1,76	0,57
93	27.05.62	12:30	84,92	0,18	2,44	0,00	121,24	90,25	0,00	1,78	0,56
94	15.08.00	08:55	85,00	0,18	2,57	0,00	121,31	88,67	0,00	1,80	0,56
95	19.06.97	20:10	77,75	0,18	2,57	0,00	111,03	88,55	0,00	1,81	0,55
96	07.06.62	10:40	89,75	0,18	2,57	0,00	128,11	88,55	0,00	1,83	0,55
97	10.07.81	10:50	79,67	0,18	2,56	0,00	113,72	88,10	0,00	1,85	0,54
98	13.06.10	19:45	75,42	0,17	2,58	0,00	107,67	86,58	0,00	1,87	0,53
99	07.08.12	14:30	81,25	0,17	2,54	0,00	116,02	86,41	0,00	1,89	0,53
100	12.10.02	13:40	83,50	0,17	2,57	0,00	119,26	85,73	0,00	1,91	0,52
101	12.08.04	09:00	93,75	0,17	2,48	0,00	133,91	85,59	0,00	1,93	0,52
102	01.06.01	18:30	83,17	0,17	2,55	0,00	118,70	84,85	0,00	1,95	0,51
103	21.08.66	16:00	89,17	0,17	2,54	0,00	127,20	84,65	0,00	1,97	0,51
104	22.11.96	02:20	77,08	0,17	2,57	0,00	110,10	84,64	0,00	1,99	0,50

105	14.06.01	15:35	73,83	0,17	2,57	0,00	105,37	83,70	0,00	2,01	0,50
106	16.06.75	10:40	107,83	0,17	2,57	0,00	153,87	83,07	0,00	2,02	0,49
107	01.05.04	08:20	73,08	0,17	2,53	0,00	104,31	83,06	0,00	2,04	0,49
108	20.07.90	08:40	72,58	0,17	2,56	0,00	103,62	83,04	0,00	2,06	0,48
109	07.05.82	11:30	72,33	0,17	2,56	0,00	103,28	82,71	0,00	2,08	0,48
110	28.07.00	23:05	76,50	0,16	2,57	0,00	109,22	81,50	0,00	2,10	0,48
111	21.07.93	18:05	71,25	0,16	2,57	0,00	101,65	81,40	0,00	2,12	0,47
112	30.05.89	23:05	132,08	0,16	2,56	0,00	188,51	81,01	0,00	2,14	0,47
113	20.06.87	15:10	91,33	0,16	2,37	0,00	130,31	80,68	0,00	2,16	0,46
114	01.05.86	11:25	94,83	0,16	2,49	0,00	135,40	80,58	0,00	2,18	0,46
115	31.01.82	15:50	76,42	0,16	2,55	0,00	109,08	80,13	0,00	2,20	0,46
116	22.05.65	12:20	101,08	0,16	2,45	0,00	144,24	79,23	0,00	2,22	0,45
117	26.08.68	14:20	103,58	0,16	2,56	0,00	147,69	79,06	0,00	2,23	0,45
118	09.07.76	12:50	71,67	0,16	2,56	0,00	102,22	78,86	0,00	2,25	0,44
119	15.07.77	12:30	76,08	0,16	2,36	0,00	108,64	77,95	0,00	2,27	0,44
120	18.06.02	04:10	68,33	0,16	2,55	0,00	97,47	77,89	0,00	2,29	0,44
121	11.11.90	19:05	77,92	0,15	2,56	0,00	111,17	76,34	0,00	2,31	0,43
122	28.08.78	22:50	66,83	0,15	2,56	0,00	95,32	76,10	0,00	2,33	0,43
123	31.05.70	19:15	143,58	0,15	2,56	0,00	204,79	75,89	0,00	2,35	0,43
124	29.09.68	14:00	81,75	0,15	2,53	0,00	116,67	75,85	0,00	2,37	0,42
125	16.08.69	10:40	75,83	0,15	2,44	0,00	108,24	75,78	0,00	2,39	0,42
126	21.07.84	00:05	70,08	0,15	2,56	0,00	100,02	75,46	0,00	2,41	0,42
127	11.05.77	12:05	84,42	0,15	2,52	0,00	120,50	75,11	0,00	2,43	0,41
128	11.05.62	15:50	66,25	0,15	2,55	0,00	94,52	75,06	0,00	2,44	0,41
129	06.03.67	20:05	68,75	0,15	2,48	0,00	98,11	74,43	0,00	2,46	0,41
130	14.05.90	01:30	65,33	0,15	2,55	0,00	93,26	74,34	0,00	2,48	0,40
131	03.07.74	14:20	65,00	0,15	2,55	0,00	92,74	73,76	0,00	2,50	0,40
132	21.07.66	11:25	69,17	0,15	2,55	0,00	98,69	73,74	0,00	2,52	0,40
133	09.06.08	14:40	68,92	0,15	2,55	0,00	98,27	73,64	0,00	2,54	0,39
134	16.07.87	17:25	70,42	0,15	2,55	0,00	100,43	73,15	0,00	2,56	0,39
135	05.08.67	13:55	64,58	0,15	2,55	0,00	92,11	73,07	0,00	2,58	0,39
136	27.06.86	07:40	64,33	0,15	2,54	0,00	91,79	72,99	0,00	2,60	0,39
137	26.06.91	00:55	90,75	0,15	2,55	0,00	129,51	72,76	0,00	2,62	0,38
138	04.08.95	10:55	64,17	0,15	2,54	0,00	91,58	72,52	0,00	2,64	0,38
139	27.08.87	20:35	64,58	0,14	2,53	0,00	92,17	72,29	0,00	2,65	0,38
140	06.06.04	21:00	81,33	0,14	2,55	0,00	115,98	71,81	0,00	2,67	0,37
141	25.11.67	04:15	63,92	0,14	2,55	0,00	91,14	71,79	0,00	2,69	0,37
142	29.07.12	21:35	68,92	0,14	2,51	0,00	98,32	71,59	0,00	2,71	0,37
143	23.08.10	10:10	63,00	0,14	2,54	0,00	89,93	71,37	0,00	2,73	0,37
144	12.05.87	17:15	98,75	0,14	2,35	0,00	140,83	71,27	0,00	2,75	0,36

Bauwerk RRB01			
Angeschlossene Flächen	Fläche	A _{und,kum}	0,58 ha
	Fläche	A _{durch,kum}	0,00 ha
	Fläche	A _{nat,kum}	0,00 ha
	Fläche	A _{ges,kum}	0,58 ha
Kenndaten	Länge		1,00 m
	Breite		1,00 m
	Tiefe		0,10 m
	Böschungsneigung	1:	2,00
	Maximaler Drosselabfluß 1	Q _{dr1,max}	3,00 l/s
	Maximaler Drosselabfluß 2	Q _{dr2,max}	0,00 l/s
	Durchlässigkeitsbeiwert - Sohle	k _{f, Sohle}	0,00 10-6m/s
	Durchlässigkeitsbeiwert - Böschung	k _{f, Böschung}	0,00 10-6m/s
	Erforderliche Bemessungshäufigkeit	n-erf	100,00 1/a
	Max. Versickerungsleistung RRB	Q _s	0,00 l/h
	Volumen im Dauerstau	V _{dauer}	0,00 m³
	Nutzbare Volumen	V _{nutz}	0,07 m³
	Vorhandenes Volumen	V _{vorh}	0,07 m³
Prozeßdaten - Menge	Zufluß	VQ _{zu}	182.857,50 m³
	Drosselabfluß 1	VQ _{ab1,dr}	116.147,00 m³
	Drosselabfluß 2	VQ _{ab2,dr}	0,00 m³
	Überlaufmenge	V _{Que}	66.710,10 m³
	Verdunstungsmenge	V _{Verd}	0,30 m³
	Versickerungsmenge	VQ _{Sicker}	0,00 m³
	Volumen zu Beginn des Zeitraumes	V _{Beginn}	0,00 m³
	Volumen am Ende des Zeitraumes	V _{Ende}	0,00 m³
	Niederschlag auf RRB	VQ _{rRRB}	35,20 m³
Einstau-/Überstaustatistik	Anzahl Einstauereignisse	n _{ein}	21.421
	Kalendertage mit Einstau	n _{ein,d}	4.397 d
	Einstaudauer	T _{ein}	4.057,17 h
	Anzahl Überlaufereignisse	n _{ue}	19.472
	Kalendertage mit Überlauf	n _{ue,d}	4.273 d
	Überlaufdauer	T _{ue}	3.719,92 h
	Maximaler Überlauf	Q _{ue,max}	280,30 l/s
	Vorhandene Überlaufhäufigkeit	n-vorh	82,86 1/a
	Erforderliches Volumen	V _{erf}	-2,90 m³

Anhang A

Geotechnischer Bericht – Baugebiet Krummacker in Vörsstetten, Weiß Beratende Ingenieure, 23.01.2022



Weiß
Ingenieure

Weiß Beratende Ingenieure
GmbH

Objektplanung Ingenieurbau
Verkehrsanlagen und Infrastruktur
Tragwerksplanung
Fliegende Bauten
Geotechnik/Erd- und Grundbau
Ingenieurvermessung

79111 Freiburg
Bötzingen Str. 29
Telefon 0761 45283-0
Telefax 0761 45283-99
info@weiss-ingenieure.de
www.weiss-ingenieure.de

Gemeinde Vörstetten
Freiburger Str. 2, 79279 Vörstetten

Baugebiet Krummacker in Vörstetten

Geotechnischer Bericht

Inhalt

1	VORBEMERKUNGEN.....	1
1.1	Veranlassung	1
1.2	Unterlagen.....	1
2	BAUWERKSDATEN	1
3	BAUGRUNDBEURTEILUNG	2
3.1	Baugrundaufschlüsse	2
3.2	Beschreibung des Baugrunds	3
3.3	Bodenmechanische Feldversuche	4
3.4	Bodenmechanische Laborversuche.....	4
3.5	Bodenkenngößen	4
3.6	Homogenbereiche nach DIN 18300, Bodengruppen nach DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17.....	6
3.7	Chemische Analysen Boden.....	7
4	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE.....	8
4.1	Allgemeine Angaben	8
4.2	Angaben zum Grundwasserspiegel	8
4.3	Chemische Zusammensetzung des Grundwassers	10
5	GRÜNDUNGSBERATUNG	11
5.1	Gründung	11
5.2	Erdbebensicherheit	11
5.3	Abdichtungen und Dränagen.....	12
5.4	Herstellung der Baugruben.....	13

6	KANAL UND LEITUNGSBAU.....	13
6.1	Wasserhaltung	14
6.2	Wiedereinbaubarkeit der Böden	14
7	STRAßENBAU	15
8	REGENWASSERVERSICKERUNG	15
9	ALLGEMEINE HINWEISE.....	16

Tabellen

Tabelle 1	Bodenkennwerte.....	5
Tabelle 2	Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche Boden*.....	6
Tabelle 3	Zusammensetzung der Mischproben.....	7
Tabelle 4	Ergebnisse der chemischen Analysen der anstehenden Böden.....	8
Tabelle 5	Grundwasserstände.....	9
Tabelle 6	Einstufung Erdbeben	12

Abbildungen

Abbildung 1	Baufläche, Blickrichtung Nordwesten.....	2
Abbildung 2	Auszug Grundwassergleichen aus WebGIS (Landratsamt Emmendingen); rot = HHW (höchster Grundwasserhöchststand), blau = MHW (mittlerer Grundwasserhöchststände)	10

Anlagen

Anlage 1	Lage der Baugrundaufschlüsse
Anlage 2	Bodenprofile
Anlage 2.1	Bodenprofil 1
Anlage 2.2	Bodenprofil 2
Anlage 2.3	Bodenprofil 3
Anlage 3	Bodenmechanische Versuche
Anlage 3.1	Open-End-Test
Anlage 3.2	Kornverteilungen (Körnungslinien)
Anlage 4	Chemische Analysenergebnisse

Anlage 4.1 Boden, 20 Seiten

Anlage 4.2 Grundwasser, 2 Seiten

1 VORBEMERKUNGEN

1.1 Veranlassung

Die Gemeinde Vörstetten plant das Neubaugebiet Krummacker in Vörstetten.

Unser Büro wurde von der Gemeinde Vörstetten mit den Leistungen der Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung in Bezug auf die allgemeine Bebaubarkeit, den Kanal- und Straßenbau sowie die Versickerung von Niederschlagswasser mit den zugehörigen Labor- und Feldversuchen beauftragt. Die anstehenden Böden sollten hinsichtlich Schadstoffbelastung untersucht werden.

Der vorliegende Bericht beschreibt die angetroffenen Bodenverhältnisse, enthält Angaben zur allgemeinen Bebaubarkeit, zur Versickerungsfähigkeit der Böden, zum Kanal- und Straßenbau sowie zur Schadstoffbelastung der Aushubböden.

1.2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- [1] Bebauungsplan "Krummacker", Entwurf 3, Maßstab 1:1000, Gemeinde Vörstetten, Stand 17.01.2022
- [2] Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen/Luftbildauswertung, Vörstetten, Bebauungsplan Krummacker, Kampfmittelbeseitigungsdienst Regierungspräsidium Stuttgart, Stand 18.06.2021
- [3] Allgemeine geotechnische und hydrogeologische Unterlagen aus unserem Archiv

2 BAUWERKSDATEN

Die Baufläche befindet sich im Nordosten von Vörstetten zwischen Denzlinger Straße und Sulzgasse (siehe Übersichtslageplan in Anlage 1).

Vorgesehen ist die Erschließung des Baugebietes „Krummacker“ auf einer Fläche von ca. 230 m x 65 m. Auf der Fläche sind Einfamilienhäuser, Doppelhäuser und Mehrfamilienhäuser vorgesehen. Die Haupteerschließung soll über eine mittig durchs Baugebiet verlaufende Straße von der Denzlinger Straße aus erfolgen. Von der Sulzgasse ist zusätzlich eine schmale Straße für den nordwestlichen Bereich des Baugebiets vorgesehen.

Die Baufläche ist derzeit überwiegend begrünt und bereichsweise mit Bäumen bewachsen. Das Gelände fällt leicht Richtung Nordwesten ab. Im Zuge der Baugrunduntersuchungen wurden Höhenunterschiede auf der Baufläche von bis zu 1,1 m

festgestellt. Die südlich des Baugebietes verlaufende Denzlinger Straße liegt etwas höher als das derzeitige Gelände des geplanten Baugebietes. Einige Meter nordöstlich des Baugebietes verläuft der Strüpfelgraben.

Die Baufläche zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen Ende Oktober / Anfang November 2022 ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



Abbildung 1 Baufläche, Blickrichtung Nordwesten

3 BAUGRUNDBEURTEILUNG

3.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Erkundung des Baugrunds wurden am 27.10.2022 sowie am 02.11.2022 und 03.11.2022 folgende Baugrundaufschlüsse ausgeführt:

- 7 Kleinrammbohrungen (BS 50/80) nach DIN EN ISO 22475-1 bis zu einer größten Tiefe von 5,0 m unter Gelände
- 6 schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 bis zu einer größten Tiefe von 6,0 m unter Gelände
- 1 Open-End-Test (Versickerungsversuch) im Bohrloch

Der Bohransatzpunkte wurden in [2] kampfmitteltechnisch freigegeben.

Die Kleinrammbohrungen wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 und 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen.

Die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig einge-
messen. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im beigefügten Lageplan der An-
lage 1 eingezeichnet.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen sind als Boden-
profile und Rammdiagramme in Anlage 2 dargestellt.

3.2 Beschreibung des Baugrunds

Nach der geologischen Karte Maßstab 1:25.000, Blatt 7913, Freiburg i.Br. Nordost
stehen im Bereich der Baufläche Löß-Auelehme („Schwemmlöß“) über Niederterrass-
sensschottern an.

In den Baugrundaufschlüssen wurden folgende Bodenschichten angetroffen:

Schluff (Löß-Auelehme)

Zusammensetzung: Schluff, schwach sandig bis stark sandig, schwach tonig bis
tonig, teilweise schwach kiesig bis kiesig. Die Schluffe wurden
oberflächennah erdfeucht bis feucht, zur Tiefe feucht bis nass,
angetroffen.

Farbe: grau bis grau(dunkel)braun, hellbraun bis dunkelbraun

Konsistenz: weich bis steif bis steif bis halbfest

Lagerungsdichte: locker bis mitteldicht (grobkörnige Anteile)

Schichtgrenzen: zwischen 0,5 – 1,7 m unter Geländeoberfläche (GOF) auf Hö-
hen zwischen 214,0 mNN bis 212,0 mNN

sandiger Kies (Niederterrassenschotter)

Zusammensetzung: Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig,
lokal im Übergangsbereich vom Schluff zum Kies: schluffig; die
sandigen Kiese enthalten erfahrungsgemäß Steine und Blöcke.
Es sind Lagen und Linsen von Schluff-Sand-Gemischen einge-
lagert. Die sandigen Kiese wurden erdfeucht bis feucht, unter-
halb vom Grundwasser feucht bis nass angetroffen.

Farbe:	braun bis dunkelbraun, rotbraun bis rot dunkelbraun, graubraun bis dunkelgrau
Lagerungsdichte:	überwiegend mitteldichte bis dichte Lagerung, lokal im Übergangsbereich zum Schluff: locker
Schichtgrenze:	nicht aufgeschlossen; mindestens bis 6,0 m unter Geländeoberfläche (GOF)

3.3 Bodenmechanische Feldversuche

In dem verrohrten Bohrloch der Kleinrammbohrung BS 7 wurde ein Open-End-Test mit fallender Druckhöhe durchgeführt. Dazu wurde in regelmäßigen Zeitabständen die Absenkung des Wasserspiegels in dem anfänglich mit Wasser gefüllten verrohrten Bohrloch gemessen. Der Versuch wurde in einer Tiefe von 1,0 m unter derzeitigem Gelände (ca. 213,6 mNN) durchgeführt. Die Ergebnisse des Open-End-Tests sind in der Anlage 3.1 aufgeführt.

Für den im untersuchten Bereich anstehenden sandigen Kies wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,5 \times 10^{-6}$ m/s ermittelt.

Die Auswertung erfolgte aus der Ableitung der Formel nach Darcy in Anlehnung an das USBR Earth Manual (1974). Hier nicht dargestellte Vergleichsrechnungen mit anderen Auswerteverfahren ergaben ähnliche Ergebnisse.

3.4 Bodenmechanische Laborversuche

In unserem geotechnischen Labor wurden die Kornverteilungen repräsentativer Bodenproben ermittelt.

Die Korngrößenverteilungen sind als Körnungslinien in der Anlage 3.2 dargestellt.

Demnach handelt es sich bei der untersuchten Probe des oberflächennahen anstehenden Schluffes um einen Schluff mit einem Sandgehalt von ca. 31 % und einem Tonanteil von ca. 17 %.

Die Probe des natürlich anstehenden Kiesel weist einen Sandanteil von etwa 30 % und einen Schluffanteil von knapp 6% auf und zeigt sich weit gestuft.

3.5 Bodenkenngößen

Bodenmechanischen Berechnungen können folgende charakteristische Werte von Bodenkenngößen zugrunde gelegt werden:

Tabelle 1 Bodenkennwerte

Boden- schicht	Untere Schichtgrenze [m NN]	Feucht-/Auf- triebswichte $\gamma_k (\gamma'_k)$ [kN/m³]	Reibungs- winkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]
Schluff	zw. 214,0 – 212,0	19 (9)	27,5	3 - 5	4 - 8
sandiger Kies	< 208	21 (11) lagenweise: 19 (9)	35,0 lagenweise: 27,5°	0 lagenweise: 3 - 5	40 - 80 lagenweise: 4 - 8

Die angegebenen unteren und oberen Grenzwerte des Steifemoduls sind so für die Berechnungen auszuwählen und in die Berechnung einzuführen, dass sie sich jeweils im ungünstigen Sinne auswirken. Das wahrscheinliche Verhalten des Bodens ist mit den Mittelwerten zu berechnen.

3.6 Homogenbereiche nach DIN 18300, Bodengruppen nach DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17

Die im Bereich der Baufläche angetroffenen Böden werden wie folgt klassifiziert:

Tabelle 2 Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche Boden*

Homogenbereich	E1	E2
ortsübliche Bezeichnung	Schluff (Löß-Auelehm)	Kies, sandig (Niederterrassenschotter)
Korngrößenverteilung T/U/S/G [%]	25/55/20/0 bis 5/50/35/5	25/55/20/0 bis 0/0/25/45
Anteil Steine [%]	< 5	< 30
Anteil Blöcke [%]	-	< 20
Anteil große Blöcke [%]	-	< 10
Dichte (feucht) [g/cm ³]	1,8 – 2,0	1,9 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	10 - 100	-
Wassergehalt w [%]	15 – 40	2 - 10 lagenweise: 15 - 40
Plastizitätszahl I_p [%]	4 - 20	lagenweise: 4 - 20
Konsistenzzahl I_c	0,5 – 1,05	lagenweise: 0,5 – 1,05
bez. Lagerungsdichte I_D [-]	-	0,45 – 1,0
organischer Anteil [%]	< 10	< 5
Bodengruppe nach DIN 18196:2011-05	SÜ, UL, UM, TL	GW, GU, G, SUI lagenweise: GÜ, SÜ, UL, UM, TL
Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09	4 (2)	3 - 5
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17	F3	F1 – F3

* nicht durch Versuche bestimmte Kennwerte beruhen auf Erfahrungswerten

n.b. nicht bestimmt

E = Homogenbereich Erdarbeiten (DIN 18300)

3.7 Chemische Analysen Boden

Zur Festlegung des Entsorgungswegs wurde für die aushubrelevanten Bereiche (Schluffe) im Baugebiet Nord und Baugebiet Süd je eine Mischprobe gebildet und diese hinsichtlich Schadstoffbelastung analysiert.

Die Mischproben setzen sich wie folgt zusammen aus:

Tabelle 3 Zusammensetzung der Mischproben

Mischprobenkennzeichnung	Aufschluss	Tiefe [m]
MP Schluff BG Nord, 0,0 – 1,4 m	BS 2	0,0 – 0,7
	BS 5	0,0 – 1,4
MP Schluff BG Süd, 0,0 – 1,7 m	BS 3	0,0 – 0,7
	BS 6	0,0 – 1,7

Die Mischproben wurden nach Tabelle 6.1 der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial ergänzt um die fehlenden Parameter der Deponieklasse DK 0 nach Deponieverordnung (DepV) untersucht.

Die chemischen Analysen wurden im Labor Eurofins Umwelt Süd GmbH, Tübingen, durchgeführt. Die Analysenergebnisse sind in der Anlage 4.1 aufgeführt. Maßgebend ist der Wert, der die Zuordnung in die entsorgungstechnisch ungünstigste Einbaukonfiguration verursacht.

Beide untersuchten Mischproben sind hinsichtlich der Wiederverwendung bzw. -verwertung in die Einbaukonfiguration Z0 Lehm/Schluff einzuordnen (Anlage 4.1).

Die Zuordnungswerte für die Deponieklasse DK 0 werden ebenfalls bei beiden Mischproben eingehalten.

Bei einer Entsorgung ist das Bodenmaterial (Schluff) gemäß der „Vorläufigen Vollzugshinweise zur Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen“ (Reihe Abfall, Heft 69) dem Abfallschlüssel 17 05 04 zuzuordnen.

Eine Übersicht von Einbaukonfiguration und Abfallschlüssel der untersuchten Proben ist in der Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 Ergebnisse der chemischen Analysen der anstehenden Böden

Probenbezeichnung	Einbaukonfiguration gem. VwV-BaWü Tab. 6.1	Deponieklasse nach DepV, Tab. 2	Abfallschlüssel	Prüfberichte-Nrn.
MP Schluff BG Nord	Z0 Lehm/Schluff	DK 0	17 05 04	00100334-01/02
MP Schluff BG Süd	Z0 Lehm/Schluff	DK 0	17 05 04	00100334-03/04

Im Falle einer Entsorgung des Materials wird eine Zwischenlagerung des Aushubmaterials und eine entsprechende Haufwerksbeprobung nach LAGA PN 98 bzw. DIN 19698 zu Deklarationszwecken erforderlich. Die oben aufgeführten Ergebnisse der Schadstoffanalysen ersetzen die Haufwerksbeprobung vor Ort nicht, sondern sind als Grundlage für die Ausschreibung zu betrachten. Im Falle einer Zwischenlagerung ist das Bodenmaterial gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Zur Abstimmung der Erdbaufirmen mit ihren Entsorgern sind die Analysenergebnisse den Entsorgern vollständig vorzulegen.

4 GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

4.1 Allgemeine Angaben

Das geplante Baugebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) innerhalb der Wasserschutzgebietszone III B. Der Hochwassergefahrenkarte der LUBW nach liegt es in keinem Überflutungsbereich durch Hochwasser.

4.2 Angaben zum Grundwasserspiegel

Die Kleinrammbohrung BS 1 wurde zu einem Grundwassermesspegel Ø 1,5“ ausgebaut. Der Pegelausbau ist in dem Bodenprofil in der Anlage 2 dargestellt.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden in den Bohrlöchern der Kleinrammbohrungen bzw. Rammsondierungen die Grundwasserstände gemessen. Des Weiteren wurde der Wasserstand des Strüpfelgrabens eingemessen. Die Wasserstände wurden am 03.11.2022 in folgenden Tiefen festgestellt:

Tabelle 5 Grundwasserstände

Kleinrammbohrung / Rammsondierung	Datum	Höhenlage		
		m unter ROK	m unter GOF	mNN
BS 1	03.11.2022	3,90	3,32	211,28
DPH 2	03.11.2022	-	3,43	210,94
DPH 3	03.11.2022	-	3,51	210,85
DPH 4	03.11.2022	-	3,49	210,49
DPH 5	03.11.2022	-	3,29	210,21
DPH 6	03.11.2022	-	3,52	210,17
Wasserstand Strüpfelgraben	03.11.2022	-	-	214,22

Die Wasserstände sind an die entsprechende Kleinrammbohrung bzw. Rammsondierung in der Anlage 2 angetragen. Der Wasserstand des Strüpfelgrabens scheint nicht mit den Grundwasserständen zu korrelieren.

Gemäß den Angaben des Landratsamtes Emmendingen (WebGIS) ist im Baugebiet mit folgenden maßgebenden Grundwasserständen zu rechnen (siehe auch Abbildung 2):

MHW Ost	=	213,40 mNN
MHW West	=	212,10 mNN
HHW Ost	=	215,10 mNN
HHW West	=	213,50 mNN

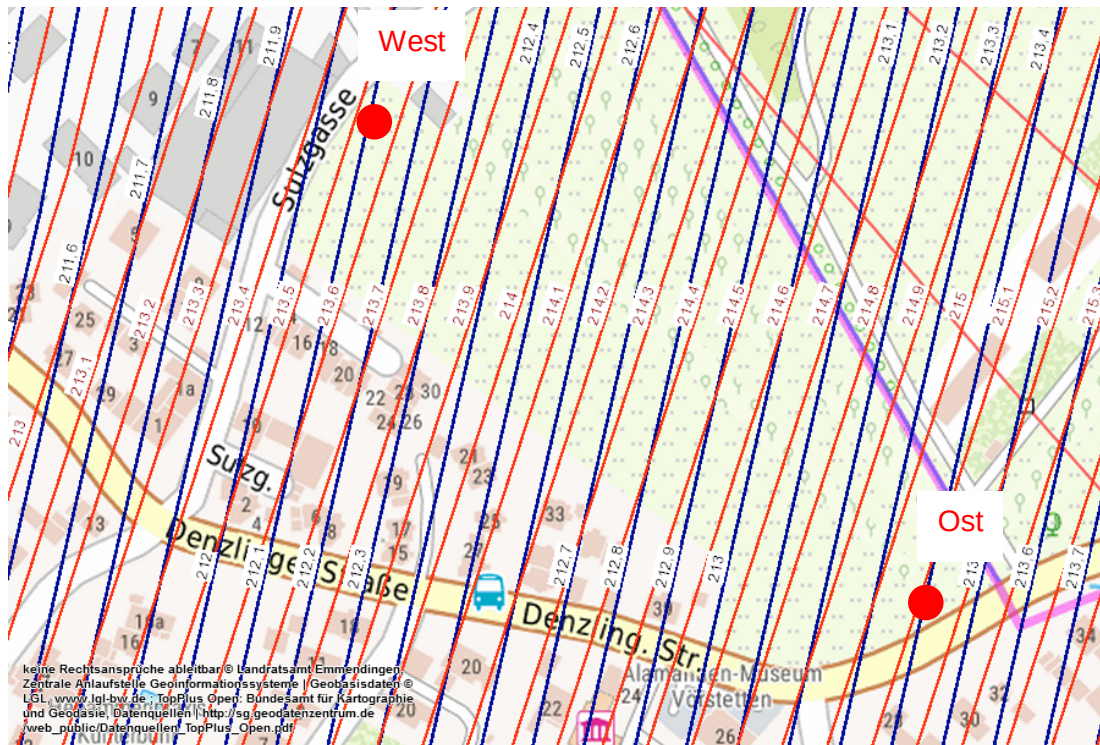


Abbildung 2 Auszug Grundwassergleichen aus WebGIS (Landratsamt Emmendingen); rot = HHW (höchster Grundwasserhöchststand), blau = MHW (mittlerer Grundwasserhöchststände)

Der Bemessungswasserstand BW (Auftrieb, Wasserdruck auf Bauteile, Feuchteschutz) kann den höchsten Grundwasserständen gleichgesetzt werden:

BW Ost = 215,1 mNN
BW West = 213,5 mNN

Die Bemessungswasserstände liegen somit auf Höhe der derzeitigen Geländeoberfläche.

4.3 Chemische Zusammensetzung des Grundwassers

Die Wasserprobe zur Untersuchung der Betonaggressivität wurde am 27.10.022 aus dem Brunnen des Landwirts nördlich des Strüpfelgrabens entnommen.

Die Analyse der Betonaggressivität wurde im Labor Eurofins Umwelt Süd GmbH, Tübingen, durchgeführt. Die Analysenergebnisse sind in der Anlage 4.2 aufgeführt.

Nach DIN 4030-1:2008-06 bestimmt der schärfste Wert für jedes einzelne chemische Merkmal die Expositionsklasse. Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die Umgebung der nächsthöheren Klasse

zugeordnet werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist. Auf eine spezielle Studie kann verzichtet werden, wenn keiner der Werte im oberen Viertel (bei pH im unteren Viertel) liegt.

Das Grundwasser gilt als **schwach betonangreifend** im Sinne der DIN 4030-1:2008-06.

Aufgrund des kalklösenden-CO₂-Wertes wird das Grundwasser im Sinne der DIN 4030-1:2008-06 gemäß der durchgeführten Analyse in die Expositionsklasse **XA 1** eingeordnet.

5 GRÜNDUNGSBERATUNG

5.1 Gründung

Der Baugrund auf der Baufläche stellt sich sehr wechselhaft dar. Wir empfehlen daher die Gebäude flach als Plattengründung im anstehenden Boden zu gründen. Je nach geplanter Höhenlage der Gebäude erfolgt die Plattengründung dann im Schluff oder im Kies. Die Gründung jedes Gebäudes sollte einheitlich in einer Schicht erfolgen, um eine Gründung in Böden unterschiedlicher Zusammendrückbarkeit zu vermeiden.

Die Möglichkeit einer Gründung von nicht unterkellerten Bauwerken oberhalb des Bemessungswasserstandes auf Einzel- und Streifenfundamenten kann nur durch weitere Aufschlüsse für jedes einzelne Bauwerk überprüft werden. Es muss dann sichergestellt werden, dass die Gründung einheitlich im Kies erfolgt.

Plattengründungen dürfen mit dem Bettungsmodulverfahren nach DIN 4018 bemessen werden. Die Bettungsmoduln sind keine Bodenkonstanten und können daher nur basierend auf Bauwerksplänen und auf das Baufeld bezogenen Bodenuntersuchungen für die konkrete Bebauung und Belastung ermittelt werden. Wir schätzen, dass die Bettungsmoduln je nach Tiefenlage der Gründungssohle zwischen $2 \text{ MN/m}^3 \leq k_s \leq 10 \text{ MN/m}^3$ liegen.

5.2 Erdbebensicherheit

Die Baufläche befindet sich in einer Erdbebenzone, so dass die Erdbebensicherheit nach DIN EN 1998-1:2010-12 nachzuweisen ist. Aufgrund der Erdbebenzone und Untergrundverhältnisse sind nach den nationalen Anhang DIN EN 1998-1/NA:2011-01 folgende Einstufungen vorzunehmen bzw. folgende Werte anzusetzen:

Tabelle 6 Einstufung Erdbeben

Erdbebenzone	1
Bemessungswert der Bodenbeschleunigung	$a_g = 0,40 \text{ m/s}^2$
Untergrundklasse (Untergrund ab 20 m unter GOF)	R
Baugrundklasse (Untergrund zwischen 3 m und 20 m unter GOF)	C

5.3 Abdichtungen und Dränagen

Die Anforderungen sowie Planungs- und Ausführungsgrundsätze für den Feuchteschutz von erdberührten Bauteilen enthält Teil 1 der DIN 18533:2017-07. Die Tabelle 1 der Norm führt die Zuordnung der Abdichtungsarten zur Wasserbeanspruchung und Einbausituation auf.

Bei Gebäuden mit ins Gelände einbindenden erdberührenden Wänden $\geq 0,5 \text{ m}$ oberhalb des Bemessungswasserstandes, ergibt sich aus der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E eine erforderliche Abdichtung nach Abschnitt 8.5.1 und Tabelle 4 der DIN 18533-1. Sofern die Bodenplatte in den Baugrund einbindet, sind zusätzlich zum Feuchteschutz des Gebäudes Dränagen nach DIN 4095:1990-06 zu verlegen. Wird auf das Verlegen einer Dränage verzichtet, ergibt sich aus der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E eine erforderliche Abdichtung nach Abschnitt 8.6.1 und Tabelle 5 der DIN 18533-1.

Für Gebäudeteile, die unter dem Bemessungswasserstand liegen, ergibt sich aus der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E eine erforderliche Abdichtung nach Abschnitt 8.6.1 und Tabelle 5 der DIN 18533-1. Sofern Bauteile $\geq 3 \text{ m}$ ins Grundwasser einbinden, ergibt sich die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E und eine Abdichtung nach Abschnitt 8.6.2 und Tabelle 6 der DIN 18533-1.

Alternativ ist die Ausführung als sogenannte „Weiße Wanne“ als wasserundurchlässiges Bauwerk aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton) möglich.

Nicht unterkellerten Gebäuden mit Bodenplatten $\geq 0,5 \text{ m}$ oberhalb des Bemessungswasserstandes ist die Wassereinwirkungsklasse W1-E zuzuordnen. Die Abdichtung ist nach Abschnitt 8.5.1 und Tabelle 4 der DIN 18533-1 erforderlich.

Alle vorgenannten Abdichtungen sind bis 30 cm über die geplante Geländeoberkante zu führen.

Sofern eine Ausführung als wasserundurchlässiges Bauwerk aus Beton gewählt wird, ist die DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ zu beachten. Je nach Nutzungsklasse sind gegebenenfalls zusätzliche Abdichtungen, raumklimatische und bauphysikalische Maßnahmen vorzusehen.

5.4 Herstellung der Baugruben

Die Baugruben sind nach DIN 4124:2012-01 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumarbeiten“ zu sichern. Ab einer Tiefe von 1,25 m ist die Baugrube abzuböschten oder mit einem Verbau zu sichern.

Bei den anstehenden Böden darf ohne rechnerischen Nachweis ein Böschungswinkel von 45° (im Kies) und 60° (im mind. steifen Schluff) nicht überschritten werden. Voraussetzung ist die Belastungsfreiheit der Böschungskrone in einem Streifen mit mindestens 1,0 m Breite für Baufahrzeuge bis 12 t Gesamtgewicht bzw. 2,0 m Breite für Baufahrzeuge zwischen 12 t und 40 t Gesamtgewicht und dass kein Strömungsdruck auf die Böschung wirkt. Für Böschungen über 5 m Höhe ist grundsätzlich ein rechnerischer Nachweis erforderlich.

Für die Herstellung von Gründungskörpern oder anderen Bauwerksteilen, die unterhalb des Bemessungswasserstandes liegen, können je nach Tiefenlage der Bauteile und den zu diesem Zeitpunkt vorherrschenden Grundwasserständen Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Eine Absenkung des Grundwassers bis rund 1,0 m Tiefe ist mit offenen Wasserhaltungen in Verbindung mit Sickerschlitzen beherrschbar. Bei tieferen Absenkungen werden geschlossene Wasserhaltungen mit Absenkbrunnen notwendig. Es ist zu beachten, dass Wasserhaltungen mit einem Vorlauf von ggf. einigen Tagen einzurichten sind, um das vorgesehene Absenkmaß zu erreichen.

Das Bauen im Grundwasser und das Absenken von Grundwasser sind genehmigungspflichtig.

6 KANAL UND LEITUNGSBAU

Die Kanal- und Leitungstiefen sind aktuell noch nicht bekannt.

Die im Projektgebiet erkundeten Böden sind unabhängig von im weiteren Planungsverlauf festgelegten Sohl-tiefen für den Kanalbau ausreichend tragfähig. Zur Ausführung der Rohrleitungsarbeiten ist die DIN EN 1610:1997-10 zu beachten. Für die Bettung und Verfüllung der Leitungszone empfehlen wir Kies der Körnung 0/16 mm zu verwenden.

Die Verfüllung des Kanalgrabens muss lagenweise verdichtet erfolgen. Die Verdichtungsarbeiten sind gemäß DIN EN 1610:1997-10 auszuführen. In der Leitungszone bis 1 m über Rohrscheitel darf nur mit leichtem Gerät und darüber mit mittelschwerem Gerät gearbeitet werden.

Der Verdichtungserfolg beim Aufbau der Verfüllung des Rohrleitungsgrabens muss nachgewiesen werden.

Die Rohrleitungsgräben sind entsprechend den Angaben der DIN 4124 Die Baugruben sind nach DIN 4124:2012-01 „Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumarbeiten“ zu sichern. Ab einer Tiefe von 1,25 m ist die Baugrube abzuböschten oder mit einem Verbau zu sichern.

Bei den anstehenden Böden darf ohne rechnerischen Nachweis ein Böschungswinkel von 45° (im Kies) und 60° (im mind. Steifen Schluff) nicht überschritten werden. Voraussetzung ist die Belastungsfreiheit der Böschungskrone in einem Streifen mit mindestens 1,0 m Breite für Baufahrzeuge bis 12 t Gesamtgewicht) bzw. 2,0 m Breite für Baufahrzeuge zwischen 12 t und 40 t Gesamtgewicht sowie die Wasserfreiheit der Böschung. Für Böschungen über 5 m Höhe ist grundsätzlich ein rechnerischer Nachweis erforderlich.

6.1 Wasserhaltung

Je nach Tiefenlage der Baugruben für die Kanal- und Leitungsarbeiten und den dann vorherrschenden Grundwasserständen können Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden. Geringe Wasserstände von wenigen Dezimetern (bis max. 1,0 m) können erfahrungsgemäß mit einer offenen Wasserhaltung über Pumpensümpfe und Dränagen abgesenkt werden.

Bei sehr hohen Wasserständen und tiefen Baugruben können für eine tiefere Absenkung Grundwasserhaltungen mit Absenkbrunnen notwendig werden.

Das Bauen im Grundwasser und das Absenken von Grundwasser sind genehmigungspflichtig.

6.2 Wiedereinbaubarkeit der Böden

Der im Baugebiet anstehende sandige Kies eignet sich zum Wiedereinbau oberhalb der Leitungszone, sofern dieser nicht vernässt ist. Steine und Blöcke ≥ 100 mm sind vor dem Wiedereinbau auszusortieren.

Der Einbau der Löß-Auelehme ist nur bei entsprechenden Wassergehalten und dann nur zur Geländemodellierung bzw. innerhalb von Flächen möglich, die später keine Belastung, z.B. durch Zufahrten, Terrasse usw., erfahren. Alternativ ist eine

Bodenverbesserung mit Bindemittelzugabe (Weißfeinkalk und Zement) möglich. Die Bindemittelzugabe richtet sich nach den natürlichen Wassergehalten der Löß-Au-
elehme zum Ausführungszeitraum. Wir empfehlen die Zugabemenge an Bindemittel zu Beginn der Baumaßnahme mithilfe von Wassergehaltsbestimmungen sowie der Errichtung von Probefeldern festzulegen. Wir schätzen die notwendige Zugabe-
menge an Bindemittel auf 2 - 4 Gew.-% bei einem Mischungsverhältnis von 50% Weißfeinkalk und 50% Zement.

7 STRAßENBAU

Für die Planung von Verkehrsanlagen gelten die Angaben der RStO 12, die in Ab-
hängigkeit von Belastungsklasse und anstehenden Böden unterschiedliche Anga-
ben zu Straßenbauten macht. Die zur Festlegung erforderlichen Bodenklassen bzw.
Homogenbereiche und die Frostepfindlichkeit der anstehenden Böden sind in Ab-
schnitt 3.6 angegeben.

Je nach Belastungsklasse und anstehendem Boden in Höhe des Planums werden
mindestens 40 cm bis 60 cm frostsicherer Aufbau notwendig. Eine Mehrdicke in-
folge örtlicher Verhältnisse ist aus der RStO 12, Abschnitt 3.2.3, Tabelle 7 zu ent-
nehmen. Das Baugebiet befindet sich in der Frosteinwirkungszone I. Gemäß der
Zeile 3.2 ergibt sich eine Mehrdicke von 5 cm. Je nach Ausführung der Randberei-
che ist eine Reduzierung oder weitere Erhöhung des frostsicheren Straßenaufbaus
möglich bzw. erforderlich.

Gemäß RStO 12 ist auf dem Planum für den Straßenaufbau mit statischen Platten-
druckversuchen ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dies lässt
sich in den sandigen Kiesen durch Nachverdichtung im Allgemeinen erreichen. Für
Schluffböden in Höhe des Planums ist erfahrungsgemäß eine Planumsverbesse-
rung durch Bodenaustausch oder bei größeren Abschnitten flächiges Einfräsen von
Bindemittel (z.B. Kalk-Zement-Mischbinder) erforderlich. Eine mittlere Austausch-
tiefe von ca. 20 cm sollte je nach Beschaffenheit des Schluffbodens eingeplant wer-
den.

Die Notwendigkeit der Planumsverbesserung kann variieren und endgültig durch
das Anlegen von Probefeldern mit darauf durchgeführten Plattendruckversuchen er-
mittelt werden.

8 REGENWASSERVERSICKERUNG

Voraussetzung für die Versickerung von Niederschlagswasser ist die Durchlässig-
keit (hydraulische Leitfähigkeit) der oberflächennah anstehenden Böden sowie ein
ausreichender Abstand von der Grundwasseroberfläche (Grundwasserflurabstand).

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

Die oberflächennahen Deckschichten eignen sich aufgrund der geringen Durchlässigkeit **nicht** für eine Versickerung von Niederschlagswasser. Der Durchlässigkeitsbeiwert der sandigen Kiese wurde bei dem Versickerungsversuch mit k_f von $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ermittelt. Aufgrund der dichten Lagerung der Kiese und der im Untergrund in unterschiedlichen Höhenlagen und Mächtigkeiten anstehenden Schluffschichten, liegt die im Feld ermittelte Durchlässigkeit im Grenzbereich der Machbarkeit von Versickerungsanlagen. Aufgrund der sehr wechselhaften Bodenverhältnisse (Wechsellagerung Schluff / Kies) und der hohen Grundwasserstände raten wir von einer Versickerung über eine Flächenversickerung sowie mit Speichersystemen wie Rigo- len, Mulden oder Becken im Baugebiet ab. Im Einzelfall kann durch zusätzliche Aufschlüsse die Machbarkeit einer Versickerung überprüft werden.

9 ALLGEMEINE HINWEISE

Das vorliegende Gutachten basiert auf der für einen Bebauungsplan angegebenen Anzahl und Art von Baugrundaufschlüssen, die eine allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung ermöglichen. Für jede einzelne Baumaßnahme sind die Angaben des Gutachtens durch die Bauwerksgröße und Gründungstiefe abgestimmte ergänzende Aufschlüsse und deren Beurteilung zu verifizieren.

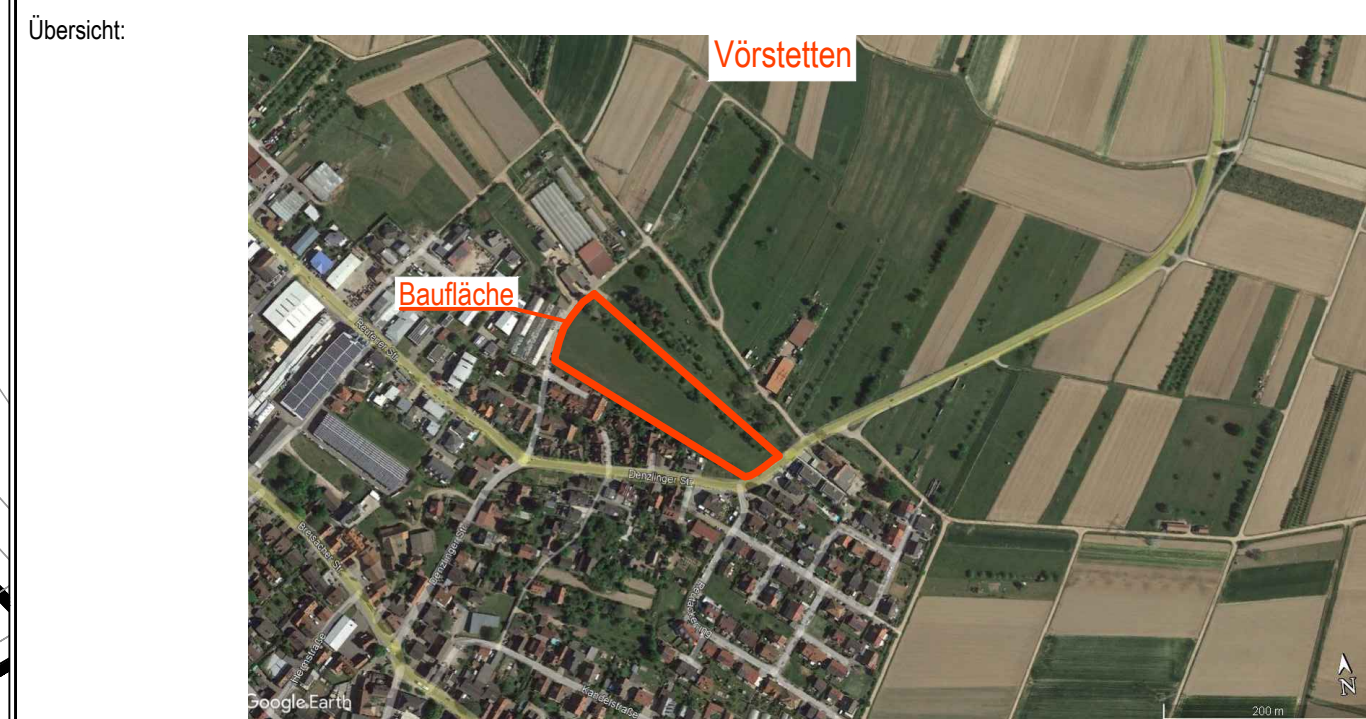


Sabrina-Janina Scherer, M.Sc.-Geol. B.Sc.-Bauing. (FHNW)

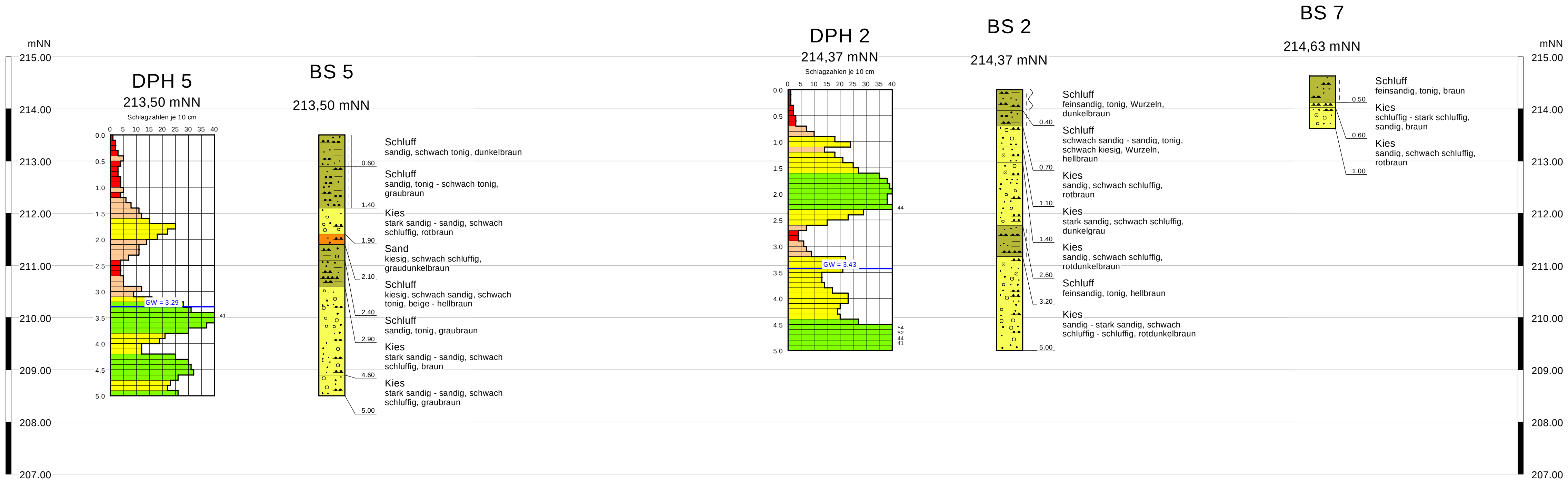


Hinweise: Höhen über mNN, DHHN12

- Legende:
- ▲ DPH schwere Rammsondierung Nr. (nach DIN EN ISO 22 476-2)
 - ⊕ BS Kleinrammbohrung Nr. (BS 50/80) nach DIN EN ISO 22 475-1
 - HBP Höhenbezugspunkt Schacht Nr. 0085S010, Schachtdeckel: 215,65 mNN



Bauherr	Gemeinde Vörsstetten	 Weiß Ingenieure Weiß Beratende Ingenieure GmbH 79111 Freiburg Bötzingen Straße 29 Telefon 0761 45283-0 Telefax 0761 45283-99 info@weiss-ingenieure.de www.weiss-ingenieure.de
Bauvorhaben	Baugebiet Krummacker in Vörsstetten	
Inhalt	Lage der Baugrundaufschlüsse	
Maßstab	1:1000	
Dokument-Nr.	22161X001	
		Anlage 1



Legende

halbfest
steif - halbfest
steif
weich - steif

Grundwassersymbole (nach DIN 4023)

Tiefe m (m NN) Datum Grundwasser Bohrende

Tiefe m (m NN) Datum Ruhewasserspiegel

Legende DPH

sehr locker (< 5/2)

locker (< 15/8)

mitteldicht (< 33/24)

dicht (>= 33/24)

Hinweise:

- Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688-1
- Höhen über mNN, DHHN12

Legende:

DPH schwere Rammsondierung Nr. (nach DIN EN ISO 22 476-2)

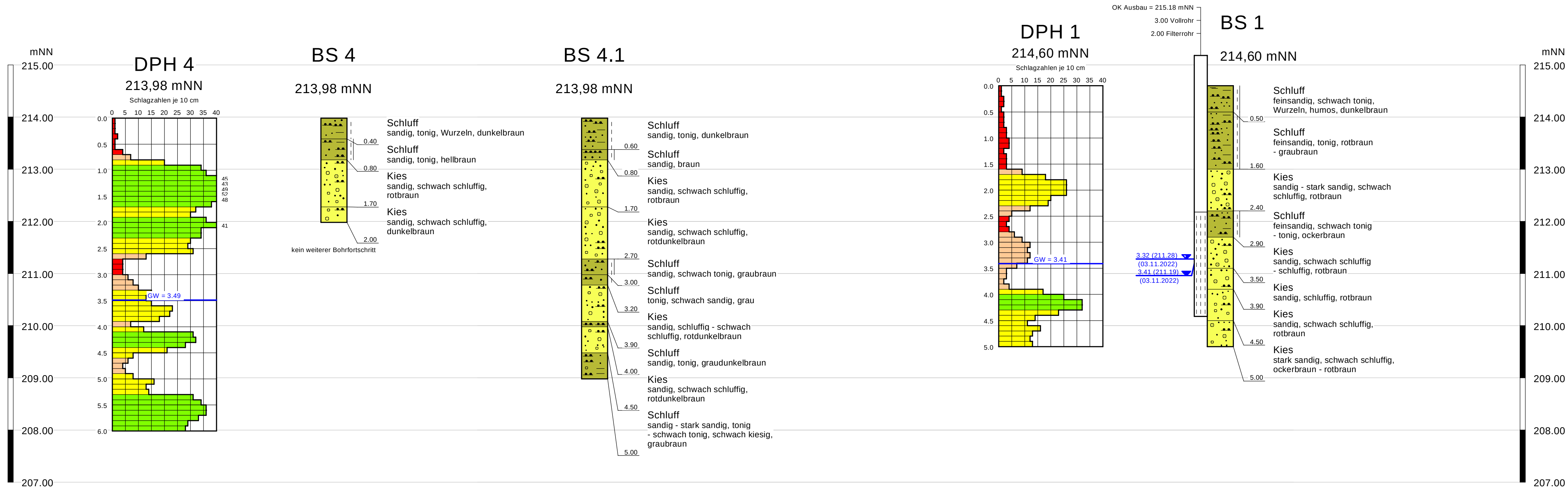
BS Kleinrammbohrung Nr. (BS 50/80) nach DIN EN ISO 22 475-1

Bauherr	Gemeinde Vörstetten
Bauvorhaben	Baugebiet Krummacker in Vörstetten
Inhalt	Bodenprofil 1
Maßstab	1:50
Dokument-Nr.:	22161X001

Weiß
Ingenieure
Weiß Beratende Ingenieure
GmbH

79111 Freiburg
Bötzinger Str. 29
Telefon 0761 45283-0
Telefax 0761 45283-99
info@weiss-ingenieure.de
www.weiss-ingenieure.de

Anlage 2.1



Legende		Grundwassersymbole (nach DIN 4023)		Legende DPH	
	steif - halbfest		Tiefe m (m NN)		sehr locker (< 5/2)
	steif		Datum		locker (< 15/8)
			Grundwasser Bohrende		mitteldicht (< 33/24)
			Ruhewasserspiegel		dicht (>= 33/24)

Hinweise:	- Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688-1
	- Höhen über mNN, DHHN12

Legende:	DPH	schwere Rammsondierung Nr. (nach DIN EN ISO 22 476-2)
	BS	Kleinrammbohrung Nr. (BS 50/80) nach DIN EN ISO 22 475-1

Bauherr	Gemeinde Vörstetten	 Weiß Ingenieure Weiß Beratende Ingenieure GmbH 79111 Freiburg Bötzingen Str. 29 Telefon 0761 45283-0 Telefax 0761 45283-99 info@weiss-ingenieure.de www.weiss-ingenieure.de
Bauvorhaben	Baugebiet Krummacker in Vörstetten	
Inhalt	Bodenprofil 2	
Maßstab	1:50	
Dokument-Nr.:	22161X001	
		Anlage 2.2

Hinweise:	- Bodenansprache nach DIN EN ISO 14 688-1 - Höhen über mNN, DHHN12	
Legende:	DPH	schwere Rammsondierung Nr. (nach DIN EN ISO 22 476-2)
	BS	Kleinrammbohrung Nr. (BS 50/80) nach DIN EN ISO 22 475-1
Bauherr	Gemeinde Vörstetten	
Bauvorhaben	Baugebiet Krummacker in Vörstetten	
Inhalt	Bodenprofil 3	
Maßstab	1:50	
Dokument-Nr.:	22161X001	Anlage 2.3

Anlage 3.1 - Open-End-Test

Bezeichnung des Standortes:			BS 7		
Radius Bohrloch r			[m]	0,040	
Wasserstand zu Beginn des Versuches H ₁			[m]	1,00	
Wasserstand zum Ende des Versuches H ₂			[m]	0,22	
Versickerungszeit t gesamt			[s]	23420	
Zeit	Δt	H ₁	H ₂	ΔH	k _f
[hh:min:ss]	[s]	[m]	[m]	[m]	[m/s]
00:00:00					
00:13:34	814	1,00	0,92	0,08	2,34E-06
00:29:10	936	0,92	0,84	0,08	2,22E-06
00:46:30	1040	0,84	0,77	0,07	1,91E-06
01:15:00	1710	0,77	0,69	0,08	1,46E-06
01:45:35	1835	0,69	0,62	0,07	1,33E-06
02:39:30	3235	0,62	0,54	0,08	9,74E-07
03:12:14	1964	0,54	0,50	0,04	8,95E-07
03:55:00	2566	0,50	0,47	0,03	5,51E-07
06:30:20	9320	0,47	0,22	0,25	1,78E-06

$$k_f = \frac{(H_1 - H_2) * r^2 * \pi}{5,5 * r * t * h} \quad h = \frac{(H_1 + H_2)}{2}$$

k_f =

1,5E-06	[m/s]
---------	-------

Anlage 4 – Chemische Analysenergebnisse

Anlage 4.1 Boden (20 Seiten)

Eurofins Umweltanalytik Süd GmbH, Tübingen

**Prüfberichte Nrn. 00100334-01 bis 00100334-04 inkl. Proben-
vorbereitungsprotokolle**

Anlage 4.2 Grundwasser (2 Seiten)

Eurofins Umweltanalytik Süd GmbH, Tübingen

Prüfbericht Nr. 00100337

Prüfbericht

00100334-01_(1)

05.12.2022

Eurofins Umweltanalytik Süd GmbH
Ob dem Himmelreich 9 - D-72074 - Tübingen

Weiß Beratende Ingenieure GmbH
Frau Sabrina-Janina Scherer

Bötzingen Straße 29

79111 Freiburg



Auftragsdaten

Betreff: Projekt-Nr. 22261.0 - Deklarationsanalyse
PV nach VwV Boden, Auftrag 22.11.2022

Bearbeitungszeitraum: 15.11.2022 - 30.11.2022

Probennehmer: Auftraggeber - Sc Eingangsdatum: 15.11.2022

MP Schluff BG Nord, 0 - 1,4 m

Abfall

100334/520/01

Grenz-/ Anforderungswert

Parameter	Einheit	Ergebnis	VwV Z0 Lehm/Schluff	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

Sensorische Parameter im Feststoff

Farbe	-	braun	- * 2
Geruch, qualitativ im Feststoff	-	ohne	DIN EN 1622 (B 3) Anh. C, qualitativ 2006-10 2
Konsistenz	-	stichfest	- * 2
angelieferte Menge	g	2900	- * 2
Störstoffe	-	ohne	- * 2
Fotodokumentation	-	x	- * 2
Sieben < 2 mm	-	x	- 2
Probenvorbereitung	-	x	BBodSchV Anh. 1, 3.1.1 1999-07 2



100334/520/01		Grenz-/ Anforderungswert		
Parameter	Einheit	Ergebnis	VWV Z0 Lehm/Schluff	Methode
VwV Boden Baden-Württemberg				
Probenvorbereitung	-	x		- 2
Farbe	-	braun		- * 2
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	82,8		DIN EN 14346 2007-03 2
Bodenart	-	Lehm / Schluff		- *
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	100	DIN EN 14039 2005-01 2
Kohlenwasserstoffe, C10-C22	mg/kg TS	< 50		DIN EN 14039 2005-01 2
EOX (extr.organ.geb.Halog.)	mg/kg TS	< 0,50	1	DIN 38414-17 (S 17) 2017-01 2
Königswasseraufschluss	-	x		DIN EN 13657 2003-01 2
Arsen	mg/kg TS	12,8	15	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Blei	mg/kg TS	22,8	70	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Cadmium	mg/kg TS	0,21	1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chrom, gesamt	mg/kg TS	42,4	60	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Kupfer	mg/kg TS	20,6	40	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Nickel	mg/kg TS	28,2	50	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	0,5	DIN EN ISO 12846 2012-08 2
Thallium	mg/kg TS	< 0,20	0,7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Zink	mg/kg TS	80,0	150	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	< 0,5		DIN ISO 11262 2012-04 2
PAK (EPA)				
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	0,3	DIN ISO 18287 2006-05 2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	3	berechnet 2

100334/520/01			Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	VWV Z0 Lehm/Schluff	Methode
BTEX-Aromaten				
Benzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Toluol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Styrol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
iso-Propylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	1	berechnet 2
LHKW				
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlormethan (Tetra)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlorethen (Tri)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlorethen (Per)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	1	berechnet 2
PCB 7				
PCB 28	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	0,05	berechnet 2
Eluatherstellung	-	x		DIN EN 12457-4 2003-01 2
Farbe, qualitativ	-	farblos		- * 2
Geruch, qualitativ	-	ohne		DIN EN 1622 (B 3) Anh. C, qualitativ 2006-10 2
pH-Wert / bei ..°C	-	7,00	6,5-9,5	DIN EN ISO 10523 (C 5) 2012-04 2
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	21,7	250	DIN EN 27888 (C8) 1993-11 2
Chlorid	mg/L	< 5	30	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Sulfat	mg/L	< 10,0	50	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Cyanid, gesamt	µg/L	< 2,5	5	DIN EN ISO 14403-1 (D 2) 2012-10 2
Phenolindex	µg/L	< 10,0	20	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12 2
Arsen	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Blei	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2

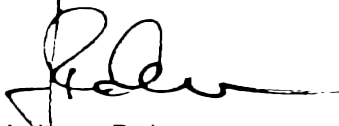
Cadmium	µg/L	< 0,50	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chrom, gesamt	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Kupfer	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Nickel	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Quecksilber	µg/L	< 0,20	-	DIN EN ISO 12846 2012-08 2
Zink	µg/L	< 10	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2

Hinweis:

Hinweis nach „Verwaltungsvorschrift – Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“, des Umweltministeriums Baden-Württemberg (Stand 14.03.2007):

Die Zuordnungswerte für Z0 Lehm/Schluff werden eingehalten.

Tübingen, den 05.12.2022



i.A. Jürgen Rodemann
Projektleiter Umweltanalytik | Probenahme

Legende:	n.n.	nicht nachweisbar	(M)	Mittelwert
	n.b.	nicht bestimmbar	(Zahl)	Einzelwert
	n.d.	nicht durchgeführt	(SD)	Standardabweichung
	< x,x	kleiner als Bestimmungsgrenze	x	Untersuchung durchgeführt

Fett gedruckte Prüfverfahren überschreiten (bzw. unterschreiten) die zulässigen Grenz- oder Anforderungswerte!

mit * markierte Prüfverfahren sind nicht akkreditiert

mit 2 markierte Prüfverfahren wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH – Niederlassung Chemnitz bearbeitet

mit 3 markierte Prüfverfahren wurden von CLL Chemnitzer Laborleistungs GmbH in Chemnitz bearbeitet

mit + markierte Prüfverfahren wurden im Unterauftrag bearbeitet, der Auftragnehmer ist für das Verfahren akkreditiert

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Prüfgegenstände. Die im Verfahren angegebene Messunsicherheit wird eingehalten. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung von Prüfberichten und Gutachten sowie deren auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung. (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht

00100334-02_(2)

05.12.2022

Eurofins Umweltanalytik Süd GmbH
Ob dem Himmelreich 9 - D-72074 - Tübingen

Weiß Beratende Ingenieure GmbH
Frau Sabrina-Janina Scherer

Bötzingen Straße 29
79111 Freiburg



Auftragsdaten

Betreff: Projekt-Nr. 22261.0 - Deklarationsanalyse
PV nach VwV Boden, Auftrag 22.11.2022

Bearbeitungszeitraum: 15.11.2022 - 30.11.2022

Probennehmer: Auftraggeber - Sc Eingangsdatum: 15.11.2022

MP Schluff BG Nord, 0 - 1,4 m

Abfall

100334/520/02

Grenz-/ Anforderungswert

Parameter	Einheit	Ergebnis	Deponieklasse 0, Deponiever- ordnung	Methode
-----------	---------	----------	--	---------

Sensorische Parameter im Feststoff

Farbe	-	braun	- * 2	
Geruch, qualitativ im Feststoff	-	ohne		DIN EN 1622 (B 3) Anh. C, qualitativ 2006-10 2
Konsistenz	-	stichfest	- * 2	
angelieferte Menge	g	2900	- * 2	
Störstoffe	-	ohne	- * 2	
Fotodokumentation	-	x	- * 2	
Sieben < 2 mm	-	x	- 2	



100334/520/02			Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Deponieklasse 0, Deponiever- ordnung	Methode
DepV DK 0 Anhang 3, Spalte 5				
Probenvorbereitung	-	x		DIN 19747 2009-07 2
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	82,8		DIN EN 14346 2007-03 2
Glühverlust (550 °C)	% TS	3,9	3	DIN EN 15169 2007-05 2
TOC (ges. org. Kohlenstoff)	% TS	0,87	1	DIN EN 15936 2012-11 2
BTEX-Aromaten				
Benzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Toluol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Styrol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
iso-Propylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	6	berechnet 2
LHKW				
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlormethan (Tetra)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlorethen (Tri)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlorethen (Per)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	2	berechnet 2
PCB 7				
PCB 28	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	1	berechnet 2
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	500	DIN EN 14039 2005-01 2

100334/520/02			Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Deponieklasse 0, Deponiever- ordnung	Methode
PAK (EPA)				
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	30	berechnet 2
extrahierbare lipophile Stoffe	% TS	< 0,01	0,1	LAGA-Richtlinie KW/04 2019-09 2
Eluatherstellung	-	x		DIN EN 12457-4 2003-01 2
pH-Wert / bei ..°C	-	7,00	5,5-13,0	DIN EN ISO 10523 (C 5) 2012-04 2
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	21,7		DIN EN 27888 (C8) 1993-11 2
DOC (gel. organ. Kohlenstoff)	mg/L	2,3	50	DIN EN 1484 2019-04 2
Phenolindex	mg/L	< 0,01	0,1	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12 2
Arsen	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Blei	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Cadmium	mg/L	< 0,00050	0,004	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Kupfer	mg/L	< 0,0020	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Nickel	mg/L	< 0,0020	0,04	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Quecksilber	mg/L	< 0,0002	0,001	DIN EN ISO 12846 2012-08 2
Zink	mg/L	< 0,010	0,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chlorid	mg/L	< 5,00	80	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Sulfat	mg/L	< 10,0	100	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/L	< 0,005	0,01	DIN EN ISO 14403-1 (D 2) 2012-10 2
Fluorid	mg/L	0,2	1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Barium	mg/L	< 0,10	2	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chrom, gesamt	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Molybdaen	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Antimon	mg/L	< 0,0020	0,006	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Selen	mg/L	< 0,0020	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	mg/L	< 50,0	400	DIN 38409-H 1-2 (H 1) 1987-01 2

Hinweis:

Die Zuordnungswerte für DK 0, der Deponieverordnung und der Handlungshilfe organischer Schadstoffe auf Deponien (Baden-Württemberg: Mai 2012), werden eingehalten.

Der TOC hält den Zuordnungswert für DK 0 ein. Der TOC ist gemäß Vorgabe der Regierungspräsidiums Tübingen – siehe Checkliste zur Prüfung von Analysenberichten (Stand 05/2013) maßgebend für die Beurteilung und immer zu bestimmen, wenn der Glühverlust größer als der Zuordnungswert ist.

Erklärung der Untersuchungsstelle

Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt ☐ ja ☒ teilweise

Gleichwertige Verfahren angewandt: ☒ ja ☐ nein

Parameter:

TOC nach DIN EN 13137 (2001-12) gleichwertig zu DIN EN 15936 (2012-11)

Bestätigung der Landesdirektion Sachsen, GZ L43-8601/6/3 vom 09.10.2020 liegt vor.

Die Bestätigung gilt gem. Anhang 4 Nummer 3 Satz 2 DepV i. d. F. vom 30.06.2020 bundesweit.

Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Stand 2018-03, akkreditiert: ☒ ja ☐ nein

nach dem Fachmodul Abfall von LUBW notifiziert: ☒ ja ☐ nein

Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein

Tübingen, den 05.12.2022



i.A. Jürgen Rodemann

Projektleiter Umweltanalytik | Probenahme

Legende:	n.n.	nicht nachweisbar	(M)	Mittelwert
	n.b.	nicht bestimmbar	(Zahl)	Einzelwert
	n.d.	nicht durchgeführt	(SD)	Standardabweichung
	< x,x	kleiner als Bestimmungsgrenze	x	Untersuchung durchgeführt

Fett gedruckte Prüfverfahren überschreiten (bzw. unterschreiten) die zulässigen Grenz- oder Anforderungswerte!

mit * markierte Prüfverfahren sind nicht akkreditiert

mit 2 markierte Prüfverfahren wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH – Niederlassung Chemnitz bearbeitet

mit 3 markierte Prüfverfahren wurden von CLL Chemnitzer Laborleistungs GmbH in Chemnitz bearbeitet

mit + markierte Prüfverfahren wurden im Unterauftrag bearbeitet, der Auftragnehmer ist für das Verfahren akkreditiert

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Prüfgegenstände. Die im Verfahren angegebene Messunsicherheit wird eingehalten. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung von Prüfberichten und Gutachten sowie deren auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung. (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht

00100334-03_(3)

05.12.2022

Eurofins Umweltanalytik Süd GmbH
Ob dem Himmelreich 9 - D-72074 - Tübingen

Weiß Beratende Ingenieure GmbH
Frau Sabrina-Janina Scherer

Bötzingen Straße 29

79111 Freiburg



Auftragsdaten

Betreff: Projekt-Nr. 22261.0 - Deklarationsanalyse
PV nach VwV Boden, Auftrag 22.11.2022

Bearbeitungszeitraum: 15.11.2022 - 30.11.2022

Probennehmer: Auftraggeber - Sc Eingangsdatum: 15.11.2022

MP Schluff BG Süd, 0 - 1,7 m

Abfall

100334/520/03

Grenz-/ Anforderungswert

Parameter	Einheit	Ergebnis	VwV Z0 Lehm/Schluff	Methode
-----------	---------	----------	------------------------	---------

Sensorische Parameter im Feststoff

Farbe	-	braun	- * 2
Geruch, qualitativ im Feststoff	-	ohne	DIN EN 1622 (B 3) Anh. C, qualitativ 2006-10 2
Konsistenz	-	stichfest	- * 2
angelieferte Menge	g	3000	- * 2
Störstoffe	-	ohne	- * 2
Fotodokumentation	-	x	- * 2
Sieben < 2 mm	-	x	- 2
Probenvorbereitung	-	x	BBodSchV Anh. 1, 3.1.1 1999-07 2



100334/520/03		Grenz-/ Anforderungswert		
Parameter	Einheit	Ergebnis	VWV Z0 Lehm/Schluff	Methode
VwV Boden Baden-Württemberg				
Probenvorbereitung	-	x		- 2
Farbe	-	braun		- * 2
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	82,2		DIN EN 14346 2007-03 2
Bodenart	-	Lehm / Schluff		- *
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	100	DIN EN 14039 2005-01 2
Kohlenwasserstoffe, C10-C22	mg/kg TS	< 50		DIN EN 14039 2005-01 2
EOX (extr.organ.geb.Halog.)	mg/kg TS	< 0,50	1	DIN 38414-17 (S 17) 2017-01 2
Königswasseraufschluss	-	x		DIN EN 13657 2003-01 2
Arsen	mg/kg TS	10,7	15	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Blei	mg/kg TS	17,8	70	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Cadmium	mg/kg TS	< 0,20	1	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chrom, gesamt	mg/kg TS	38,9	60	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Kupfer	mg/kg TS	18,2	40	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Nickel	mg/kg TS	26,9	50	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,05	0,5	DIN EN ISO 12846 2012-08 2
Thallium	mg/kg TS	< 0,20	0,7	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Zink	mg/kg TS	67,7	150	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	< 0,5		DIN ISO 11262 2012-04 2
PAK (EPA)				
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	0,3	DIN ISO 18287 2006-05 2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	3	berechnet 2

100334/520/03			Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	VWV Z0 Lehm/Schluff	Methode
BTEX-Aromaten				
Benzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Toluol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Styrol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
iso-Propylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	1	berechnet 2
LHKW				
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlormethan (Tetra)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlorethen (Tri)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlorethen (Per)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	1	berechnet 2
PCB 7				
PCB 28	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	0,05	berechnet 2
Eluatherstellung	-	x		DIN EN 12457-4 2003-01 2
Farbe, qualitativ	-	farblos		- * 2
Geruch, qualitativ	-	ohne		DIN EN 1622 (B 3) Anh. C, qualitativ 2006-10 2
pH-Wert / bei ..°C	-	7,17	6,5-9,5	DIN EN ISO 10523 (C 5) 2012-04 2
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	29,6	250	DIN EN 27888 (C8) 1993-11 2
Chlorid	mg/L	< 5,00	30	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Sulfat	mg/L	< 10,0	50	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Cyanid, gesamt	µg/L	< 2,5	5	DIN EN ISO 14403-1 (D 2) 2012-10 2
Phenolindex	µg/L	< 10,0	20	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12 2
Arsen	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Blei	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2

Cadmium	µg/L	< 0,50	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chrom, gesamt	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Kupfer	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Nickel	µg/L	< 2,0	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Quecksilber	µg/L	< 0,20	-	DIN EN ISO 12846 2012-08 2
Zink	µg/L	< 10	-	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2

Hinweis:

Hinweis nach „Verwaltungsvorschrift – Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“, des Umweltministeriums Baden-Württemberg (Stand 14.03.2007):

Die Zuordnungswerte für Z0 Lehm/Schluff werden eingehalten.

Tübingen, den 05.12.2022



i.A. Jürgen Rodemann
Projektleiter Umweltanalytik | Probenahme

Legende:	n.n.	nicht nachweisbar	(M)	Mittelwert
	n.b.	nicht bestimmbar	(Zahl)	Einzelwert
	n.d.	nicht durchgeführt	(SD)	Standardabweichung
	< x,x	kleiner als Bestimmungsgrenze	x	Untersuchung durchgeführt

Fett gedruckte Prüfverfahren überschreiten (bzw. unterschreiten) die zulässigen Grenz- oder Anforderungswerte!

mit * markierte Prüfverfahren sind nicht akkreditiert

mit 2 markierte Prüfverfahren wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH – Niederlassung Chemnitz bearbeitet

mit 3 markierte Prüfverfahren wurden von CLL Chemnitzer Laborleistungs GmbH in Chemnitz bearbeitet

mit + markierte Prüfverfahren wurden im Unterauftrag bearbeitet, der Auftragnehmer ist für das Verfahren akkreditiert

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Prüfgegenstände. Die im Verfahren angegebene Messunsicherheit wird eingehalten. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung von Prüfberichten und Gutachten sowie deren auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung. (DIN EN ISO/IEC 17025)

Prüfbericht

00100334-04_(4)

05.12.2022

Eurofins Umweltanalytik Süd GmbH
Ob dem Himmelreich 9 - D-72074 - Tübingen

Weiß Beratende Ingenieure GmbH
Frau Sabrina-Janina Scherer

Bötzingen Straße 29
79111 Freiburg



Auftragsdaten				
Betreff:		Projekt-Nr. 22261.0 - Deklarationsanalyse PV nach VwV Boden, Auftrag 22.11.2022		
Bearbeitungszeitraum:		15.11.2022 - 30.11.2022		
Probennehmer:		Auftraggeber - Sc	Eingangsdatum:	15.11.2022
MP Schluff BG Süd, 0 - 1,7 m				Abfall
100334/520/04		Grenz-/ Anforderungswert		
Parameter	Einheit	Ergebnis	Deponieklasse 0, Deponiever- ordnung	Methode

Sensorische Parameter im Feststoff				
Farbe	-	braun	- * 2	
Geruch, qualitativ im Feststoff	-	ohne	DIN EN 1622 (B 3) Anh. C, qualitativ 2006-10 2	
Konsistenz	-	stichfest	- * 2	
angelieferte Menge	g	3000	- * 2	
Störstoffe	-	ohne	- * 2	
Fotodokumentation	-	x	- * 2	
Sieben < 2 mm	-	x	- 2	



100334/520/04			Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Deponieklasse 0, Deponiever- ordnung	Methode
DepV DK 0 Anhang 3, Spalte 5				
Probenvorbereitung	-	x		DIN 19747 2009-07 2
Trockenrückstand (105 °C)	% OS	82,2		DIN EN 14346 2007-03 2
Glühverlust (550 °C)	% TS	3,8	3	DIN EN 15169 2007-05 2
TOC (ges. org. Kohlenstoff)	% TS	0,65	1	DIN EN 15936 2012-11 2
BTEX-Aromaten				
Benzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Toluol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
m/p-Xylol	mg/kg TS	< 0,1		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Styrol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
iso-Propylbenzol	mg/kg TS	< 0,05		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	6	berechnet 2
LHKW				
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlormethan (Tetra)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Trichlorethen (Tri)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Tetrachlorethen (Per)	mg/kg TS	< 0,01		DIN EN ISO 22155 2016-07 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	2	berechnet 2
PCB 7				
PCB 28	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 52	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 101	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 118	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 138	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 153	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
PCB 180	mg/kg TS	< 0,02		DIN EN 15308 2016-12 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	1	berechnet 2
Kohlenwasserstoffe, C10-C40	mg/kg TS	< 50	500	DIN EN 14039 2005-01 2

100334/520/04			Grenz-/ Anforderungswert	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Deponieklasse 0, Deponiever- ordnung	Methode
PAK (EPA)				
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	< 0,05		DIN ISO 18287 2006-05 2
Summe	mg/kg TS	n.b.	30	berechnet 2
extrahierbare lipophile Stoffe	% TS	< 0,01	0,1	LAGA-Richtlinie KW/04 2019-09 2
Eluatherstellung	-	x		DIN EN 12457-4 2003-01 2
pH-Wert / bei ..°C	-	7,17	5,5-13,0	DIN EN ISO 10523 (C 5) 2012-04 2
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	29,6		DIN EN 27888 (C8) 1993-11 2
DOC (gel. organ. Kohlenstoff)	mg/L	2,4	50	DIN EN 1484 2019-04 2
Phenolindex	mg/L	< 0,01	0,1	DIN EN ISO 14402 (H 37) 1999-12 2
Arsen	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Blei	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Cadmium	mg/L	< 0,00050	0,004	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Kupfer	mg/L	< 0,0020	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Nickel	mg/L	< 0,0020	0,04	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Quecksilber	mg/L	< 0,0002	0,001	DIN EN ISO 12846 2012-08 2
Zink	mg/L	< 0,010	0,4	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chlorid	mg/L	< 5,00	80	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Sulfat	mg/L	< 10,0	100	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/L	< 0,005	0,01	DIN EN ISO 14403-1 (D 2) 2012-10 2
Fluorid	mg/L	0,3	1	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) 2009-07 2
Barium	mg/L	< 0,10	2	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Chrom, gesamt	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Molybdaen	mg/L	< 0,0020	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Antimon	mg/L	< 0,0020	0,006	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Selen	mg/L	< 0,0020	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29) 2017-01 2
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	mg/L	< 50,0	400	DIN 38409-H 1-2 (H 1) 1987-01 2

Hinweis:

Die Zuordnungswerte für DK 0, der Deponieverordnung und der Handlungshilfe organischer Schadstoffe auf Deponien (Baden-Württemberg: Mai 2012), werden eingehalten.

Der TOC hält den Zuordnungswert für DK 0 ein. Der TOC ist gemäß Vorgabe der Regierungspräsidiums Tübingen – siehe Checkliste zur Prüfung von Analysenberichten (Stand 05/2013) maßgebend für die Beurteilung und immer zu bestimmen, wenn der Glühverlust größer als der Zuordnungswert ist.

Erklärung der Untersuchungsstelle

Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt ☐ ja ☒ teilweise

Gleichwertige Verfahren angewandt: ☒ ja ☐ nein

Parameter:

TOC nach DIN EN 13137 (2001-12) gleichwertig zu DIN EN 15936 (2012-11)

Bestätigung der Landesdirektion Sachsen, GZ L43-8601/6/3 vom 09.10.2020 liegt vor.

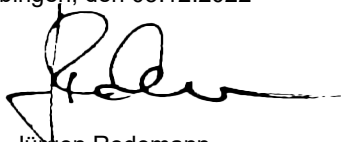
Die Bestätigung gilt gem. Anhang 4 Nummer 3 Satz 2 DepV i. d. F. vom 30.06.2020 bundesweit.

Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025, Stand 2018-03, akkreditiert: ☒ ja ☐ nein

nach dem Fachmodul Abfall von LUBW notifiziert: ☒ ja ☐ nein

Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein

Tübingen, den 05.12.2022



i.A. Jürgen Rodemann
Projektleiter Umweltanalytik | Probenahme

Legende:	n.n.	nicht nachweisbar	(M)	Mittelwert
	n.b.	nicht bestimmbar	(Zahl)	Einzelwert
	n.d.	nicht durchgeführt	(SD)	Standardabweichung
	< x,x	kleiner als Bestimmungsgrenze	x	Untersuchung durchgeführt

Fett gedruckte Prüfverfahren überschreiten (bzw. unterschreiten) die zulässigen Grenz- oder Anforderungswerte!

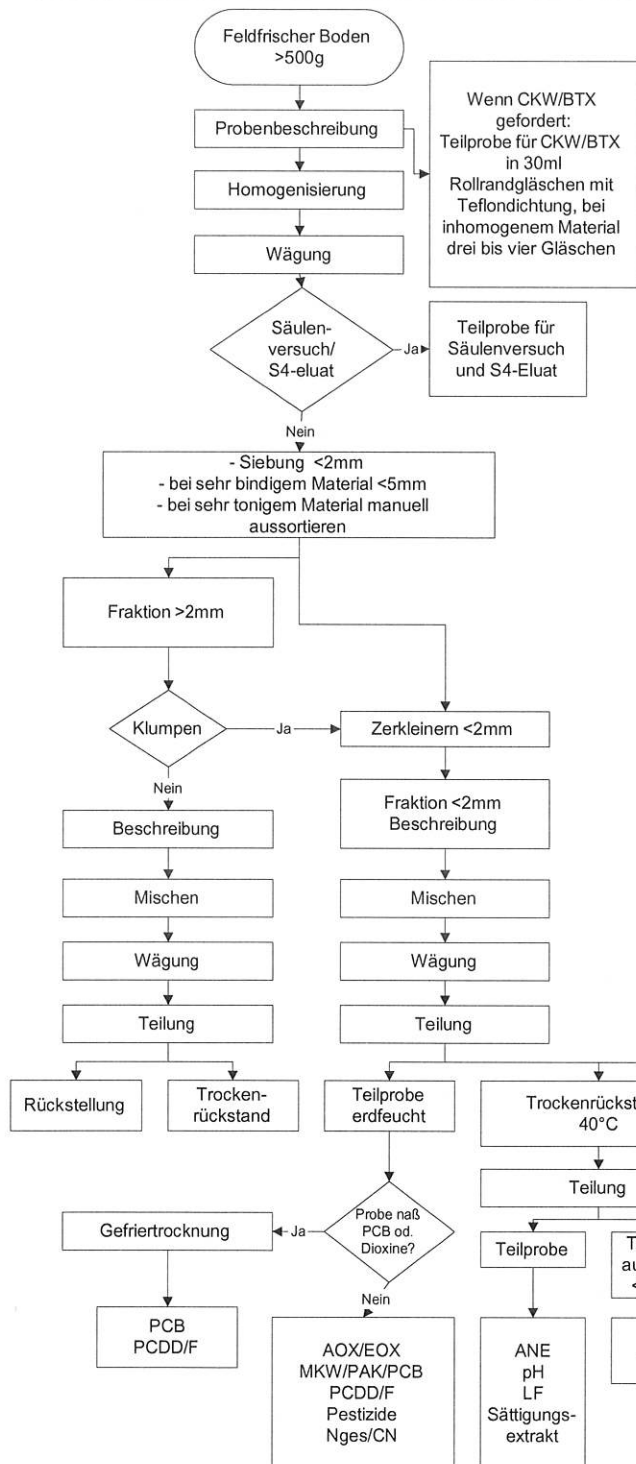
mit * markierte Prüfverfahren sind nicht akkreditiert

mit 2 markierte Prüfverfahren wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH – Niederlassung Chemnitz bearbeitet

mit 3 markierte Prüfverfahren wurden von CLL Chemnitzer Laborleistungs GmbH in Chemnitz bearbeitet

mit + markierte Prüfverfahren wurden im Unterauftrag bearbeitet, der Auftragnehmer ist für das Verfahren akkreditiert

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Prüfgegenstände. Die im Verfahren angegebene Messunsicherheit wird eingehalten. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung von Prüfberichten und Gutachten sowie deren auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung. (DIN EN ISO/IEC 17025)



Bearbeiter:	Wiegelt	Datum:	22.11.2022
Gefäßart:	PP-Eimer		
Aussehen:	brauner Lehm Boden		
Aussehen:	mit Kies		
Konsistenz:	schluffig		
Menge: in g	2010	Homogenisiert	ja

Siebung: ☒ 2mm | ☐ 5mm | ☐ manuell ausgelesen

☐ Teilprobe für Säulenversuch

☐

Grobfraktion

Aussehen:	Kies
Aussehen:	
Konsistenz:	schluffig
Menge: in g	34
Homogenisiert	ja

Feinfraktion

Aussehen:	brauner Lehm Boden
Konsistenz:	schluffig
Menge: in g	976
Homogenisiert	ja

Untersuchungsumfang:

AOX	Köwa
EOX	TI
MKW	CN
PAK	pH
PCB	LF
CKW	Nges
BTX	Pestizide

Säuleneluat

Bodensättigungsextrakt

Ammoniumnitratextrakt

Eluat 1:10

Eluat 1:2

Bemerkungen:

Trockenrückstand		Leergewicht (g)	Originalprobe (g)	Aluminiumschale + getrocknete Probe (g)	Trockenrückstand in %
Temperatur	Fraktion				
105°C	> 2mm				
105°C	< 2mm				
40°C	< 2 mm				

ANGELIEFERTE PROBE

- ☒ Bodenaushub ☐ Bodenaushub mit mineral. Fremdbestandteilen < 10 Vol. %
☐ Bauschutt, Beton ☐ Asche ☐ Schlacke ☐ Gleisschotter
☐ Schlamm aus indust. Abwasserbehandlungsanlage ☐ Sonstiges:

Probenahmeprotokoll liegt dem Bearbeiter vor: ☐ ja (schriftlich) ☐ ja (elektronisch) ☒ nein

(Dies bedeutet explizit nicht, dass es zur Probe kein Probenahmeprotokoll gibt.)

Fotodokumentation der Probe erstellt: ☒ ja ☐ nein

Probenvorbereitung aus: ☒ Laborprobe ☐ Rückstellprobe

Bearbeiter:	Weigelt			Datum:	22.11.2022		
angelieferte Gefäßart:	PP-Linier			BTEX/LHKW:	☒ ja	☐ nein	
Korngröße [mm]	< 2			Separate Probe:	☐ ja	☒ nein	
Konsistenz:	stichfest						
Geruch:	ohne						
Farbe:	braun						
Menge [kg]:	0,6						
Homogenisiert:	☐ Fraktioniertes Teilen	☐ Kegeln u. Vierteln	☐ Riffelteiler	☒ ja			
Zerkleinerung:	☐ nein	☒ < 150 µm	☐ < 2 mm	☐ < 10 mm	☐ < 32 mm		

HETEROGENES MATERIAL:

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]		Homogenisiert:	☐ ja

Siebung: ☐ 2 mm | ☐ 5 mm | ☐ 22,4 mm | ☐ 32 mm

☐ 40 mm | ☐ manuell ausgelesen

GROBFRAKTION:

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]		Homogenisiert:	☐ ja

FEINFRAKTION:

Aussehen:			
Konsistenz:			
Menge [g]		Homogenisiert:	☐ ja

☐ Rückstellprobe Original

☒ Rückstellprobe Korngröße: < 10 mm

Abgabe an Fremdlabor:

☐ Brennwert (Originalsubstanz)

☐ Teilprobe für AT4/GB21 (gefroren)

Unterschrift Bearbeiter:

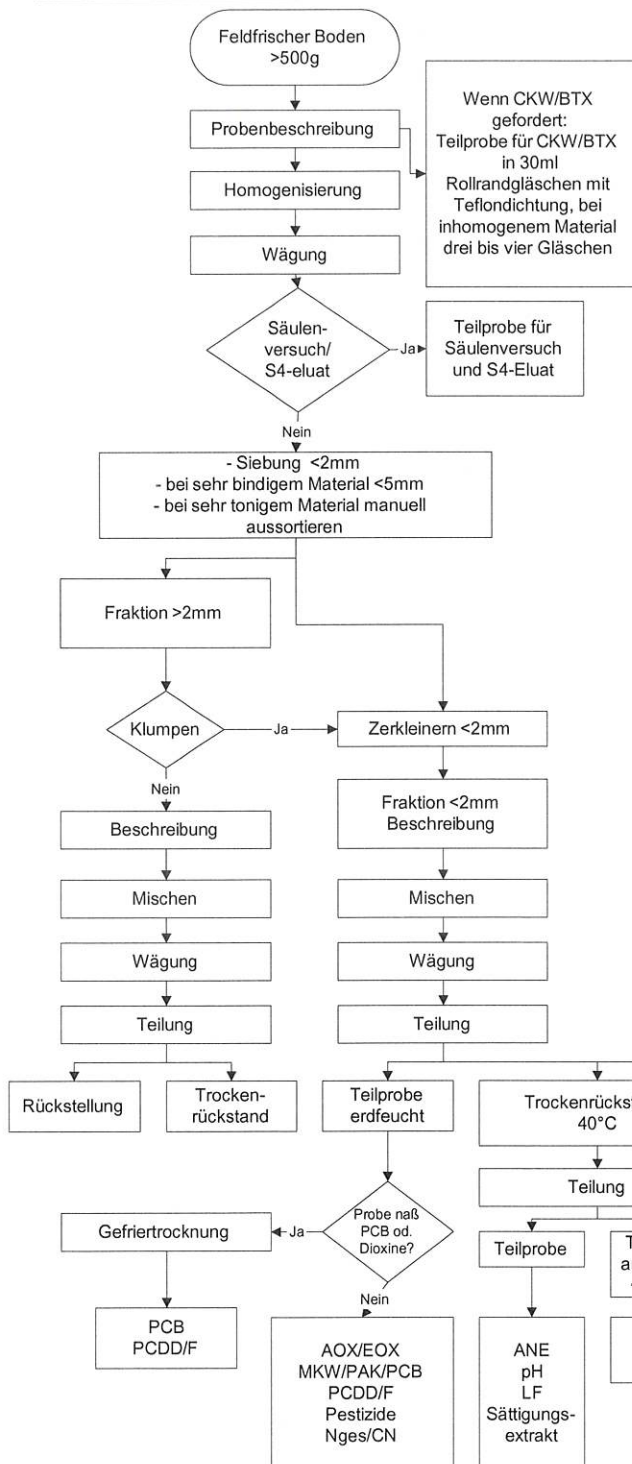
Weigelt

UNTERSUCHUNGSUMFANG:

Parameter	Korngröße
☒ Trockensubstanz 105°C	☐ Original ☒ < 2 mm
☒ Glühverlust (550°C)	☐ Original ☒ < 150 µm ☐ < 2 mm
☒ TOC	☐ Original ☒ < 150 µm ☐ < ____ mm
☒ liph. extr. Stoffe, MKW; PAK (EPA); PCB (7)	☐ Original ☒ < 2 mm ☐ < 10 mm
☐ Schwermetalle im Feststoff	☐ Original ☐ < 150 µm ☐ < ____ mm
☒ Eluat 12457-4	☐ Original ☐ < 10 mm ☒ < <u>2</u> mm
☐ Eluat DIN CEN/TS 14405	☐ < 4 mm ☐ < 10 mm
☐ Eluat DIN 19528	☐ < 10 mm ☐ < 32 mm
☐	☐ < ____ mm ☐ < ____ mm

BEMERKUNGEN:

Freigabe siehe Formblattordner
01.04.2022



Bearbeiter:	Wiegelt	Datum:	22.11.2022
Gefäßart:	PP-Eimer		
Aussehen:	brauner Lehm Boden mit		
Aussehen:	Kies		
Konsistenz:	stichfest		
Menge: in g	1195	Homogenisiert	ja

Siebung: ☒ 2mm | ☐ 5mm | ☐ manuell ausgelesen

☐ Teilprobe für Säulenversuch

☐

Grobfraktion

Aussehen:	Kies
Aussehen:	
Konsistenz:	stichfest
Menge: in g	20,4
Homogenisiert	ja

Feinfraktion

Aussehen:	brauner Lehm Boden
Konsistenz:	stichfest
Menge: in g	1166
Homogenisiert	ja

Untersuchungsumfang:

AOX	Köwa
EOX	TI
MKW	CN
PAK	pH
PCB	LF
CKW	Nges
BTX	Pestizide

Säuleneluat

Bodensättigungsextrakt

Ammoniumnitratextrakt

Eluat 1:10

Eluat 1:2

Bemerkungen:

Trockenrückstand		Leergewicht (g)	Originalprobe (g)	Aluminiumschale + getrocknete Probe (g)	Trockenrückstand in %
Temperatur	Fraktion				
105°C	> 2mm				
105°C	< 2mm				
40°C	< 2 mm				

Probennummer: 100334/520/04

\\FB-PV-001-AC, Probenvorbereitung_DIN 19747 (DepV).dotx

ANGELIEFERTE PROBE

- ☒ Bodenaushub ☐ Bodenaushub mit mineral. Fremdbestandteilen < 10 Vol. %
☐ Bauschutt, Beton ☐ Asche ☐ Schlacke ☐ Gleisschotter
☐ Schlamm aus indust. Abwasserbehandlungsanlage ☐ Sonstiges:

Probenahmeprotokoll liegt dem Bearbeiter vor: ☐ ja (schriftlich) ☐ ja (elektronisch) ☒ nein
(Dies bedeutet explizit nicht, dass es zur Probe kein Probenahmeprotokoll gibt.)
Fotodokumentation der Probe erstellt: ☒ ja ☐ nein
Probenvorbereitung aus: ☒ Laborprobe ☐ Rückstellprobe

Bearbeiter:	Weigelt			Datum:	22.11.2022		
angelieferte Gefäßart:	PP-Eimer			BTEX/LHKW:	☒ ja	☐ nein	
Korngröße [mm]	< 2			Separate Probe:	☐ ja	☒ nein	
Konsistenz:	flüssig						
Geruch:	ohne						
Farbe:	braun						
Menge [kg]:	0,8						
Homogenisiert:	☐ Fraktioniertes Teilen	☐ Kegeln u. Vierteln	☐ Riffelteiler	☒ ja			
Zerkleinerung:	☐ nein	☒ < 150 µm	☐ < 2 mm	☐ < 10 mm	☐ < 32 mm		

HETEROGENES MATERIAL:

Aussehen:		
Konsistenz:		
Menge [g]	Homogenisiert:	☐ ja

Siebung: ☐ 2 mm | ☐ 5 mm | ☐ 22,4 mm | ☐ 32 mm
☐ 40 mm | ☐ manuell ausgelesen

GROBFRAKTION:

Aussehen:		
Konsistenz:		
Menge [g]	Homogenisiert:	☐ ja

FEINFRAKTION:

Aussehen:		
Konsistenz:		
Menge [g]	Homogenisiert:	☐ ja

☐ Rückstellprobe Original

☒ Rückstellprobe Korngröße: < 2 mm

Abgabe an Fremdlabor:

- ☐ Brennwert (Originalsubstanz)
☐ Teilprobe für AT4/GB21 (gefroren)

Unterschrift Bearbeiter:

Weigelt

UNTERSUCHUNGSUMFANG:

Parameter	Korngröße
☒ Trockensubstanz 105°C	☐ Original ☒ < 2 mm
☒ Glühverlust (550°C)	☐ Original ☒ < 150 µm ☐ < 2 mm
☒ TOC	☐ Original ☒ < 150 µm ☐ < ____ mm
☒ liph. extr. Stoffe, MKW; PAK (EPA); PCB (7)	☐ Original ☒ < 2 mm ☐ < 10 mm
☐ Schwermetalle im Feststoff	☐ Original ☐ < 150 µm ☐ < ____ mm
☒ Eluat 12457-4	☐ Original ☐ < 10 mm ☒ < 2 mm
☐ Eluat DIN CEN/TS 14405	☐ < 4 mm ☐ < 10 mm
☐ Eluat DIN 19528	☐ < 10 mm ☐ < 32 mm
☐	☐ < ____ mm ☐ < ____ mm

BEMERKUNGEN:

Freigabe siehe Formblattordner
01.04.2022

Prüfbericht

00100337-01

29.11.2022

Eurofins Umweltanalytik Süd GmbH
Ob dem Himmelreich 9 - D-72074 - Tübingen

Weiß Beratende Ingenieure GmbH
Herr Roman Marten

Bötzingen Straße 29
79111 Freiburg



Auftragsdaten

Betreff: Projekt-Nr. 22161.0 - Betonaggressivität Grundwasser
Auftrag 14.110.2022

Eingangsdatum: 15.11.2022

Bearbeitungszeitraum: 15.11.2022 - 23.11.2022

Probennehmer: Auftraggeber - Ma

GW Brunnen

Grundwasser

100337/520/01

Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1

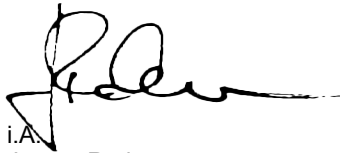
Parameter	Einheit	Ergebnis	schwach angrei- fend	stark angreifend	sehr stark angrei- fend
Farbe, qualitativ	-	farblos			
Geruch, qualitativ	-	ohne			
Geruch (angesäuerte Pr.)	-	ohne			
pH-Wert / bei ..°C	-	6,74	6,5-5,5	5,5-4,5	4,5
KMnO4-Verbrauch	mg/L	< 2			
Härte eines Wassers	mg/L	67,5			
Hydrogencarbonathärte	mg/L	36			
Nichtcarbonathärte	mg/L	31			
Calcium	mg/L	34,0			
Magnesium	mg/L	8,66	300-1000	1000-3000	3000
Ammonium	mg/L	< 0,01	15-30	30-60	60
Sulfat	mg/L	22,2	200-600	600-3000	3000
Chlorid	mg/L	23,3			
Kohlensäure, kalkaggressiv	mg/L	37,8	15-40	40-100	100
Sulfid-Test	mg/L	< 0,010			
Säurekap.b.pH4,3 (.. °C)	mmol/L	1,29			
KS43 Marmor	mmol/L	3,01			

Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).

Bewertung:

Das Wasser ist schwach betonangreifend. Nach EN 206-1 entspricht das Wasser der Expositionsklasse XA1 (chemisch schwach angreifende Umgebung).

Tübingen, den 29.11.2022



i.A.
Jürgen Rodemann
Prüfleiter Umweltanalytik | Probenahme

Analysenmethoden

Farbe, qualitativ	DIN EN ISO 7887 (C 1) (2012-04) 2	Calcium, Magnesium	DIN EN ISO 11885 (2009-09) 2
Geruch, qualitativ	DIN EN 1622 (B 3) Anh. C (2006-10) 2	Ammonium	DIN EN ISO 11732 (E 23) (2005-05) 2
pH-Wert	DIN 38404-C5 (2009-07) 2	Chlorid, Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D 20) (2009-07) 2
KMnO ₄ -Verbrauch	DIN EN ISO 8467 (H 5) (1995-05) 2	Säurekapazität	DIN 38409-H 7 (H 7) (2005-12) 2
Härten	berechnet * 2	Kohlensäure, kalkaggressiv	DIN 4030-2 (2008-06) * 2
Leitfähigkeit	DIN EN 27888-C8 (1993-11) 2	Sulfid-Test	Schnelltest * 2

Legende:

n.n.	nicht nachweisbar	(M)	Mittelwert
n.b.	nicht bestimmbar	(Zahl)	Einzelwert
n.d.	nicht durchgeführt	(SD)	Standardabweichung
< x,x	kleiner als Bestimmungsgrenze	x	Untersuchung durchgeführt

Fett gedruckte Prüfverfahren überschreiten (bzw. unterschreiten) die zulässigen Grenz- oder Anforderungswerte!
mit * markierte Prüfverfahren sind nicht akkreditiert
mit 2 markierte Prüfverfahren wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH – Niederlassung Chemnitz bearbeitet
mit 3 markierte Prüfverfahren wurden von CLL Chemnitzer Laborleistungs GmbH in Chemnitz bearbeitet
mit + markierte Prüfverfahren wurden im Unterauftrag bearbeitet, der Auftragnehmer ist für das Verfahren akkreditiert

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angelieferten Prüfgegenstände. Die im Verfahren angegebene Messunsicherheit wird eingehalten. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung von Prüfberichten und Gutachten sowie deren auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung. (DIN EN ISO/IEC 17025)

Anhang B

Geotechnischer Bericht – Neubau einer Flüchtlingsunterkunft Im Krummacker Sulzgasse Vörsstetten, Ingenieurgruppe Geotechnik, 09.05.2025

**Neubau einer Flüchtlingsunterkunft
Im Krummacker
Sulzgasse, Vörstetten
- Geotechnischer Bericht -**

Auftraggeber:

Gemeinde Vörstetten
Freiburger Straße 2
79279 Vörstetten

Unsere Auftragsnummer:

24228/W-B

Bearbeiter:

Herr Breder / Herr Wunsch

Ort, Datum:

Kirchzarten, 09. Mai 2025/B

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Unterlagen	3
3	Baugrund	4
3.1	Baugrunderkundung	4
3.1.1	Geotechnische Untersuchungen	4
3.2	Geländeverlauf und Untergrundaufbau	5
3.3	Geotechnische Einstufung und Bodenkennwerte	6
3.4	Wasserverhältnisse	6
3.5	Erdbeben	7
4	Geotechnische Beratung	8
4.1	Baumaßnahme und Lasten	8
4.2	Geotechnische Kategorie	8
4.3	Gründungsberatung	9
4.3.1	Gründungsvorschlag	9
4.3.2	Bemessung der Gründung und Setzungen	10
4.3.2.1	Tragende Bodenplatte	10
4.3.2.2	Hinweise für die Bemessung und Konstruktion	10
4.4	Versickerung von Niederschlagswasser	11
4.4.1	Allgemeine Hinweise	11
5	Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme	11
6	Belange Dritter	11
7	Schlussbemerkungen	12

Anlagenverzeichnis

1	Lagepläne
1.1	Übersichtslageplan
1.2	Lageplan
2	Ergebnisse der Baugrunderkundung (schematisch in Schnitt A-A übertragen)
3	Laborversuche
3.1	Tabellarische Zusammenstellung
3.2	Korngrößenverteilung
3.3	Abschätzung der Durchlässigkeit
4	Maßgebende Angaben zu Homogenbereichen und Bodenkenngrößen
4.1	Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen
4.2	Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)

1 Veranlassung

Die Gemeinde Vörsstetten beabsichtigt den Neubau Asylunterkunft in Vörsstetten an der Sulzgasse. Planer ist das Architekturbüro noi, Freiburg. Die Tragwerksplanung erfolgt durch das Ingenieurbüro Müller und Klein GmbH, Freiburg. Die Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten, wurde durch die Bauherrschaft auf Grundlage des Angebotes vom 12. Dezember 2024 beauftragt, für die geplante Baumaßnahme geotechnische Leistungen zu erbringen.

Die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen wurden den an der Planung beteiligten Fachleuten vorab in Projektbesprechungen und mit E-Mails mitgeteilt.

Untersuchungen auf Verunreinigungen des Erdreichs im Baubereich waren nicht Bestandteil der Beauftragung.

2 Unterlagen

- **Gemeinde Vörsstetten:**
 - [U1] Lageplan des Bebauungsplans
 - [U2] Ergebnisbericht einer Luftbildauswertung durch LBA Luftbildauswertung GmbH, Stuttgart im Hinblick auf Kampfstoffe
- **Architekturbüro noi, Freiburg:**
 - [U3] Grundrisse und Schnitte
- **Ingenieurbüro Müller und Klein GmbH, Freiburg:**
 - [U4] Angaben zum Tragsystem und überschlägig ermittelte Sohlpressungen
- **Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten:**
 - [U5] Protokolle von Ortsbesichtigung(en) und Besprechung(en)
 - [U6] Geotechnische Berichte zu Bauvorhaben in der näheren Umgebung
 - [U7] Honorarangebot zum Bauvorhaben, 12.12.2024
 - [U8] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)
- **GFZ Helmholtz-Zentrum, Potsdam:**
 - [U9] Plattform zur Abfrage von gefährdungskonsistenten Antwortspektren (UHS) für beliebige Punkte in Deutschland sowie von nationalen Erdbebengefährdungskarten nach dem Berechnungsmodell von Grünthal et al. (2018); Abfrage vom 09.05.2025

- **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover:**
 - [U10] Online-Abfrage im Geoportal vom 09.05.2025 zu Untergrundklassen nach EC 8 bzw. DIN EN 1998-1/NA

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

3.1.1 Geotechnische Untersuchungen

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Unterlagen aus dem Archiv der Ingenieurgruppe Geotechnik ausgewertet.

Für den Erkundungsbereich erfolgte eine Luftbildauswertung hinsichtlich Kampfmittel durch LBA Luftbildauswertung GmbH, Stuttgart [U2]. Es besteht kein Kampfmittelverdacht

Der Schichtenaufbau wurde am 20.02.2025 stichprobenartig eine **Kleinrammkernbohrung (d = 40 - 80 mm)** erkundet. Ergänzend wurden **zwei Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15** bis in Tiefen zwischen 6,6 m und 7,0 m zur Ermittlung der Lagerungsdichte der überwiegend körnigen Erdstoffe, zur Ermittlung der Tiefenlage der Kiesoberfläche und im Hinblick auf einen flächenhafteren bzw. tiefer reichenden Baugrundaufschluss durchgeführt. Die Bohrung wurde nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 bzw. 14689 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden bzw. Fels) aufgenommen. Die Ansatzpunkte der Bohrung und der Sondierungen wurden nach Lage und Höhe im Gelände eingemessen.

Im Lageplan der Anlage 1 sind die Ansatzpunkte der Untergrundaufschlüsse angegeben. Die Erkundungsergebnisse sind im Anlagenteil 2 dargestellt.

An einer kennzeichnenden Erdstoffprobe aus der Bohrung wurden **Laborversuche** zur geotechnischen Klassifizierung und zur Festlegung von Bodenkennwerten ausgeführt (tabellari-sche Zusammenstellung, s. Anlage 3.1, Korngrößenverteilung, s. Anlage 3.2, Abschätzung der Durchlässigkeit, s. Anlage 3.3).

Die Erdstoffproben werden bis 4 Wochen nach Abgabe des Geotechnischen Berichts bei uns gelagert und anschließend entsorgt.

Die Sondierung RS2 wurde zu einer bauzeitlichen Grundwassermessstelle ausgebaut. Hier erfolgte eine **Messung des Grundwasserstandes**.

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das Bauvorhaben liegt in weitgehend ebenem landwirtschaftlich bzw. gärtnerisch genutztem Gelände.

Das aus den Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist in der Anlage 2 dargestellt. In den Aufschlüssen wurde folgender Aufbau von Bodenschichten/Homogenbereichen festgestellt:

► Mutterboden/Oberboden

Schichtunterkante:	ca. 0,2 m u. GOF
Zusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig, humos, durchwurzelt
Konsistenz:	weich
Farbe:	braun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet.
Umwelttechnische Beurteilung:	keine Untersuchung durchgeführt, organoleptisch keine Hinweise auf eine Schadstoffbelastung

► Decklehm

Schichtunterkante:	ca. 0,9 m u. GOF
Zusammensetzung:	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach kiesig
Konsistenz:	weich
Farbe:	braun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet; es ist sehr wasser- und frostempfindlich und weist eine vergleichsweise geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	Keine Untersuchung durchgeführt, organoleptisch keine Hinweise auf eine Schadstoffbelastung

► **Schwarzwaldkiese**

Schichtunterkante:	nicht festgestellt, tiefer als 7,0 m u. GOF
Zusammensetzung:	Kies, sandig, schwach schluffig bis Kies und Sand, schwach schluffig (s. Anlage 3.2)
Lagerungsdichte:	Mitteldicht bis sehr dicht
Farbe:	braun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist wasser- und frostempfindlich und weist eine hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf.
Umwelttechnische Beurteilung:	keine Untersuchung durchgeführt, organoleptisch keine Hinweise auf eine Schadstoffbelastung

3.3 Geotechnische Einstufung und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von der Beschreibung in Kapitel 3.2 und der Einstufung in Anlage 4.1 ausgegangen werden.

Bei erdstatischen Berechnungen kann von den in der Anlage 4.2 angegebenen mittleren charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden.

3.4 Wasserverhältnisse

Allgemeine Angaben zu den Grundwasserverhältnissen: Im Untersuchungsbereich ist ein zusammenhängender Grundwasserspiegel (GWS) ausgebildet, dessen Grundwasserleiter die durchlässigen Schwarzwaldkiese sind. Aufgrund der Überlagerung durch den gering durchlässigen Decklehm herrschen bei mittleren und erhöhten Wasserständen gespannte Grundwasserverhältnisse. Nach dem Grundwassergleichenplan für den Raum Colmar - Freiburg (Hrsg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 1999) und dem MHW-Plan des Landkreises Emmendingen strömt das Grundwasser etwa in westlicher Richtung mit einem Gefälle von rund 0,7 %.

Das geplante Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Stand: 08.05.2025) innerhalb des Wasserschutzgebietes 316.363 Mauracherberg - Teninger Allmend Zone IIIB.

Eine verbindliche Auskunft über wasserwirtschaftliche Einschränkungen hinsichtlich des Baus von Abwasserleitungen, des Verkehrswegebau und der baulichen Nutzung einschließlich der Versickerung von Niederschlagswasser erteilt die zuständige untere Wasserbehörde.

Das Gelände liegt nicht in einem Überflutungsbereich.

Festgestellter Grundwasserstand: In der bauzeitlichen Grundwassermessstelle wurde folgender Wasserstand gemessen:

Messstelle	Datum	Wasserspiegel [mNN]	Flurabstand [m]
RS2	20.02.2025	211,82	1,91

Grundwasserschwankung und Grundwasserhöchststand (Bemessungswasserstand):

Die Abschätzung der Grundwasserschwankung und des Grundwasserhöchststandes (Bemessungswasserstand) erfolgt mit Hilfe langjähriger Grundwasserstandsmessungen der amtlichen Grundwassermessstellen 0140/119-3, 0105/119-4 und 0136/119-5, der interaktiven Kreiskarte des Landkreises Emmendingen sowie aus Ergebnissen geohydrologischer Untersuchungen von Bauvorhaben in der näheren Umgebung.

Danach ist für das Bauvorhaben von folgenden maßgebenden Grundwasserstandswerten auszugehen:

Mittlerer Wasserstand MW	etwa 211,8 mNHN
Mittlerer Hochwasserstand MHW	212,6 mNHN

Der höchste in den o.g. amtlichen Messstellen gemessene Wasserstand (HW 1983) liegt auf das Baufeld extrapoliert bei ca. 213,8 mNHN. Dies entspricht etwa der Geländeoberfläche. Als Bemessungswasserstand (BW) kann dieser extrapolierte Wasserstand im Hinblick auf die Trockenhaltung des Bauwerkes und die Auftriebssicherheit angenommen werden:

$$\mathbf{BW = 213,8 \text{ mNHN}}$$

3.5 Erdbeben

Gemäß **DIN 4149** (Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten)¹ sowie der dazugehörigen „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg“ liegt das Bauvorhaben in der **Erdbebenzone 1** und es müssen zur Berücksichtigung des Einflusses von Erdbebenerschütterungen folgende Werte angesetzt werden bzw. ist folgende Einstufung vorzunehmen:

- Bemessungswert der **Bodenbeschleunigung**: $a_g = 0,40 \text{ m/s}^2$

¹ DIN 4149 wurde vom Deutschen Institut für Normung zurückgezogen, ist in Baden-Württemberg aber weiterhin bauaufsichtlich eingeführt.

- **Untergrundklasse** zur Berücksichtigung des tieferen Untergrundes ab 20 m unter GOF: R
- **Baugrundklasse** zur Berücksichtigung der örtlichen Baugrundeigenschaften (zwischen 3 und 20 m unter GOF): B

Gemäß **EC 8 bzw. DIN EN 1998-1/NA** sind folgende Werte maßgebend:

- **Geologische Untergrundklasse** ab 30 m unter GOF nach [U10]: T
- **Spektrale Antwortbeschleunigung** im Plateaubereich ($T_{NCR} = 475$ Jahre, Abfrage GFZ Potsdam [U9]): $S_{aP,R} = 1,606 \text{ m/s}^2$
- Bemessungs-Bodenbeschleunigung für A-R ($T_{NCR} = 475$ Jahre): $a_{gR} = S_{aP,R}/2,5$ $a_{gR} = 0,642 \text{ m/s}^2$
- **Bodenparameter** entsprechend Untergrundverhältnis B-T: S = 1,0

4 Geotechnische Beratung

4.1 Baumaßnahme und Lasten

Geplant ist der Bau eines zweigeschossigen, nicht unterkellerten Gebäudes mit Grundrissabmessungen von ca. 24 m x 9 m. Gemäß [U4] beträgt die Sohlpressung unter einer Bodenplatte maximal ca. 80 kN/m².

4.2 Geotechnische Kategorie

Allgemeine Grundlage für die geotechnischen Gesichtspunkte beim Entwurf von Hoch- und Ingenieurbauwerken ist der Eurocode 7 (DIN EN 1997-1:2009-09 in Verbindung mit dem nationalen Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und der DIN 1054:2021-12).

Das Bauvorhaben ist in Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund gemäß DIN 1054, A 2.1.2 folgender Geotechnischer Kategorie (GK) zuzuordnen:

GK 2: mittlerer Schwierigkeitsgrad (z. B. durchschnittlicher Baugrund in Bezug auf Tragfähigkeit und Zusammendrückbarkeit, Bauwerk im Grundwasser, übliche Fundament-, Platten- oder Pfahlgründungen)

Die zunächst in unserem Honorarangebot [7] angenommene Geotechnische Kategorie ist damit bestätigt.

4.3 Gründungsberatung

4.3.1 Gründungsvorschlag

Berücksichtigung der Wasserverhältnisse: Die geplante Bodenplatte soll ca. 30 cm oberhalb der bestehenden GOF und damit oberhalb des BW angeordnet werden. Dämmung und Frostschrüzen liegen unterhalb der Bodenplatte. Für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1:2017-07 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen, Teil 1) ist die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) maßgebend (nach vorheriger Norm: DIN 18195-1, Bauwerksabdichtungen Teil 1, Tab.1: Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser). Der für die Abdichtung maßgebende Wasserstand ist an GOF anzusetzen. Gemäß WU-Richtlinie ist die Beanspruchungsklasse 1 maßgebend.

Gründungsart: Im Einflussbereich der Gründung sind i. d. R. ausreichend tragfähige Böden ab einer Tiefe von ca. 0,9 m vorhanden. Das Bauwerk kann daher unter Berücksichtigung der unten beschriebenen Bodenersatzarbeiten in der planmäßigen Tiefe wie vom Tragwerksplaner vorgesehen **flach auf einer Bodenplatte mit Frostschrüzen gegründet werden**.

Bodenersatzmaßnahmen: Im Lastabtragungsbereich sind die oberen nicht ausreichend tragfähigen Bodenschichten bis in eine Tiefe von ca. 0,9m gegen tragfähiges Material auszutauschen. Geeignete Tragschicht- bzw. Bodenaustauschmaterialien im Lastabtragungsbereich von Gebäuden sind gut kornabgestufte natürliche Mineralgemische, z. B. Kiessande der Art GW (nach DIN 18196). Bei Einsatz von RC-Material empfehlen wir, den Anteil an Ziegelbruch und Ausbauasphalt auf 5 Gew.-% zu begrenzen. Grundsätzlich müssen die zum Einsatz kommenden Materialien den einschlägigen technischen Bestimmungen entsprechen (z. B. TL G bzw. ZTV SoB-StB) und raumbeständig sein (d. h. sie dürfen keine verrottbaren Bestandteile (Holz etc.) bzw. quellfähige Materialien enthalten). Wir empfehlen den Einbau von nach TL SoB StB für den Einbau in Trag-/Frostschutzschichten zugelassenen Erdstoffen, z. B. der Körnung 0/56. Ein Prüfzeugnis ist vorzulegen. Sofern die Tragschicht-/Bodenaustauschmaterialien nicht einen Sandanteil von ≥ 25 Gew.-% (zumindest in der untersten Lage) aufweisen, muss zur Gewährleistung der Filterstabilität zwischen dem anstehenden Untergrund und dem einzubauenden Material ein entsprechendes Geotextil verlegt werden. Die Materialien müssen lagenweise verdichtet (auf $D_{Pr} \geq 100$ %) eingebracht werden. Die Schüttstärke im verdichteten Zustand darf dabei nicht größer als ca. 0,3 m sein. Das Erreichen einer ausreichenden

Verdichtung ist durch entsprechende Versuche lagenweise (z. B. indirekt anhand von statischen Lastplattendruckversuchen) nachzuweisen.

Gründungssohlen: Die in Höhe der Aushubsohle anstehenden Erdstoffe sind wasser- und frostempfindlich. Sie dürfen deshalb nur in der Witterung angepassten Abschnitten rückschreitend mit glatter Schneide freigelegt werden und sind unverzüglich mit einer Schutzschicht aus Tragschichtmaterial (s. o.) abzudecken. Die Gründungsarbeiten dürfen zudem nur in einer frostfreien Periode oder mit entsprechenden Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Aufgeweichte Erdstoffe im Gründungsbereich (z. B. baustellen- oder witterungsbedingt) sind durch einen geeigneten Bodenaustausch zu ersetzen.

4.3.2 Bemessung der Gründung und Setzungen

4.3.2.1 Tragende Bodenplatte

Für die Bemessung der tragenden Bodenplatte kann elastische Bettung und vereinfachend ein mittlerer Bettungsmodul des Untergrundes $k_s = 15 \text{ MN/m}^3$ angenommen werden. Da die Größe des Bettungsmoduls auch von den auftretenden Lasten bzw. den daraus resultierenden Sohldrücken abhängt, wurde dieser Bettungsmodul nach der Vorbemessung durch den Tragwerkplaner (s. o.) auf der Grundlage der ermittelten Sohldrücke und Setzungen vom Sachverständigen für Geotechnik überprüft. Bei Einbau von Dämmplatten o. dgl. unter der Bodenplatte muss der o. g. Bettungsmodul unter Berücksichtigung des Verformungsverhaltens der Dämmplatte gegebenenfalls überprüft und angepasst werden.

Die Setzungen werden weniger als 1 cm betragen und überwiegend im Zuge der Lastaufbringung ohne beachtenswerte zeitliche Verzögerung eintreten.

4.3.2.2 Hinweise für die Bemessung und Konstruktion

Seitens des Tragwerkplaners ist grundsätzlich zu überprüfen, ob Absolutsetzungen bzw. Setzungsdifferenzen das für das Bauwerk verträgliche Maß nicht übersteigen. Überschreiten die Absolutsetzungen bzw. die Setzungsdifferenzen (und die Verdrehungen) das zulässige Maß, ist die Gründungsplanung entsprechend anzupassen. Gegebenenfalls sind Sondermaßnahmen in Absprache mit dem Sachverständigen für Geotechnik vorzusehen.

4.4 Versickerung von Niederschlagswasser

4.4.1 Allgemeine Hinweise

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138-1 (Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb, Oktober 2024) ist für eine technische Versickerung wesentliche Voraussetzung eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der im Untergrund anstehenden Locker- und Festgesteine. Für eine vollständige entwässerungstechnische Versickerung liegt der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert der aufnehmenden Bodenschicht in der Regel zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Die feinkörnigen Erdstoffe der Decklage sind erfahrungsgemäß nicht ausreichend wasserdurchlässig, weshalb in diesen Erdstoffen keine technische Versickerung möglich ist.

Die oberflächennah anstehenden schwach schluffigen Schwarzwaldkiese sind wegen der relativ geringen Wasserdurchlässigkeit für eine technische Versickerung nur sehr bedingt geeignet.

Es ist ferner zu beachten, dass der mittlere Hochwasserspiegel MHW nur ca. 1m unter der GOF liegt. Der HGW befindet sich in Höhe der GOF.

Bei den gegebenen Verhältnissen ist somit eine Versickerung von Niederschlagswasser gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138-1 nicht möglich.

5 Geotechnische Begleitung der Baumaßnahme

Die geotechnischen und bautechnischen Angaben des Berichtes beruhen auf stichprobenartigen Untergrundaufschlüssen, weshalb sie im Zuge der Aushubarbeiten stichprobenhaft zu überprüfen sind. Folgende Maßnahmen bzw. Bauteile sind vom geotechnischen Sachverständigen stichprobenhaft abzunehmen bzw. zu überwachen:

- Abnahme des Bodenaustausches und der Gründungssohle

6 Belange Dritter

Belange Dritter sind aus geotechnischer Sicht nicht berührt.

7 Schlussbemerkungen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen kann das geplante Bauwerk erdstatisch standsicher errichtet werden.

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen muss überprüft werden, ob die Aussagen auch noch für den geänderten Planungsstand zutreffend sind.



(Dipl.-Ing. Breder)



(Dr.-Ing. Wunsch)

Verteiler per E-Mail:

- Bauherr: Gemeinde Vörstetten, Herrn Zoske: l.zoske@denzlingen.de
- Planer: noi architektur, Frau Hettich: birgit@noi-architektur.de
- Tragwerksplaner: Müller und Klein GmbH, Herrn Müller: michael.mueller@muk-fr.de

Übersichtslageplan

Projekt: Neubau Flüchtlingsunterkunft im
Krummacker
Sulzgasse, Vörsstetten

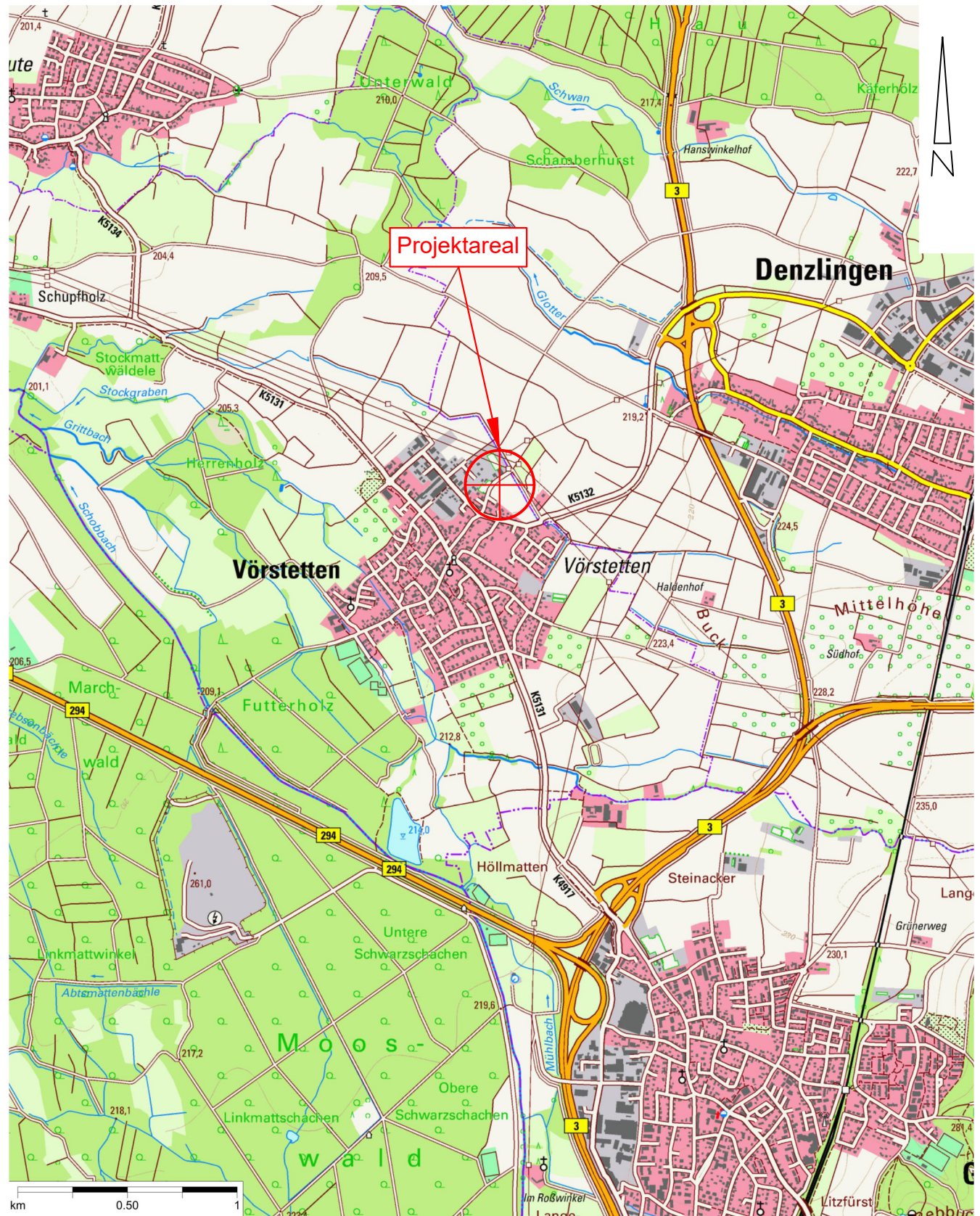
Anlage 1.1

Projekt - Nr.:
24228/W-B

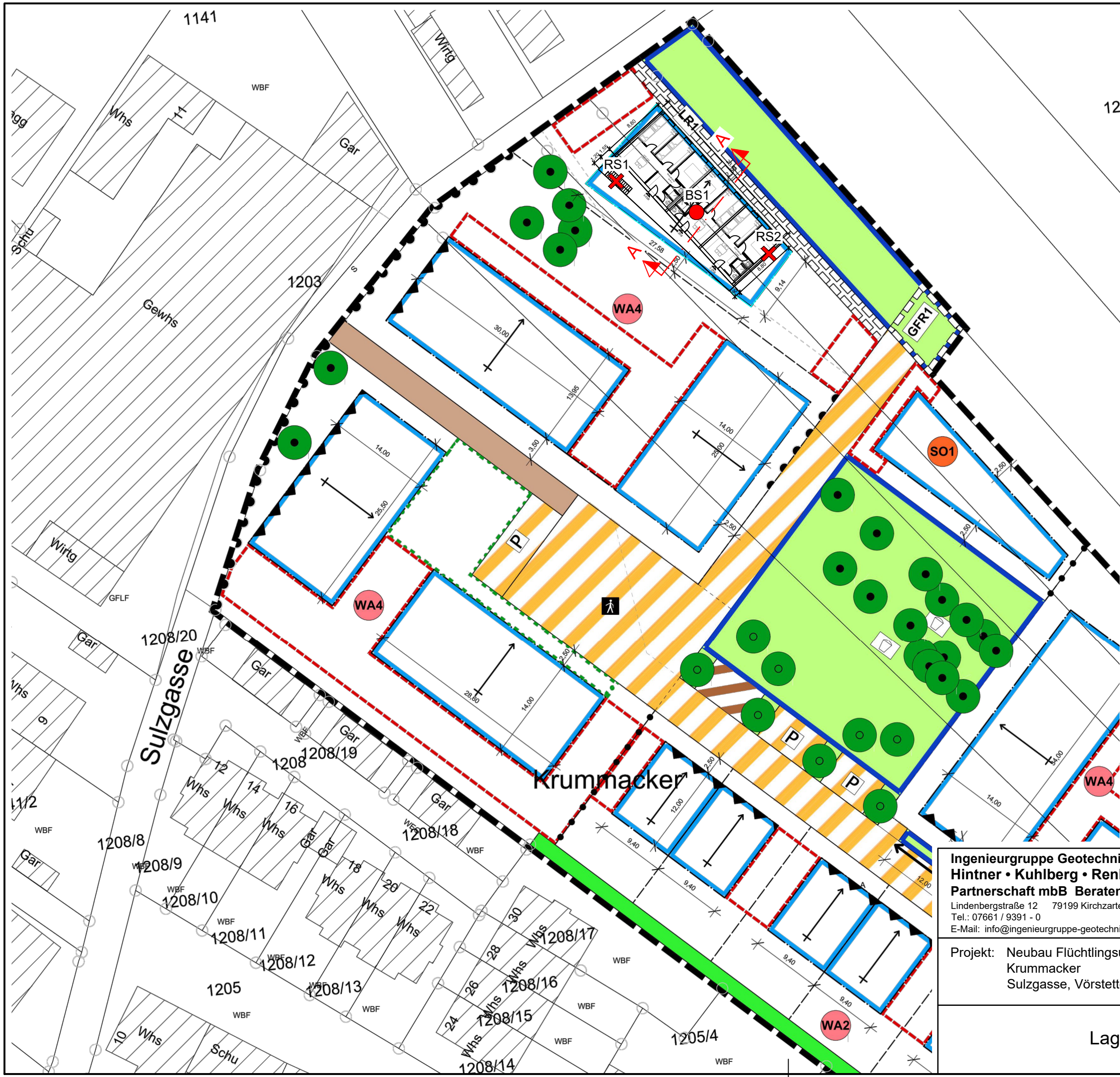
Datum:
08.05.2025/lö

Maßstab:
1 : 25.000

Dateiname:
24228-G-Anlage 1.1



Plangrundlage: Topographische Karte
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung BW
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2017



Anlage 1.2		
WA1	III	WA2
0,4	35-45°	0,4
E	SD	D
TH = max. 8,00 m FH = max. 12,50 m		

Zeichenerklärung:	
✗	RS: Rammsondierung DPH-15
●	BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)

Plangrundlagen:
Lageplan
Gemeinde Vörsstetten
Eingang per E-Mail am 24.12.2024

Grundriss Variante M
noi architektur innenarchitektur, Freiburg
Eingang per E-Mail am 28.02.2025

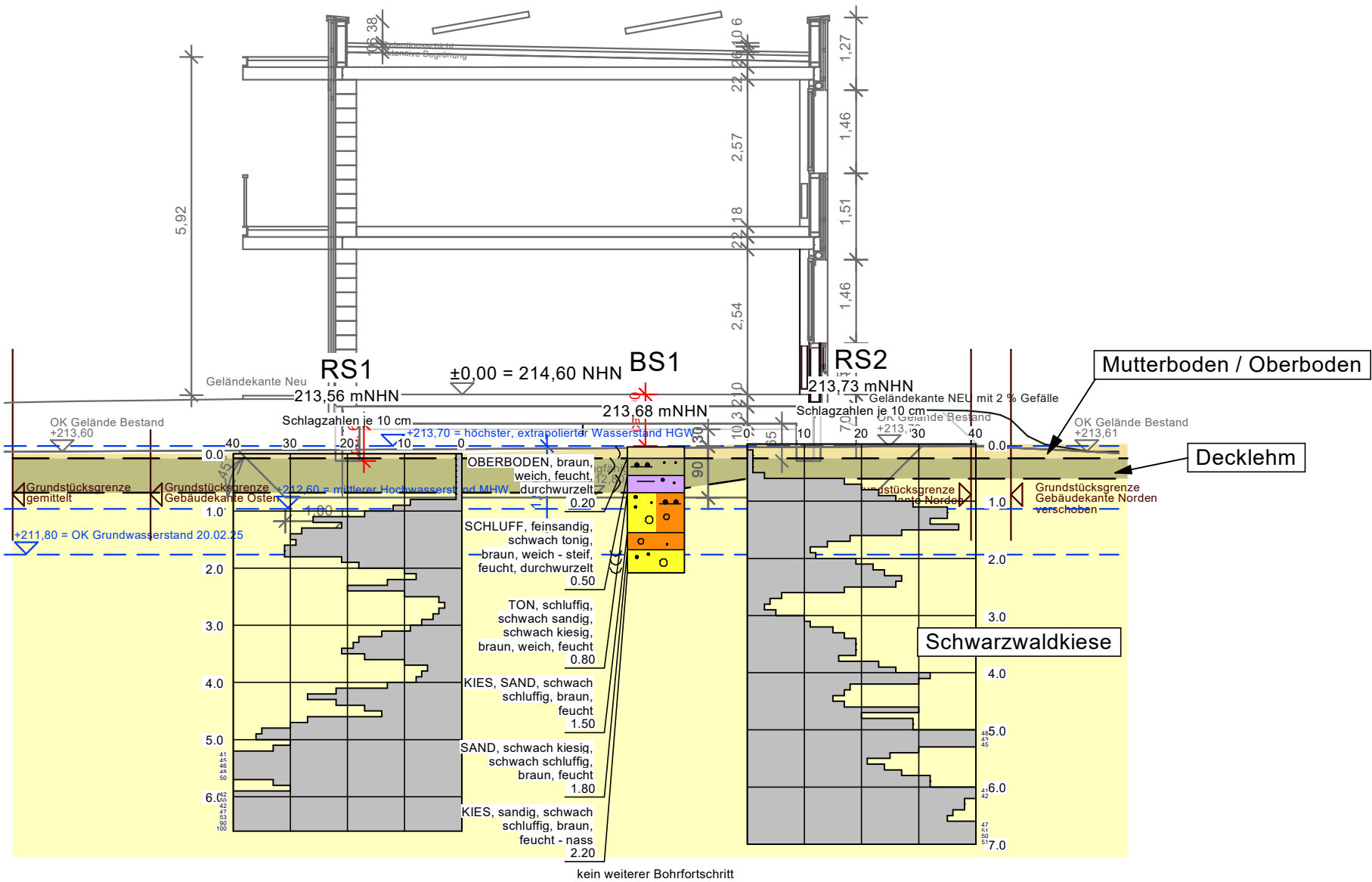
Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner • Kuhlberg • Renk • Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure
Lindenbergstraße 12 79199 Kirchzarten
Tel.: 07661 / 9391 - 0
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

Projekt: Neubau Flüchtlingsunterkunft im Krummacker
Sulzgasse, Vörsstetten

Projekt - Nr.: 24228/W-B
Datum: 08.05.2025/lö
Maßstab: 1 : 500
Dateiname: 24228-G-Anlage 1.2

Lageplan





Plangrundlage:
Abstimmung Höhenlage Schnitt
noi architektur innenarchitektur, Freiburg
Eingang per E-Mail am 30.04.2025

Zeichenerklärung

- BK Seil- / Rammkernbohrung (d ≥ 140 mm)
- BS Kleinrammkernbohrung (d = 40 - 80 mm)
- SCH Baggerschurf
- RS Rammsondierung DPH-15
- w natürlicher Wassergehalt
- o organischer Anteil
- I_c Zustandszahl
- c_u Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)
- GOF Geländeoberfläche

- Grundwasser angebohrt
- Grundwasser, Bohrende
- Grundwasser (Ruhe)
- gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
- ungestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
- MW mittlerer Grundwasserstand
- MHW mittlerer jährlicher Hochwasserstand des Grundwassers
- BW Bemessungswasserstand

Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner • Kuhlberg • Renk • Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure
Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten
Tel.: 07661 / 9391-0
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de



Projekt: Neubau Flüchtlingsunterkunft im Krummacker
Sulzgasse
Vörstetten

Projekt-Nr.: 24228/W-B

Maßstab: 1:100

Ergebnisse Baugrunderkundung, Schnitt A-A

Datum: 09.05.2025/lö

Laboruntersuchungen

Projekt: **Neubau Flüchtlingsunterkunft im Krummacker
Sulzgasse
Vörstetten**

Projekt-Nr.: **24228/W-B**

Aufschluss	Entnahme-		Labor- Nr.	Bodenbe- zeichnung nach DIN 4022	Boden- gruppe nach DIN 18196
	tiefe [m]	art ¹⁾			
BS1	1,85-2,20	GP	01	G,s,u'	GU

¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe, MP: Mischprobe



Ingenieurgruppe Geotechnik
Lindenbergstraße 12
79199 Kirchzarten
Tel.: (0 76 61) 93 91-0

Bestimmung der Korngrößenverteilung DIN EN ISO 17892-4

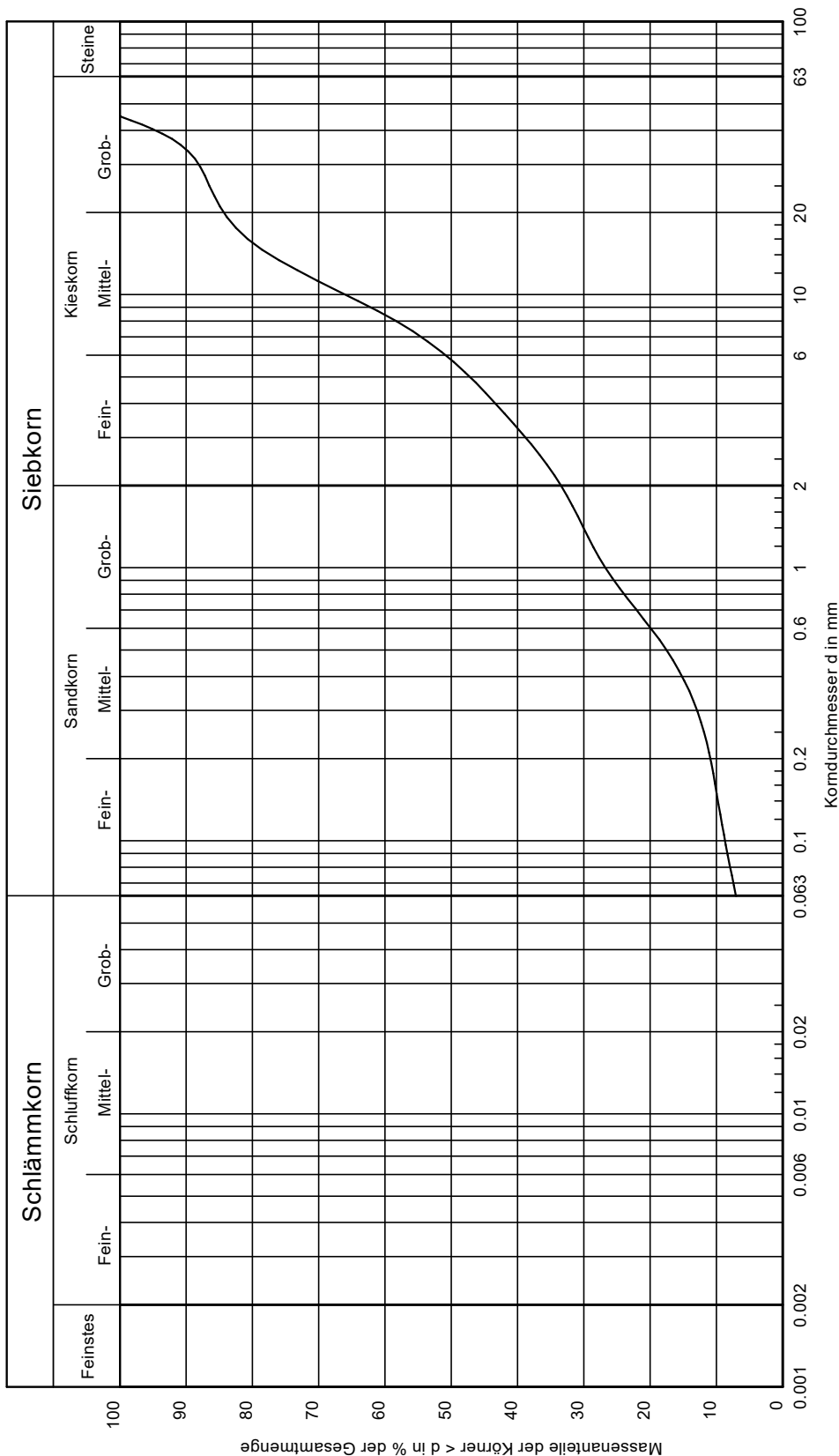
Geotechnische Erkundung und Untersuchung
Laborversuche an Bodenproben

Anlage 3.2

Projekt-Nr.:
24228/W-B

Projekt: Neubau Flüchtlingsunterkunft im Krummacker
Sulzgasse
Vörstetten

Bearbeiter: Rees
Datum: 14.03.2025



24228-G-Anlage 3-2_01.kvs

Bemerkungen:

01

BS1

1,85-2,20

55.3/1.5

- 17.0/26.4/66.6

G, s, u'

GU

Ermittlung des k_f -Wertes aus der Kornverteilung nach der Kozeny/Carman - Gleichung

Projekt: Neubau Flüchtlingsunterkunft im Krummacker

Sulzgasse

Vörstetten

Projekt-Nr.: 24228/W-B

Datum: 20.03.2025

theoretischer Ansatz und Bedingungen:

wirksamer
Korndurchmesser (d_w):

$$d_w = \frac{1}{\int_{d_0}^{d_{100}} \frac{1}{x} \frac{\partial D}{\partial x} \cdot dx} \approx \frac{100\%}{\sum_1^k \frac{\Delta D_i [\%]}{d_i}}$$

Porosität (n):

Kies: 0,20 - 0,25
Sand, kiesig: 0,15 - 0,20
Mittelsand, gleichkörnig: 0,10 - 0,15

Wichte Wasser γ_w :
[kN/m³]

$\gamma_w = 10$

Viskosität Wasser (η)
[kN s/m²]

$\eta_{10^\circ} = 1,02E-06$

Korrekturfaktor C_1 :

C_1 : 180 - 270

Kozeny/Carman - Gleichung:

$$k = \frac{1}{C_1} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot \frac{\gamma_w}{\eta} \cdot d_w^2$$

Datengrundlage aus Kornverteilung:

Labor-Nr.:	d_i [mm]								d_w [m]
01	0,06	0,11	0,47	1,24	3,00	8,73	21,33	37,40	0,0004
ΔD_i [%]	7	7	11	8	18	29	9	11	

Labor-Nr.:	d_i [mm]								d_w [m]
ΔD_i [%]									

Labor-Nr.:	d_i [mm]								d_w [m]
ΔD_i [%]									

Labor-Nr.:	d_i [mm]								d_w [m]
ΔD_i [%]									

	k-Wert [m/s]	$k_{f,korr}$ -Wert [m/s]
Labor-Nr.: 01	1,12E-04	2,24E-05
Labor-Nr.:		
Labor-Nr.:		
Labor-Nr.:		

Bedingungen:	
n	C_1
0,2	220
0,2	220
0,2	220
0,2	220

Projekt: **Neubau Flüchtlingsunterkunft im Krummacker**
Sulzgasse
Vörstetten
Projekt-Nr.: **24228/W-B**

Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen nach
VOB 2019 (z. T. Erfahrungs- bzw. Schätz-/Literaturwerte)

Homogenbereich/Schicht	Decklage schluffig, tonig	Schwarzwaldkies
Zusammensetzung	s. Abschn. 3.2	s. Abschn. 3.2
Bodengruppen nach DIN 18196 ¹⁾	UL, UM, TL	GW, GI, GU
Steinanteil/Blockanteil [Massen-%]	---	Blöcke: gering <5 Steine: gering <10
Schichtunterkante unter GOK [m]	s. Anlage 2	s. Anlage 2
Dichte [t/m ³]	1,7 - 2,0	2,0 - 2,3
Wassergehalt w [%]	10 - 30	i.d.R. 4 - 12
Bezogene Lagerungsdichte I _D [-]		mitteldicht: 0,5 bis sehr dicht: >0,85
Konsistenz [-]	sehr weich bis steif	---
Konsistenzzahl I _c [-]	0,25 - 0,75	---
Plastizitätszahl I _p [%]	4 - 20	---
Kohäsion ⁵⁾ c [kN/m ²]	0 - 15	---
undräßierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	20 - 60	---
organischer Anteil [%]	2 - 6	<2
Bodenklassen DIN 18300 ²⁾	4, ggf. örtl. 2	3 - 5

1), 2), 3), 4), 5), 6), 7): s. Erläuterungen

Erläuterungen zu Anlage 4.1

1) Bodengruppen nach DIN 18196:

BG: große Blöcke
 BL: Blöcke
 BS: Steine
 GE: enggestufte Kiese
 GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische
 GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
 SE: enggestufte Sande
 SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische
 SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
 GU, GU*: Kies-Schluff-Gemische
 GT, GT*: Kies-Ton-Gemische
 SU, SU*: Sand-Schluff-Gemische
 ST, ST*: Sand-Ton-Gemische
 UL: leicht plastische Schluffe
 UM: mittelpastische Schluffe
 UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
 TL: leicht plastische Tone
 TM: mittelpastische Tone
 TA: ausgeprägt plastische Tone
 OH: grob-, gemischtkörnige Böden m. humosen Beimengungen
 OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
 OT: Tone mit organischen Beimengungen
 HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
 HZ: zersetzte Torfe

2) Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

1: Oberboden
 2: Fließende Bodenarten
 3: Leicht lösbare Bodenarten
 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten
 5: Schwer lösbare Bodenarten
 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
 7: Schwer lösbarer Fels

3) Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

BN1: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn bis 15 %
 BN2: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn über 15 %
 BB1: bindig, flüssig bis breiig
 BB2: bindig, weich bis steif
 BB3: bindig, halbfest
 BB4: bindig, fest bis sehr fest
 BO1: Mudde, Humus und zersetzte Torfe
 BO2: unzersetzte Torfe
 FV1: Fels entfestigt
 FV2: Fels angewittert, Trennflächenabstand bis 30cm
 FV3: Fels angewittert, Trennflächenabstand über 30cm
 FV4: Fels unverwittert, Trennflächenabstand bis 10cm
 FV5: Fels unverwittert, Trennflächenabstand 10-30cm
 FV6: Fels unverwittert, Trennflächenabstand über 30cm
Für Lockergestein Zusatzklasse BS bei Steinen und Blöcken:
 BS1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %
 BS2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
 BS3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
 BS4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %
Für Felsklasse FV2-6 Zusatzklasse FD:
 FD1: einaxiale Festigkeit bis 20 N/mm²
 FD2: einaxiale Festigkeit 20-80 N/mm²
 FD3: einaxiale Festigkeit 80-200 N/mm²
 FD4: einaxiale Festigkeit 200-300 N/mm²
 FD5: einaxiale Festigkeit über 300 N/mm²

4) Boden- und Felsklassen nach DIN 18311 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

Klasse BOB: Bindige und organische Böden
 BOB1: $c_u \leq 20$ kN/m² (Konsistenz flüssig bis breiig)
 BOB2: $c_u > 20$ bis 200 kN/m² (Konsistenz weich bis steif)
 BOB3: $c_u > 200$ bis 600 kN/m² (Konsistenz halbfest)
 BOB4: $c_u > 600$ kN/m² (Konsistenz fest)
Klasse NB: Nichtbindige Böden
 NB1: Kiesanteil ≤ 10 % und Feinkornanteil ≤ 15 %
 NB2: Kiesanteil ≤ 10 % und Feinkornanteil > 15 %
 NB3: Kiesanteil > 10 % bis 40 % und Feinkornanteil ≤ 15 %
 NB4: Kiesanteil > 10 % bis 40 % und Feinkornanteil > 15 %
 NB5: Kiesanteil > 40 % und beliebigem Feinkornanteil
Zusatzklasse S: Steine und Blöcke
 S1: Durchmesser Steine und Blöcke ≤ 200 mm
 S2: Durchmesser Steine und Blöcke > 200 bis 400 mm
 S3: Durchmesser Steine und Blöcke > 400 mm
Klasse F: Fels
 F1: Trennflächenabstand ≤ 10 cm (entfestigt / angewittert)
 F2: Trennflächenabstand > 10 cm (unverwittert)

5) Boden- und Felsklassen nach DIN 18319 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

Für Lockergesteine, Klasse L:
LN: nicht bindige Böden
 LNE1: enggestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
 LNE2: enggestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
 LNE3: enggestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
 LNW1: weit- oder intermittierend gestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
 LNW2: weit- oder intermittierend gestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
 LNW3: weit- oder intermittierend gestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
 LN1: locker, Feinkorn über 15 %
 LN2: mitteldicht, Feinkorn über 15 %
 LN3: dicht, Feinkorn über 15 %
Klasse LB: bindige Böden
 LBM1: mineralisch, breiig bis weich
 LBM2: mineralisch, steif bis halbfest
 LBM3: mineralisch, fest
 LBO1: organogen, breiig bis weich
 LBO2: organogen, steif bis halbfest
 LBO3: organogen, fest
Für bindige Böden Zusatzklassen Plastizität:
 P1: leicht bis mittelpastisch
 P2: ausgeprägt plastisch
Klasse LO: Organische Böden
Für Lockergestein Zusatzklasse S bei Steinen und Blöcken:
 S1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol. %
 S2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
 S3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
 S4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %
Für Klasse F: Fels
 FZ1: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
 FZ2: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
 FZ3: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
 FZ4: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²
 FD1: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
 FD2: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
 FD3: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
 FD4: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²

6) Rechenwerte für erdstatische Berechnungen, s. gesonderte Anlage

7) Ersatzbaustoffverordnung (EBV) 2021

Materialwerte/ Einbaukonfiguration Boden/ Baggergut

Mineralische Fremdbestandteile bis 10%

BM-0 / BG-0 S, U, T: Einbau unter ungünstiger und günstiger Konfiguration der GW-Deckschicht

BM-0* / BG-0*: Einbau unter ungünstiger und günstiger Konfiguration der GW-Deckschicht

Mineralische Fremdbestandteile bis 50%

BM-F0* / BG-F0*: Einbau unter ungünstiger und günstiger Konfiguration der GW-Deckschicht

BM-F1 / BG-F1: Einbau auch unter ungünstiger Konfiguration der Grundwasserdeckschicht

BM-F2 / BG-F2: Einbau nur unter günstiger Konfiguration der Grundwasserdeckschicht

BM-F3 / BG-F3: Einbau nur unter günstiger Konfiguration der Grundwasserdeckschicht

> BM-F3 / BG-F3; i.A. Entsorgung auf Deponie

8) Ersatzbaustoffverordnung (EBV) 2021

Materialwerte/ Einbaukonfiguration für Recyclingbaustoffe

RC-1: Einbau unter ungünstiger und günstiger Konfiguration der GW-Deckschicht

RC-2: Einbau nur unter günstiger Konfiguration der Grundwasserdeckschicht

RC-3: Einbau nur unter günstiger Konfiguration der Grundwasserdeckschicht

>RC-3: i.A. Entsorgung auf Deponie

9) Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) 2021

Vorsorgewerte (VW) und Prüfwerte (PW)

<VW: Verwendung des Bodens/ Primärrohstoffs innerhalb und außerhalb des Baugrundstücks ist uneingeschränkt möglich, vorbehaltlich der Vorgaben nach BBodSchV (§6-8).

>VW: Prüfung, ob Beeinträchtigungen einzelner Wirkungspfade vorliegen

>PW: Eine Umweltrechtliche Prüfung wird empfohlen

10) Verwertungsklassen (Vwk) für Straßenbaustoffe nach RuVaStB 01

Vwk A – Ausbauasphalt

Vwk B – Ausbaustoff mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen

Vwk C – Ausbaustoff mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen

11) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach VwV Boden (2007)

Z0: uneingeschränkte Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen

Z0*: wie Z0, mit Einschränkungen

Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken

Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen

Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen

>Z2: i.A. Entsorgung auf Deponie

12) Einbaukonfigurationen/ Materialqualitäten nach RC Erlass (MU 2004)

Z1.1: Verwertung in technischen Bauwerken

Z1.2: wie Z1.1, unter günstigen hydrogeologischen Verhältnissen

Z2: Verwertung in technischen Bauwerken bei definierten Sicherungsmaßnahmen

Deponieklassen (DK)

DK 0: i.d.R. für nicht gefährliche Inertabfälle: insbesondere Boden, untergeordnet Bauabfälle

DK I: i.d.R. für nicht gefährliche und ggf. gefährliche Abfälle, wie zum Beispiel Bodenaushub, Bauabfälle

DK II: i.d.R. für nicht gefährliche und gefährliche Abfälle, wie zum Beispiel Bauabfälle, Straßenaufbruch und Aschen

DK III: i.d.R. für gefährliche Abfälle: Sonderabfälle, die oberirdisch abgelagert werden können

DK IV: i.d.R. für gefährliche Abfälle: Sonderabfälle, die unterhalb der Erdoberfläche abgelagert werden müssen

Projekt: Neubau Flüchtlingsunterkunft im Krummacker
Sulzgasse
Vörsstetten
Projekt-Nr.: 24228/W-B

Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)

Bodenschicht / Homogenbereich	Schicht- unterkante unter GOK [m]	Feucht-/Auf- triebswichte γ_k/γ'_k [kN/m ³]	Scherfestigkeit des dränierten Bodens		maßgebender Steifemodul bei Erstbelastung E_s [MN/m ²]
			Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	
Decklehm	s. Anlage 2	19/9	27,5	0	5 - 10
Schwarzwaldkies		21/11	35	0	60 - 80

Anhang C

**Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen / Luftbildauswertung,
Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg,
Regierungspräsidium Stuttgart, 18.06.2021**



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Polizeirecht, Feuerwehr, Katastrophenschutz, Rettungsdienst, KMBD

Kampfmittelbeseitigungsdienst · Pfaffenwaldring 1 · 70569 Stuttgart

Gemeinde Vörsstetten
Freiburger Str. 2

79279 Vörsstetten

Datum 18.06.2021

Name Monique Vögele

Durchwahl 0711 904-40288

Aktenzeichen 16-1115.8/ EM-1190

(Bitte bei Antwort angeben)

Karte 193.027

z. Hd. Frau Laule

Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen / Luftbildauswertung Vörsstetten, Bebauungsplan "Krummacker"

Ihr Schreiben vom 26.02.2021

(Eingangsdatum: 01.03.2021)

Sehr geehrte Damen und Herren,

für das o.g. Objekt wurde eine multitemporale Luftbildauswertung mit alliierten Kriegsluftbildern durchgeführt.

Die Luftbildauswertung hat keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Bombenblindgängern innerhalb des Untersuchungsgebiets ergeben. Nach unserem Kenntnisstand sind insoweit **keine weiteren Maßnahmen erforderlich**.

Untersucht wurde das in der Anlage umrandete Gebiet!

Die Aussagen beziehen sich nur auf die Befliegungsdaten der verwendeten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen! Diese Mitteilung kann **nicht als Garantie der Kampfmittelfreiheit** gewertet werden.

Die Luftbildauswertung darf nur vom Auftraggeber genutzt werden. Sie kann gegebenenfalls an am Bauvorhaben beteiligte Unternehmen ausgehändigt, aber darüber hinaus nicht an Dritte weitergegeben werden. Jegliche Veröffentlichung der Luftbildauswertung ist untersagt.

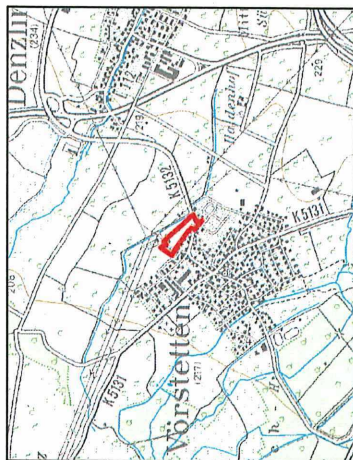
Sollten Ihnen Hinweise auf vorhandene Kampfmittel bekannt sein, bitten wir Sie diese uns unverzüglich mitzuteilen.

Freundliche Grüße


Monique Vögele

Anlage: Karte





Maßstab 1:50.000

Legende



Beantragt



Freigabe Luftbild



0 7,5 1522,5
Meier

Anlage zu EM-1190

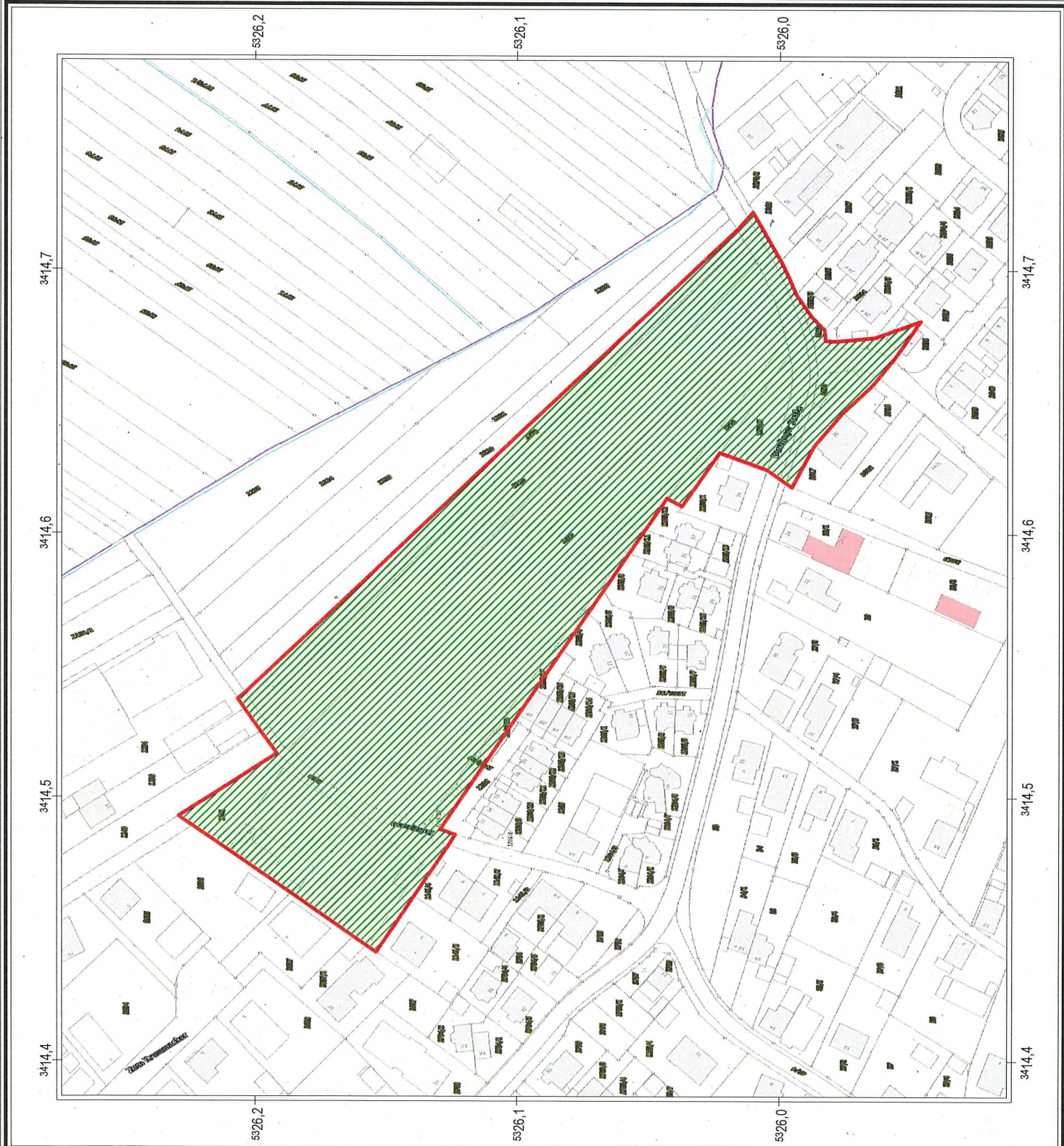
Vörlagen
Bebauungsplan "Krummacker"

Maßstab 1:2.000 Karte: 193.027

Datum: 18.08.2021

Bearbeiterin: M. Vögle

Die Aussagen beziehen sich nur auf das Untersuchungsgebiet (Beantragt) sowie die verwendeten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen! Für evtl. freigegebene Flächen kann diese Mitteilung nicht als Garantie der Kampfmittelfreiheit gewertet werden. Diese Karte ist nur in Verbindung mit dem dazugehörigen Schreiben gültig!



Anhang D

Stellungnahme Entwässerung Baugebiet Krummacker Vörsstetten, BIT Ingenieure AG, 19.12.2025

Stellungnahme Entwässerung Baugebiet Krummacker Vörstetten

Dezember 2025

Schriftliche Stellungnahme

02BAD25364

badenovaKonzept

Stellungnahme Entwässerung Baugebiet Krummacker / Vörstetten

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	2
1 Allgemeines.....	3
1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung.....	3
1.2 Vorbemerkung.....	3
1.3 Vorhandene Unterlagen und Daten.....	3
1.4 Gesetze, Richtlinien, Arbeitsblätter etc.....	4
2 Stellungnahme.....	5
2.1 Grundlagen der Bewertung.....	5
2.2 Flächen.....	5
2.3 Grundsätzliche Entwässerungsmöglichkeiten.....	7
2.4 Variante 1 - Versickerung.....	8
2.5 Variante 2 – gedrosselte Ableitung.....	11
2.6 Fazit.....	12
2.7 Hinweise.....	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Digitales Geländemodell.....	7
Abbildung 2: Skizze Mulden-Rigolen-System (nach A 138).....	8
Abbildung 3: Höhenbetrachtung Versickerungsanlage.....	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abflussbeiwerte gemäß DWA-A 138.....	6
Tabelle 2: Muldengrößen in Abhängigkeit von der zulässigen Überlaufhäufigkeit.....	10
Tabelle 3: Rigolengrößen in Abhängigkeit von der Bauart.....	10
Tabelle 4: Niederschlagsspenden Vörstetten [l/ s ha] (Kostra2020).....	12

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Vörstetten entwickelt das Baugebiet Krummacker. Aufgrund der örtlichen Randbedingungen stellt sich die Konzipierung der Niederschlagsentwässerung als sehr schwierig dar. Da das planende Ingenieurbüro und die Untere Wasserbehörde bisher keine Einigung hinsichtlich der Niederschlagsentwässerung erzielen konnten, wurde BIT Ingenieure gebeten, eine Stellungnahme hierzu zu erarbeiten mit dem Ziel, eine Lösung herbeizuführen, die beide Seiten sowie die Gemeinde mittragen können.

1.2 Vorbemerkung

Das vorliegende Dokument ist kein Gutachten, vielmehr erfolgte die Bewertung der örtlichen Gegebenheiten / Randbedingungen und die Erarbeitung von möglichen Niederschlagsentwässerungen. Es handelt sich ausdrücklich nicht um eine Planung. Es wurden auch keine möglicherweise vorliegenden Planungen oder Konzeptionen betrachtet und bewertet; die Erarbeitung erfolgte unabhängig hiervon.

1.3 Vorhandene Unterlagen und Daten

Folgende Unterlagen / Daten liegen der Betrachtung zugrunde:

- Generalentwässerungsplan Vörstetten, Ergänzung / Überarbeitung, ERNST+CO Beratende Ingenieure, 2013
- Generalentwässerungsplan Vörstetten, Ergänzung Abrundungsflächen, BIT Ingenieure, 2017
- Bebauungsplan Krummacker, Gemeinde Vörstetten, November 2025
- Geotechnischer Bericht, Neubau einer Flüchtlingsunterkunft, Im Krummacker, Sulzgasse Vörstetten, Ingenieurgruppe Geotechnik, Mai 2025
- Geotechnischer Bericht, Baugebiet Krummacker in Vörstetten, Weiß Ingenieure, Januar 2022
- Starkniederschlagsdaten aus KOSTRA 2020 Rasterzelle Vörstetten
- Synthetische Regenreihe NiedSim, Ortspunkt Reute, 1961 - 2012
- Katasterdaten Vörstetten
- Digitales Geländemodell (DGM) aus Befliegungsdaten (LAS)
- Hochwasserschutz Vörstetten, Ableitung Talstraße / Ausbau des Strüpfelgrabens einschließlich Regenrückhaltung, Entwurfs- und Genehmigungsplanung, Erläuterungsbericht, Beller Consult, 2006
- Wasserhaushaltsbilanz Baugebiet Langacker II, Vörstetten, BIT Ingenieure, 2023
- Flächenaufstellung, Baugebiet Krummacker, Weiß Ingenieure, Januar 2025

- Mailverkehr zwischen Unterer Wasserbehörde und Weiß Ingenieure, 24.02.2025 - 29.09.2025
- Videotelefonat Herr Breder, Ingenieurgruppe Geotechnik, 18.12.2025

1.4 Gesetze, Richtlinien, Arbeitsblätter etc.

- DWA-A 138-1, Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, betrieb, Abwassertechnische Vereinigung, 2024

2 Stellungnahme

2.1 Grundlagen der Bewertung

Wie oben aufgeführt, erfolgte keine Sichtung und Bewertung von Planungen oder Konzepten. Auch wenn sich die hier dargestellten Ergebnisse möglicherweise mit Teilen der Planung oder Vorschlägen Dritter – unabhängig von welcher Seite – überlagern, so sind die Ergebnisse unabhängig entstanden. Folgende Informationen und Randbedingungen wurden konkret einbezogen:

- Bebauungsplan und Flächenangaben
- Bodenkennwerte und Grundwasserinformationen
- Regendaten Kostra2020 und NiedSim
- Digitales Geländemodell
- Kenntnisse zum HRB / RRB Strüpfelgraben
- Hinweis des LRA zum Einsatz von carbonhaltigem Boden
- Forderung des LRA zum Nachweis der Wasserhaushaltsbilanz im Fall einer Entwässerung ohne Versickerung

Es erfolgte keine Betrachtung der Ableitungswege (Kanal, Rinne, Graben o.ä.). Es liegen keine Informationen zu möglichen Aufschüttungen oder zur zukünftigen Höhengestaltung des Gebietes vor; auch Straßengradienten lagen nicht vor und wurden nicht berücksichtigt.

2.2 Flächen

Im Gebiet sind diverse Dachformen vorgesehen. Leider sind diese im Bebauungsplan jeweils sehr weit gefasst und beinhalten mehrere hydrologisch unterschiedliche Ansätze. Dabei spielt die Dachneigung eine wesentliche Rolle, wobei bei 5° die Grenze darstellt. Zur Ermittlung der abflusswirksamen Fläche muss daher jeweils der ungünstigere Wert angesetzt werden. Für zukünftige Bebauungspläne wird empfohlen, sich bei Hinweisen zu Dachformen und -aufbauten am entsprechenden Regelwerk (A 138) zu orientieren.

Dachart	Dachaufbau
Pulldach 5° - 15°	intensive oder extensive Dachbegrünung >10 cm
Flach-/Pulldach 0° - 15°	intensive oder extensive Dachbegrünung >10 cm

Ein Pulldach mit einer Neigung zwischen 5° und 15° ist klar zuzuordnen, wobei bei dieser Neigung von einer extensiven Dachbegrünung auszugehen ist (c_m 0,4 / c_s 0,7). Bei dem genannten Flach-/Pulldach 0 – 15° sieht dies anders aus, da hydrologisch zwischen einer Dachneigung unter und über 5° unterschieden wird. Bei einer Dachneigung >5° sind automatisch höhere Abflussbeiwerte anzusetzen (0,4 / 0,7). Da unklar ist, welche Dachneigung in der Realität final umgesetzt werden, muss hier vom ungünstigeren Fall ausgegangen werden.

Bei einer Dachneigung unter 5° spielt die Aufbaudicke und die Art der Dachbegrünung (extensiv/intensiv) eine Rolle. Im vorliegenden Fall wird ein Aufbau >10 cm angeführt, was zu einem Abflussbeiwert von c_m 0,2 / c_s 0,4 führt.

Es wurde eine befestigte Fläche von 5.817 m² ($\sum A_i \times c_{m,i}$) bzw. 9.007 m² ($\sum A_i \times c_{s,i}$) ermittelt.

Tabelle 1: Abflussbeiwerte gemäß DWA-A 138

Art der Flächen bzw. ihrer Befestigung			Mittlerer Abflussbeiwert ^(a) C _m	Spitzenabflussbeiwert ^(a) C _s
1 Wasserundurchlässige Flächen	Dachflächen			
	Schrägdach			
	– Metall, Glas, Schiefer, Faserzement		0,9	1,0
	– Ziegel, Abdichtungsbahnen (z. B. Dachpappe)		0,9	1,0
	Flachdach bis 3° oder ca. 5 % ^(b)			
	– Metall, Glas, Faserzement		0,9	1,0
	– Abdichtungsbahnen (z. B. Dachpappe)		0,9	1,0
– Kiesschüttung		0,8	0,8	
1 Wasserundurchlässige Flächen	Begrünte Dachflächen ^(c)			
	– Extensivbegrünung	> 5° ^(b)	0,4	0,7
	– Intensivbegrünung, ≥ 30 cm Aufbaudicke	≤ 5° ^(b)	0,1	0,2
	– Extensivbegrünung ≥ 10 cm Aufbaudicke	≤ 5° ^(b)	0,2	0,4
	– Extensivbegrünung < 10 cm Aufbaudicke		0,3	0,5
	Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege und Gleisanlagen)			
	Betonflächen		0,9	1,0
	Schwarzdecken (Asphalt)		0,9	1,0
	Befestigte Flächen mit Fugendichtung, z. B. Pflaster mit Fugenverguss		0,8	1,0
	Oberirdische Gleisanlage, feste Fahrbahn		0,9	1,0
Rampen mit Neigung zum Gebäude, unabhängig von der Neigung und Befestigungsart		1,0	1,0	
Kunststoffflächen von Sportplätzen		0,5	1,0	
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen	Verkehrsflächen (Straßen, Plätze, Zufahrten, Wege und Gleisanlagen)			
	Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten		0,7	0,9
	Pflasterflächen, mit Fugenanteil > 15 %, z. B. 10 cm × 10 cm und kleiner oder fester Kiesbelag		0,6	0,7
	Wassergebundene Flächen		0,7	0,9
	Lockerer Kiesbelag, Schotterrasen (z. B. Kinderspielplätze)		0,2	0,3
	Verbundsteine mit Sickerfugen, Sicker-/Dränsteine		0,25	0,4
	Rasengittersteine mit häufigen Verkehrsbelastungen (z. B. Parkplatz)		0,2	0,4
	Rasengittersteine ohne häufige Verkehrsbelastungen (z. B. Feuerwehrzufahrt)		0,1	0,2
	Gleisanlage, Schotterbau mit durchlässigem Unterbau		0,1	0,2
	Gleisanlage, Schotterbau mit schwach durchlässigem Unterbau		0,4	0,6
2 Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen	Sportflächen mit Dränung			
	Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen		0,1	0,1
	Tennenflächen (Hart-, Asche(n)-, Schlackeplatz)		0,3	0,3
	Rasenflächen		0,1	0,1
3 Durchlässige Flächen	Parkanlagen, Rasenflächen, Gärten			
	flaches Gelände		0,1	0,2
	steiles Gelände		0,2	0,3
	dauerhaft eingestaute Wasserflächen		1,0	1,0
ANMERKUNGEN				
(a) Die Abflussbeiwerte beziehen sich ausschließlich auf Flächen A _{E,i} , die potenziell einen Abfluss zum Entwässerungssystem haben.				
(b) Dachneigung.				
(c) Siehe auch (FLL 2018a) für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen; die dort genannten Werte sind Spitzenabflussbeiwerte.				

2.3 Grundsätzliche Entwässerungsmöglichkeiten

Grundsätzlich sind zwei verschiedene Möglichkeiten der Niederschlagsentwässerung gegeben:

- Versickerung
- Ableitung ins Gewässer

Hinsichtlich der Versickerung ist festzuhalten, dass der Untergrund nur gering durchlässig ist und mit dem angegebenen Durchlässigkeitsbeiwert von $1,5 \cdot 10^{-6}$ m/s für den gesättigten Zustand keine vollständige Versickerung möglich sein wird. Zudem wird in beiden geotechnischen Gutachten von einer Versickerung abgeraten und des Weiteren auf die Inhomogenität des Untergrunds hingewiesen. Ein weiterer Punkt, der zu berücksichtigen ist, ist der geringe Grundwasserflurabstand. Daher sollte für den Fall einer konzipierten Versickerung ein Überlauf in das Gewässer geschaffen werden. Im Gutachten der Ingenieurgruppe Geotechnik wird auf gespannte Grundwasserverhältnisse bei hohen Wasserständen hingewiesen. Dies ist bedingt durch die lehmige Deckschicht und beeinträchtigt die Versickerungssituation bei sehr hohen Grundwasserständen.

Bei der zweiten grundsätzlichen Möglichkeit der Niederschlagsentwässerung sollte die Einleitung in den Strüpfelgraben im Planzustand für den Hochwasserfall nicht höher ausfallen als im unbebauten Zustand. Dies ist mit technischen Mitteln für den relevanten Niederschlag erreichbar.

Die Auswertung des Digitalen Geländemodells zeigt, dass das Gebiet (heutiger Zustand) leicht nach Nordwesten abfällt. Somit sollte die Ableitung des Regenwassers zu einer zentralen Stelle im nordwestlichen Bereich möglich sein. Dabei bietet sich die zentrale Grünfläche (grüne Ellipse) im Gebiet als Standort an.



Abbildung 1: Digitales Geländemodell

2.4 Variante 1 - Versickerung

Grundsätzlich ist eine Versickerung mit Überlauf ins Gewässer denkbar. Eine reine Muldenversickerung ist allerdings nicht möglich, da die Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes geringer als die der Muldenschicht (i.d.R. $1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$) ist. Daher ist der Mulde eine Rigole nachzuschalten, deren Volumen so zu bemessen ist, dass das durch die belebte Bodenzone versickerte Wasser in der Rigole zwischengespeichert und dann in den Untergrund versickert werden kann. Dabei wird kein Überlauf von der Mulde in die Rigole vorgesehen; dies wäre zwar auch theoretisch denkbar, führt aber zu deutlich größeren erforderlichen Rigolenvolumina.

Wegen des geringen Grundwasserflurabstands müssen die Mulde flach ausgebildet und die Zuflüsse oberflächennah zugeführt werden (z.B. straßenbegleitend). Es wird von einer Einstautiefe von 30 cm ausgegangen, zusätzlich werden 15 cm Höhe für den Notüberlauf veranschlagt.

Was den im Regelwerk angegebenen Abstand der Versickerungsanlage zum mittleren Grundwasserhöchststand angeht, ist zu beachten, dass es hier um die Stärke der durchsickerten Bodenpassage geht. Diese setzt sich bei einem Mulden-Rigolen-System aus der Stärke der Muldenschicht und dem unter der Rigole verbleibenden Abstand zum MHGW zusammen (s.o. rot markiert: a_0).

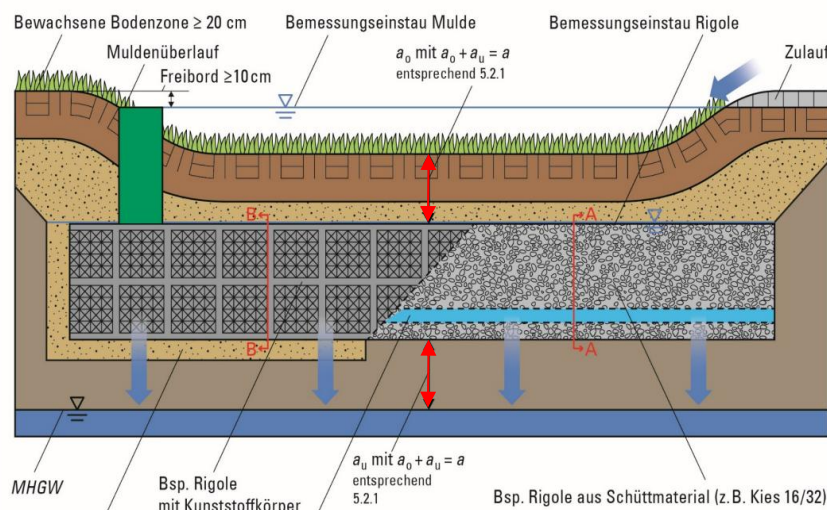


Abbildung 2: Skizze Mulden-Rigolen-System (nach A 138)

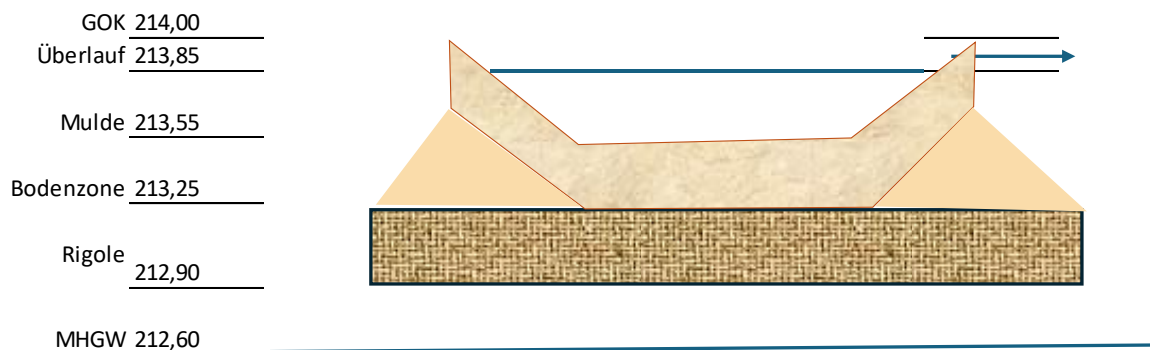


Abbildung 3: Höhenbetriebsdiagramm Versickerungsanlage

Für die Rigolen sind zunächst zwei grundsätzliche Möglichkeiten denkbar, einerseits die Konstruktion aus Sickerboxen, andererseits eine klassische Kiesrigole. Aufgrund des anstehenden Grundwassers müssten für den ersten Fall sogenannte Halbboxen eingesetzt werden, deren Aufbauhöhe bei z.B. 35 cm liegt. Da bei der Verwendung von Kies aufgrund des deutlich geringeren Porenraums eine höhere Aufbaustärke erforderlich und gleichzeitig kein ausreichender Abstand zum Grundwasser möglich ist, hat die Untere Wasserbehörde darauf hingewiesen, dass sie der Verwendung von carbonhaltigem Sand als Rigole als Sickerstrecke anrechnen würde. Hier ist anzumerken, dass die Durchlässigkeit dieses Materials keine Rolle spielt, sofern diese höher ist als die des anstehenden Untergrundes. Vielmehr ist das Porenvolumen die entscheidende Größe, die bei solchem Material laut Aussage des Geotechnikers bei lediglich ca. 20 % liegt (Kies ca. 35 %). Beim Einsatz von kalkhaltigem Sand besteht die Möglichkeit, dass der Kalk über die Zeit aufgrund der Durchströmung ausgewaschen werden kann (Kalkfällung). Dies führt einerseits dazu, dass die Reinigungsleistung beeinträchtigt wird und andererseits, dass sich unterhalb des eingebauten Materials eine Kalkschicht bildet, die die Versickerung negativ beeinflusst.

Eine dezentrale Versickerung auf den Privatgrundstücken wird aus verschiedenen Gründen nicht gesehen. Erfahrungen aus anderen Gebieten (z.B. Waldkirch, Emmendingen) zeigen, dass hier Probleme im Betrieb, der Pflege und der Überwachung auftreten können. Auch steigt das Risiko, dass bei einer Vielzahl an Versickerungsstellen auch Stellen dabei sind, wo aufgrund der Inhomogenität des Untergrunds die Versickerung doch nicht funktioniert. Bei einer zentralen Stelle lässt sich die Versickerung absichern, indem an der genauen Planstelle weitere Untersuchungen zur Versickerung stattfinden.

Denkbar wäre aber die Ableitungsstrecke ebenfalls für eine Versickerung mit zu nutzen. So könnte die Zuleitung als Graben oder als Kastenrinne mit Vorreinigung und Kontakt nach unten hergestellt und mit einer Kiespackung unterbaut werden.

Grundwasserabstand:

Bei der Verwendung von flachen Kunststoffboxen oder Kies verbleibt eine Sickerstrecke von 30 cm + 30 cm = 60 cm, während bei carbonathaltigem Sand 30 cm + 65 cm = 95 cm angerechnet werden können (Aussage LRA). Gemäß des A 138-1 ist die Einhaltung eines Abstands von 1,0 m nicht zwingend notwendig und ist vor allem von der stofflichen Belastung der zu entwässernden Flächen abhängig. Im vorliegenden Fall kann davon ausgegangen werden, dass ausschließlich befestigte Flächen der Kategorie I vorhanden sind, so dass erfahrungsgemäß auch eine Sickerstrecke von 60 cm toleriert werden kann.

Wasserbilanz

Es wurden vergleichende Versickerungssimulationen für unterschiedliche Jährlichkeiten durchgeführt. Die über den Zeitraum der Langzeitsimulationen ausgewertete Bilanz zeigt, dass bei T=1 a bereits etwa 98 % des mittleren Jahresabflussvolumens versickert wird. Für T= 2 a sind es ca. 99 % und für T=0,5 a ca. 97 %.

Damit ist das eigentliche Hauptziel der Versickerung – die Steigerung der Grundwasserneubildung – auch bei der einer gewählten Jährlichkeit von T=1 a (s.u.) deutlich erfüllt.

Dimensionierung Mulde:

Um ein Gefühl für die Größenordnung der Mulde zu bekommen, erfolgten für verschiedene zulässige Überlaufhäufigkeiten Langzeitversickerungssimulationen. Inwieweit die Mulde (und die Rigole) baulich aufgeteilt ist – z.B. Teile entlang des Fließweges und ein zentraler Teil oder ausschließlich zentral an einer Stelle – ist hiervon zunächst unberührt.

Nachfolgend sind die Muldenabmessungen – beispielhaft – aufgeführt. Es ist eine Einstautiefe von 30 cm und eine Böschungsneigung von 1:2 zugrunde gelegt.

Tabelle 2: Muldengrößen in Abhängigkeit von der zulässigen Überlaufhäufigkeit

T [a]	Länge [m]	Breite [m]	Tiefe [m]	Fläche [m ²]	Volumen [m ³]
0,5	20,0	18,5	0,3	370	105
1	25,0	20,0	0,3	500	142
2	31,0	20,0	0,3	620	177
3	30,0	23,0	0,3	690	198
5	30,0	26,0	0,3	780	223

Gemäß des A 138-1 müsste die Mulde eines Mulden-Rigolen-Systems bei Flächen der Belastungskategorie I auf eine zulässige Überlaufhäufigkeit von $T=0,5$ a ($n=2/a$) ausgelegt werden. Im vorliegenden Fall ist streng genommen gar keine Überlaufhäufigkeit anzusetzen, da der Überlauf ins Gewässer geht und bei Flächen der Kategorie I keine Reinigung notwendig ist. Es wird jedoch empfohlen, eine Überlaufhäufigkeit von mindestens $T=0,5$ a ($n=2/a$) zugrunde zu legen. Im weiteren Verlauf wird eine zulässige Überlaufhäufigkeit von $T=1$ a ($n=1/a$) angesetzt.

Dimensionierung Rigole:

Die Berechnungen fanden für die unterschiedlichen theoretisch möglichen Rigolenausführungen statt:

- Kunststoffboxen (Porenvolumen 95 %)
- Kies (Porenvolumen 35 %)
- carbonhaltiger Sand (Porenvolumen 20 %)

Dabei ist zunächst die jeweilige der Mulde nachgeschaltete Rigole zu konzipieren. Aufgrund des geringen Grundwasserabstands ist die Rigolenhöhe limitiert. Für die Kunststoff- und Kiesrigole wurde eine Höhe von 35 cm und für die Sandrigole (bis zum MHGW) von 65 cm angesetzt. Damit verbleibt die Grundfläche als einziger Freiheitsgrad. Die nachfolgend aufgeführten beispielhaften Abmessungen ergeben sich für eine rechnerische Überlaufhäufigkeit von $T=1$ a ($n=1,0$ 1/a).

Tabelle 3: Rigolengrößen in Abhängigkeit von der Bauart

Typ	Porosität	Länge [m ²]	Breite [m ²]	Tiefe [m]	Fläche [m ²]	Volumen [m ³]
Kunststoff	0,95	27,3	22,3	0,35	609	202
Kies	0,35	35,0	32,3	0,35	1131	138
Sand	0,20	35,0	31,3	0,65	1096	142

Alle Rigolenvarianten fallen in ihrer Grundfläche größer aus als die Grundfläche der Mulde. Des Weiteren ist zu beachten, dass es sich um die Mindestgröße handelt und das Gesamtsystem bei dieser Größe ab $T=1$ a „versagt“. Um noch mehr Wasser über die Rigole zu versickern und die rechnerische Überlaufhäufigkeit der Rigole zu erhöhen, sind noch größere Rigolengrundflächen notwendig.

Wie oben beschrieben, ist auch die Anordnung von unterirdischem Versickerungsvolumen im Bereich der Ableitungsstruktur denkbar. So könnte unter der Ableitungsrinne bzw. dem Ableitungsgraben auch beispielsweise Kiespackungen eingebaut werden und diese könnten breiter sein als die oberirdische Ableitung.

2.5 Variante 2 – gedrosselte Ableitung

Neben der oben beschriebenen Versickerung ist auch eine gedrosselte Ableitung in den Strüpfelgraben denkbar. Ausgehend von der Prämisse, dass sich im Hochwasserfall gegenüber dem heutigen Zustand keine Abflusserhöhung einstellt, ergeben sich für die Unterlieger keine Nachteile. Dies ist mit einer Drosselung des Gesamtabflusses und einer Retention technisch möglich. Dabei wird empfohlen, dezentral wie auch zentral eine Retention zu erstellen, wobei die zentrale Anlage hauptsächlich die öffentlichen Flächen, vor allem die Verkehrsanlagen, kontrolliert.

Legt man beispielsweise eine Drosselabflussspende von 15 l/(s ha) bezogen auf die Gesamtfläche zugrunde und legt die Retention auf eine Überlaufhäufigkeit von $T=10$ a ($n=0,10 \text{ 1/a}$) aus, lässt sich für den 100-jährlichen 1-stündigen Regen ein Abfluss in der selben Höhe wie der natürliche Abfluss erreichen (69 l/s). Dabei hängen die detaillierten Werte auch von dem Ansatz der jeweiligen Spitzenabflussbeiwerte ab.

Herleitung:

Niederschlag $r_{D=1h,T=100a} = 137,8 \text{ l/(s ha)}$

$r_{D=1h,T=10a} = 90,0 \text{ l/(s ha)}$

Gesamtfläche $A_{\text{ges}} = 16.776 \text{ m}^2$

Spitzenabflussbeiwert unbebaut $c_s = 0,3$

Natürlicher Abfluss $Q_{\text{nat},D=1h,T=100a} = 69 \text{ l/s}$

Drosselabflussspende $q_{\text{dr}} = 15 \text{ l/(s ha)}$

Drosselabfluss $Q_{\text{dr}} = 25 \text{ l/s}$

„Reduzierte Fläche“ bebaut $A_{\text{red}} = \sum A_i \times c_{s,i} = 9.007 \text{ m}^2 = 0,90 \text{ ha}$

Auslegung Retention $T = 10 \text{ a}$

Planabfluss $Q_{\text{plan},D=1h,T=100a} = Q_{\text{dr}} + (r_{D=1h,T=100a} - r_{D=1h,T=10a}) \times A_{\text{red}} = 68 \text{ l/s}$

Tabelle 4: Niederschlagsspenden Vörstetten [l/ s ha] (Kostra2020)

Dauerstufe D	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	263,3	313,3	346,7	390,0	453,3	516,7	560,0	613,3	693,3
10 min	173,3	210,0	231,7	260,0	301,7	343,3	371,7	408,3	460,0
15 min	134,4	161,1	178,9	200,0	232,2	265,6	286,7	314,4	355,6
20 min	110,8	133,3	147,5	165,8	192,5	219,2	236,7	260,0	294,2
30 min	84,4	101,7	112,2	126,1	146,1	166,7	180,0	197,8	223,3
45 min	63,7	76,7	84,4	95,2	110,4	125,9	135,9	149,3	168,5
60 min	52,2	62,8	69,2	77,8	90,0	102,8	111,1	122,2	137,8
90 min	39,1	47,0	52,0	58,3	67,8	77,2	83,5	91,7	103,5
2 h	31,9	38,3	42,4	47,6	55,1	62,9	68,1	74,7	84,4
3 h	23,9	28,7	31,7	35,6	41,3	47,1	51,0	56,0	63,1
4 h	19,4	23,4	25,8	29,0	33,6	38,4	41,5	45,6	51,4
6 h	14,5	17,5	19,3	21,7	25,1	28,7	31,0	34,1	38,4
9 h	10,9	13,1	14,4	16,2	18,8	21,5	23,2	25,5	28,7
12 h	8,8	10,6	11,7	13,2	15,3	17,4	18,8	20,7	23,4
18 h	6,6	7,9	8,8	9,8	11,4	13,0	14,1	15,4	17,4
24 h	5,4	6,4	7,1	8,0	9,3	10,6	11,4	12,6	14,2
48 h	3,3	3,9	4,3	4,8	5,6	6,4	6,9	7,6	8,6
72 h	2,4	2,9	3,2	3,6	4,2	4,8	5,2	5,7	6,4
4 d	2,0	2,4	2,6	2,9	3,4	3,9	4,2	4,6	5,2
5 d	1,7	2,0	2,2	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9	4,4
6 d	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,9	3,1	3,5	3,9
7 d	1,3	1,6	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,5

2.6 Fazit

Aus unserer Sicht existieren die folgenden Entwässerungsmöglichkeiten, die jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile sowie Risiken mit sich bringen. Zudem ist bei der Versickerung der Abstand zum Grundwasser (Sickerstrecke) ein wesentlicher Punkt, da dieser unter 1 m liegen wird. Bei der Entscheidungsfindung sollten weiterhin die örtlichen Gegebenheiten wie Platzbedarf und Zuleitungsmöglichkeit berücksichtigt werden.

- Versickerung über zentrales Mulden-Rigolen-System mit Überlauf in Gewässer
 - Zentrale Mulde mit flacher Kunststoffrigole
 - Zentrale Mulde mit flacher Kiesrigole, kombiniert mit Versickerung im Zuleitungsbereich (Graben, Rinne)
 - Zentrale Mulde mit Rigole aus carbonhaltigem Sand – jedoch Risiko der Kalkfällung, daher wird diese Variante nicht empfohlen
- Gedrosselte Ableitung mit Kombination aus dezentraler (Retentionszisternen auf Privatgrundstücken) + zentraler Retention

2.7 Hinweise

Durchlässigkeitsbeiwert

Es wird empfohlen, in Abhängigkeit von der Vorzugsvariante weitere geotechnische Erhebungen durchzuführen. Für den Fall, dass eine Versickerung im Bereich der Zuleitungsstrecke vorgesehen wird, sollten entlang dieser Strecke 2-3 zusätzliche Untersuchungen stattfinden. Zudem ist zu berücksichtigen, dass in den von Seiten der Bodengutachter angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerte für die Dimensionierung der

Versickerungsanlagen Sicherheiten eingerechnet werden. Aufgrund der Konzeption eines Muldenüberlaufs ist es denkbar, dass hierauf verzichtet werden kann.

Auftriebssicherheit

Wie beschrieben, liegen sehr hohe Grundwasserstände und bei besonders hohen Grundwasserständen gespannte Grundwasserverhältnisse vor. Daher besteht die Gefahr des Auftriebs. Das bedeutet, dass die Mulde eine entsprechend hohe Durchlässigkeit aufweisen muss. Alle weitere Elemente sind auftriebssicher zu gestalten.

Wasserhaushaltsbilanz

Das Landratsamt fordert für den Fall, dass keine Versickerung umgesetzt wird, den Nachweis der Wasserhaushaltsbilanz. Dabei stellt sich die Frage, welche Abweichung zwischen der natürlichen Wasserhaushaltsbilanz und dem Planzustand überhaupt akzeptabel ist. Es ist aber auch jetzt bereits absehbar, dass dieser Nachweis ohne Versickerung nicht geführt werden kann, das zeigt u.a. auch das Beispiel Baugebiet Langacker II in Vörstetten, wo eine solche Berechnung 2023 erfolgt ist. Dies würde bedeuten, dass mit dieser Forderung die Ableitungsvariante automatisch ausscheiden würde.

Aufgestellt Dipl.-Ing. Th. Brendt

Freiburg, 19.12.2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Th. Brendt', is written over a light gray rectangular background.

BIT Ingenieure AG

Talstraße 1

79102 Freiburg

Tel.: +49 761 29657-0

freiburg@bit-ingenieure.de