



## Deponie Typ A «Büel», Weiterführung Ost

Gemeinde Emmen

0041

Glogner AG, 6035 Perlen

- » *Gesuch um eine Erweiterung der Deponiezone*
- » *Gesuch um eine Errichtungsbewilligung / Baugesuch*

## Technischer Bericht

Horw, 26. Oktober 2020

## Auftraggeber – Bearbeitung

---

### Auftraggeber

---

Gloggnner AG  
Dorfstrasse 11  
6035 Perlen

Kontaktperson:  
Hr. Josef Gloggnner      Tel. 041 455 58 60

### Externe Fachberater

---

- Geologie, Geotechnik      Geotest AG, 8045 Zürich
- Naturgefahren              oeko-B AG, 6170 Schüpfheim
- Bodenkunde:                BABU GmbH, 8047 Zürich  
   Holinger AG, 6005 Luzern
- Flora, Fauna, Lebensräume      Büro für naturnahe Planung und Gestaltung, 4932 Lotzwil
- Verkehr, Lärm, Lufthygiene      Ingenieurbüro Beat Sägesser, 6340 Baar

### Planung, Koordination und Bearbeitung

---

ilu AG, Horw

- Josef Wanner, dipl. Kulturingenieur ETH/SIA
- Iwan Vitins, MSc Erdwissenschaften ETH
- Denise Gnos, Tiefbauzeichnerin

Rev.	Datum	Beschreibung	Bearbeitet	geprüft
0	29.05.2019	Version Vorprüfung Nutzungsplanung	IV	JW
1	April 2020	Version Vorprüfung Nutzungsplanung, ergänzt	IV	JW
2	26.10.2020	Auflageprojekt	IV/AL	AL

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Ausgangslage und Ziele</b>	<b>5</b>
<b>2 Anforderungen Deponiestandort VVEA</b>	<b>6</b>
<b>3 Planerische Grundlagen</b>	<b>7</b>
3.1 Begrenzung	7
3.2 Kennzahlen	7
3.3 Abstandsvorschriften	7
3.4 Eigentumsverhältnisse	8
3.5 Bestehende Bauten und Anlagen	8
3.6 Radaranlage Militärflugplatz Emmen	8
3.7 Werkleitungen	9
3.8 Erschliessung	9
<b>4 Deponiebauwerk</b>	<b>10</b>
4.1 Infrastrukturelle Einrichtungen	10
4.2 Deponiebasis	10
4.3 Entwässerungskonzept	10
4.4 Materialeinbau	13
<b>5 Deponiebetrieb</b>	<b>14</b>
5.1 Generelle Vorbereitungsarbeiten	14
5.2 Maschineneinsatz	14
5.3 Betriebsablauf und Etappierung	14
<b>6 Deponieabschluss</b>	<b>16</b>
6.1 Oberflächenabschluss	16
6.2 Bodenbilanz, Fruchtfolgeflächen	16
6.3 Ökologischer Ausgleich und Vernetzungskorridor	16
6.4 Nachsorge	18

## Anhang

---

A1	Quellen- und Grundlagenverzeichnis
A2.1	Factsheet Entwässerung Erweiterung Deponie Büel, ilu AG, 30.11.2017
A2.2	Situationsplan: Basis- und Oberflächenentwässerung (Plan P-6, Massstab 1:2'500, Format A3)
A3	Erläuterungsbericht, wasserbautechnische Massnahmen «Rütibächli», ilu AG, Mai 2009
A4	Geotechnik: Kurzbericht Stabilitätsnachweis Geotest AG, Zürich, 03.04.2020

## Beilagen

---

B1	UVB-Fachbericht Boden BABU GmbH, Zürich, 17.04.2019
B2	UVB-Fachbericht Verkehr, Lärm und Lufthygiene Ingenieurbüro Beat Sägesser, Baar, 12.04.2019
B3	Naturgefahren: Gefahrenkarte Emmen, Ergänzung Deponie Büel oeko-b AG, Schüpfheim, 09.03.2020

## Abbildungen

---

Titelbild:	Übersicht Projektperimeter Deponie Büel <i>Luftbild: Heini Geomatik, März 2017; Flugaufnahme: Bundesamt für Landestopografie, 2013</i>
Alle Fotos:	ilu AG
Grafiken:	Gemäss Quellenangaben

## Planverzeichnis Projekt

---

### Teiländerung Zonenplan

Plan Nr.	Titel	Massstab	Datum
Z-1	Situation: Teiländerung Zonenplan Gemeinde Emmen	1 : 7'500	26.10.2020

### Projekt

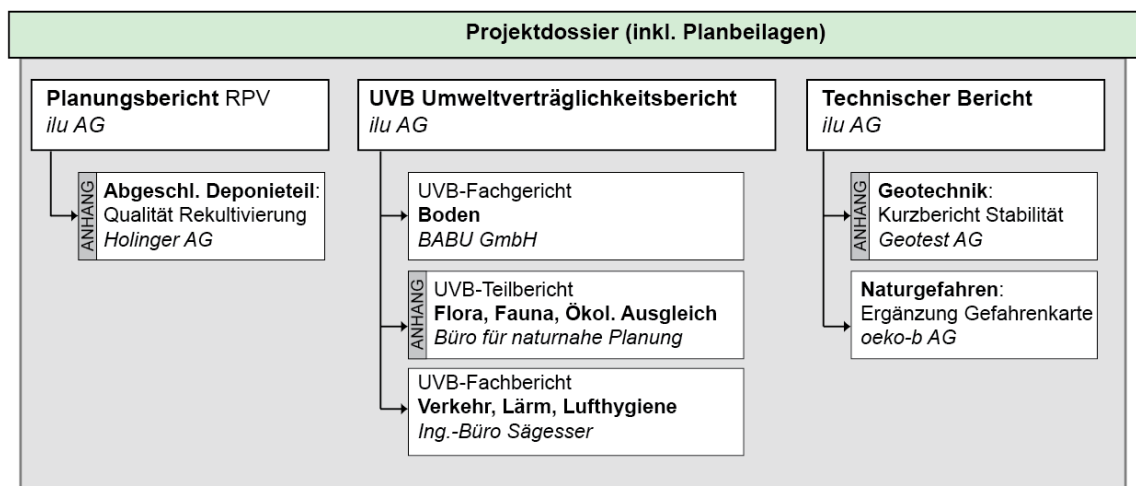
Plan Nr.	Titel	Massstab	Datum
P-1	Situation: Ausgangslage / Istzustand (Endgestaltung 2008)	1 : 2'000	26.10.2020
P-2	Situation: Endgestaltung – ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen	1 : 2'000	26.10.2020
P-2.1	Profile: Ist-Zustand / Endgestaltung	1 : 2'000	26.10.2020
P-3	Situation: Betriebsplan Etappe 1 – Zustand ca. 2024	1 : 2'000	26.10.2020
P-4	Situation: Betriebsplan Etappe 2 – Zustand ca. 2028	1 : 2'000	26.10.2020

# 1 Ausgangslage und Ziele

Seit dem Jahr 2003 wird im Gebiet Büel der Gemeinde Emmen unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial d.h. natürliches Erdmaterial, Lockergestein oder gebrochener Fels abgelagert. Im Jahr 2013 konnte eine erste Erweiterung der Deponie in Betrieb genommen werden.

Um weiterhin an optimaler Lage als festen Bestandteil der Entsorgungsinfrastruktur zur Verfügung stehen zu können, beabsichtigt die Betreiberin die Deponie Typ A «Büel» (Gloggner AG) im nordöstlich angrenzenden Gebiet weiterzuführen und dazu die Deponiezone entsprechend zu erweitern. Die sogenannte «Weiterführung Ost» generiert ein zusätzliches Deponievolumen von rund 1.16 Mio. m<sup>3</sup> (fest). Die Gesamtdeponie soll im Jahr 2040 abgeschlossen werden.

Der vorliegende Technische Bericht ist Bestandteil eines Projektdossiers mit weiteren Berichten, Fachberichten und Planbeilagen. Bezüglich dem detaillierten Projektbesrieb, der raumplanerischen Situation und dem Bedarfsnachweis wird auf den Umweltverträglichkeitsbericht UVB verwiesen.



## 2 Anforderungen Deponiestandort VVEA

---

*Siehe:*

**Anhang A3:** *Erläuterungsbericht, wasserbautechn. Massnahmen, ilu AG, Mai 2009*

**Anhang A4:** *Kurzbericht Stabilitätsnachweis, Geotest AG, 03.04.2020*

**Beilage B3:** *Ergänzung Naturgefahrenkarte, oeko-b AG, 09.03.2020*

Standorte von Deponien des Typs A haben gemäss Anhang 2 Ziff. 1 zur Abfallverordnung VVEA<sup>1</sup> primär folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Keine Errichtung in Grundwasserschutzzonen oder Grundwasserschutzzonen.
- Keine Lage in einem überschwemmungs-, steinschlag-, rutschungs- oder besonders erosionsgefährdeten Gebiet.
- Mindestens 2 m Abstand zum natürlichen, zehnjährigen Grundwasserhöchstspiegel bei Standorten über nutzbaren unterirdischen Gewässern oder in den zu ihrem Schutz notwendigen Randgebieten.
- Nachweis mit Baugrunduntersuchungen, dass der Untergrund und die Umgebung der Deponie langfristig stabil bleiben (allenfalls unter Einbezug baulicher Massnahmen) und keine Verformungen auftreten, die das Funktionieren der vorgeschriebenen Anlagen beeinträchtigen können.

Die Deponie Typ A «Büel» inkl. geplanter Weiterführung Ost liegt ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A<sub>u</sub> und es sind weder Grundwasserschutzzonen noch Grundwasserschutzzonen tangiert. Die relevanten Standortanforderungen bezüglich Gewässerschutz (vgl. Anhang 2 Ziffer 1.1 zur VVEA) sind somit erfüllt.

Die Wasserprozesse im IST-Zustand wurden in der Beilage B3 (Ergänzung Gefahrenkarte) detailliert beurteilt. Es zeigt sich, dass ausgehend vom nördlich verlaufenden Gerinne des Rütibächlis lokal eng begrenzte Überflutungen auftreten können. Dies betrifft insbesondere den Durchlass Löchenrainstrasse. Mit den im Rahmen des Projekts vorgesehenen Massnahmen kann der Hochwasserrückhalt aber gewährleistet werden (vgl. Anhang A3) und der Ablagerungspereimeter tangiert einen potenziellen Überschwemmungsbereich nicht. Darüber hinaus besteht keine Gefährdung des Deponiestandorts durch weitere Naturgefahren (vgl. Beilage B3). Die relevanten Standortanforderungen bezüglich Naturgefahren (vgl. Anhang 2 Ziffer 1.1 zur VVEA) sind somit erfüllt.

Gemäss geotechnischem Fachgutachten (Anhang A4) kann unter Beachtung bestimmter Vorgaben die Stabilität des Deponiekörpers gewährleistet werden. Die relevanten Standortanforderungen bezüglich des Untergrunds (vgl. Anhang 2 Ziffer 1.2 zur VVEA) sind somit erfüllt bzw. können erfüllt werden.

---

<sup>1</sup> Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)

### 3 Planerische Grundlagen

#### 3.1 Begrenzung

Der Ablagerungsperimeter der Weiterführung Ost wird durch folgende Elemente begrenzt (vgl. auch Planbeilage P-1):

- Im Westen: Durch die bereits bewilligte Deponie Typ A «Büel», welche in einem sogenannten «Überlappungsbereich» durch die Weiterführung Ost eine angepasste Endgestaltung erfährt.
- Im Norden: Durch das Rütibächli (Gewässer-ID 133013)
- Im Osten: Durch Waldareal und Landwirtschaftsland
- Im Süden: Durch den Weiler «Rotterswil», eine militärische Radaranlage (Flugplatz Emmen) und die Geländekante

#### 3.2 Kennzahlen

Das Projekt weist folgende Kennzahlen auf:

Tabelle 1: Kennzahlen bezüglich Flächen «Weiterführung Ost» in ha

Deponiezone	Erweiterung	Ablagerungsperimeter	9.02	11.07
		Freihalteflächen für Bodendepots	1.70	
		Übrige Flächen (Abstände, Wege etc.)	0.35	
Aktuell genehmigt	Überlappungsbereich (Anpassung Endgestaltung)	4.60		

Tabelle 2: Kennzahlen bezüglich Deponiebetrieb

Restvolumen bewilligte Deponie (Stand 31.12.2019)		314'000	m <sup>3</sup> (fest)
Deponievolumen gesamt, Weiterführung Ost		1'165'000	m <sup>3</sup> (fest)
Jährliches Ablagerungsvolumen		100'000	m <sup>3</sup> (fest)
Dauer Deponiebetrieb	Nur Weiterführung Ost	11-13	Jahre
	Inkl. aktuell bewilligtem Restvolumen	14	Jahre
	Befristung Projektbewilligung (Vorschlag)	2040	Jahrzahl
Mittlere / maximale Schütthöhe (inkl. Überlappungsbereich)		8.6 / 16.0	m
Etappierung (vgl. Kap. 5.3)		E1, E2	Hauptetappen

#### 3.3 Abstandsvorschriften

Das Vorhaben «Deponieweiterführung Ost» gilt als Baute und Anlage ausserhalb der Bauzonen. Es gelten die einschlägigen Abstandsvorschriften gemäss Planungs- und Baugesetz (PBG) bzw. den daraus verwiesenen rechtlichen Grundlagen.

Tabelle 3: Projektrelevante Abstandsvorschriften

Waldabstand minimal, ab Waldrand zum Ablagerungsperimeter (Böschungsfuss)	§136 PBG	10 m
Gewässerraumbreite	KGSchV	11 m (2x 5.5 m)
Wasserbaulicher Mindestabstand (Gewässerabstand), ab Gewässergrenze bis Ablagerungsperimeter (Böschungsfuss)	§25 KWBG	3 m

### 3.4 Eigentumsverhältnisse

Das Vorhaben «Weiterführung Ost» tangiert insgesamt 4 Parzellen, verteilt auf 3 Grundeigentümerschaften.

Tabelle 4: Betroffene Parzellen

Parz. Nr.	Grundbuch	Grundeigentümer (Stand September 2020)	Bemerkung
784	Emmen	Bühlmann Thomas, 6032 Emmen	
1026	Emmen	Bühlmann Thomas, 6032 Emmen	
3126	Emmen	Schweizerische Eidgenossenschaft (VBS), armasuisse Immobilien, 3003 Bern	Nur temporäre Bodendepots
3985	Emmen	Einwohnergemeinde Emmen	Güterstrasse, nur temporäre Beanspruchung

### 3.5 Bestehende Bauten und Anlagen

Im Ablagerungsperimeter der Weiterführung Ost liegt auf Parz. Nr. 784 ein bestehendes Einfamilienhaus (Gebäude Nr. 12). Dieses wird im Rahmen des Deponiebetriebs fachgerecht rückgebaut.

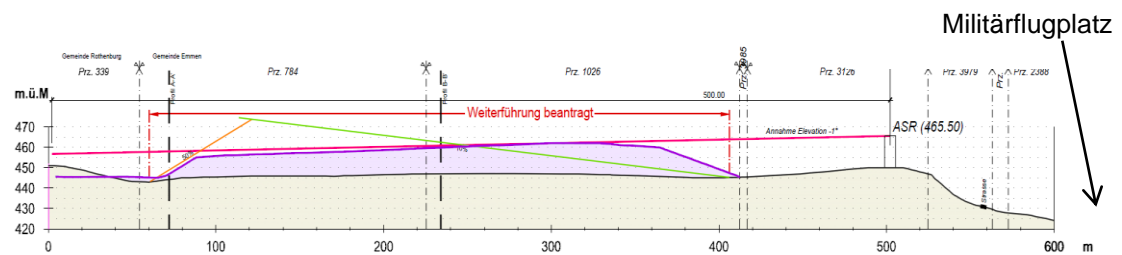
Innerhalb der aktuell genehmigten Deponiezone, aber neu im Ablagerungsperimeter Ost, liegt ein Teil der «Löchenrainstrasse» (Güterstrasse 2. Klasse, Code Strassenabschnitt 4415). Die Strasse ist nicht ausparzelliert und liegt führt hier über die Parz. Nr. 784. Der Strassenabschnitt wird im Rahmen des Deponiebetriebs umgelegt.

Innerhalb der Erweiterung der Deponiezone, zwischen Ablagerungsperimeter und Bereich Bodendepots liegt ein Teil der Strassenparzelle Nr. 3985 mit einer Güterstrasse 2. Klasse (Code Strassenabschnitt 4411).

### 3.6 Radaranlage Militärflugplatz Emmen

Am Militärflugplatz Emmen werden im Zuge des Projektes MALS Plus mehrere Systeme ersetzt. Das für die Weiterführung der Deponie relevante System ist das ASR (Airport Surveillance Radar). In zahlreichen Sitzungen mit dem BAZL (Bundesamt für Zivil-Luftfahrt), den Kommandanten des Flugplatzes Emmen, Vertretern der armasuisse und der MALS Plus konnte im Verlaufe der Planung eine Einigung zum Ablauf des Systemwechsels und den Bedingungen um die Funktionsfähigkeit des neuen ASR zu gewährleisten, gefunden werden. Der Kompromiss beinhaltet im Zuge der Erneuerung des Systems eine Anhebung des Radarturmes um 5 m und eine angepasste Deponieendgestaltung mit der Bedingung, im Nahfeld (<500 m, gesamter Projektperimeter «Weiterführung Ost» befindet sich innerhalb) von der Unterkante des Radars unterhalb der -1°Linie zu bleiben.

Diese Grundlagen wurden auch zur Beurteilung der Personenschutzgrenzwerte der Nichtionisierende Strahlung (NIS) (vgl. Anhang UVB A4).



**Abbildung 1:** Quersprofil im Bereich der Weiterführung Büel-Ost inkl. ASR-Nahfeld.

### 3.7 Werkleitungen

Durch die Deponieschüttung betroffen sind eine Telefonleitung (Swisscom) und eine Elektrizitätsleitung (CKW), welche zum Gebäude Nr. 12 führen und weiter in Richtung Norden, werden vor Baubeginn in Absprache mit den Werkeigentümern/Werkbetreibern umgelegt, dass zusätzliche Auflasten die Leitung nicht beschädigen können. Ein entsprechendes Projekt wird mit den Werkleitungsbetreibern nach Vorliegen der Projektbewilligung ausgearbeitet. Da das Gebäude Nr. 12 auf Prz. 784 fachgerecht in der Hauptetappe E2 abgerissen wird, ist die Aufrechterhaltung der Telefon und Elektrizitätsleitung nicht mehr zu gewährleisten.

Im Perimeter sind landwirtschaftliche Drainagen vorhanden. Diese werden fachgerecht in die Basisentwässerung der Deponie integriert (vgl. Kap. 4.3.1).

### 3.8 Erschliessung

Bezüglich den Verkehrsgrundlagen und der zugehörigen Zufahrt ab der Kantonsstrasse K16 (Seetalstrasse) wird auf den UVB verwiesen.

Die bestehende Deponie-Feinerschliessung innerhalb der aktuell genehmigten Deponiezone (ab Hof Büel) ist bestehend, hat sich bewährt und soll weiterhin beibehalten werden. Im Hinblick auf eine angestrebte Zuweisung bereits rekultivierter Flächen von der Deponiezone zurück in die Landwirtschaftszone, soll für die Deponieerschliessung vorausschauend eine raumplanerische Ausnahmegenehmigung beantragt werden (vgl. Planungsbericht Kap. 4.2.7).

## 4 Deponiebauwerk

---

### 4.1 Infrastrukturelle Einrichtungen

---

Der laufende Deponiebetrieb ist eingerichtet und die Infrastrukturen sollen weiterhin verwendet werden. Erweiterungen ergeben sich wie folgt:

- **Einzäunung (erweitert):** Unerlaubte Zufahrten bzw. unbefugte Ablagerungen sollen verhindert werden. Zu diesem Zweck kann das Deponieareal (Ablagerungsfläche) mittels Erdwällen/Erddepots oder mittels eines einfachen, leicht verschiebbaren, 1.5 m hohen Drahtgeflechtzauns abgegrenzt werden. Falls ein Zaun erstellt wird, weist dieser eine Höhe von 30 cm ab Boden auf, damit der Zaun für Kleinsäuger keine Barrierewirkung darstellt. Die Einzäunung wird mit dem Bau-, resp. Rekultivierungsfortschritt verschoben.
- **Interne Werkpisten (Weiterführung):** Die internen Werkpisten werden dem Schüttfortschritt entsprechend zu den jeweiligen Kippstellen gezogen. Um Staubemissionen zu minimieren und die Verschmutzung der Zufahrtsstrassen zu verhindern sind diese so weit wie möglich versiegelt. Auf geschotterten Abschnitten kann bei trockenen Witterungsverhältnissen vorbeugend berieselt werden.
- **Deponieentwässerung (Weiterführung):** Fachgerechte Basisentwässerung, Entwässerung der jeweils offenen Flächen (temporäre Retentions- und Absetzbecken) und Oberflächenentwässerung.

### 4.2 Deponiebasis

---

Nach dem Abtrag des verwertbaren Ober- und Unterbodens (Begleitung durch Bodenkundliche Baubegleitung BBB) wird die Deponiebasis pro Teiletappe so hergerichtet, dass keine grösseren Senken mit Potential für Staunässen verbleiben. Dies kann z.B. mit Dachgefällen Richtung der Hauptleitungen der Basisentwässerung bzw. den zugehörigen Sickerstreifen oder den Versickerungssäulen erfolgen.

### 4.3 Entwässerungskonzept

---

Grundsätzlich werden im Deponieareal die folgenden zwei permanenten Entwässerungssysteme realisiert:

- **Deponiebasisentwässerung:** Diese dient zur Sicherstellung der Stabilität der Deponie. Sie ist besonders während dem Aufbau der Deponie von Bedeutung.
- **Oberflächenentwässerung (Drainagesystem):** Sie entwässert die rekultivierten Bereiche.

Beide Systeme entwässern direkt oder über bestehende Meteorwasserleitungen zu den beiden Vorflutern Rütibächli und Waldibach. Die Leitungen werden normgemäss erstellt, so dass jederzeit Zustandskontrollen und Unterhaltsarbeiten ausgeführt werden können.

Während dem Deponiebetrieb wird das verschmutzte Niederschlagswasser in temporären

Schlammabsetzbecken gesammelt, bevor es der nächsten Leitung zugeführt wird. Die Becken werden so dimensioniert, dass sie im Falle eines Starkniederschlags den Rückhalt und die Absetzfunktion gewährleisten. Ziel ist es, kein verschlammtes Wasser in die Meteorwasserleitungen bzw. in die Vorfluter abzuleiten.

#### 4.3.1 Deponiebasisentwässerung

Auch die Leitungen der weiterführenden Basisentwässerung sollten gemäss statischen Berechnungen der 'Austrian Standards plus' (siehe Anhang A4) eine Überschüttung von 20 m schadlos aufnehmen. Um eine nachhaltige Basisentwässerung zu erreichen, wird von SE (Prz.1026) (in Richtung Wäldchen zum Rütibächli) nach Norden zur bestehenden Hauptentwässerungsachse mit tragfähigen Sickerrohren und einem Minimalgefälle von 2% angeschlossen. Im Bereich der Deponiebasis wird das Sickerwasser mittels Sickergräben gesammelt.

Das an der Deponiebasis gesammelte Sickerwasser wird über das bestehende Drainagesystem in das Rütibächli geleitet.

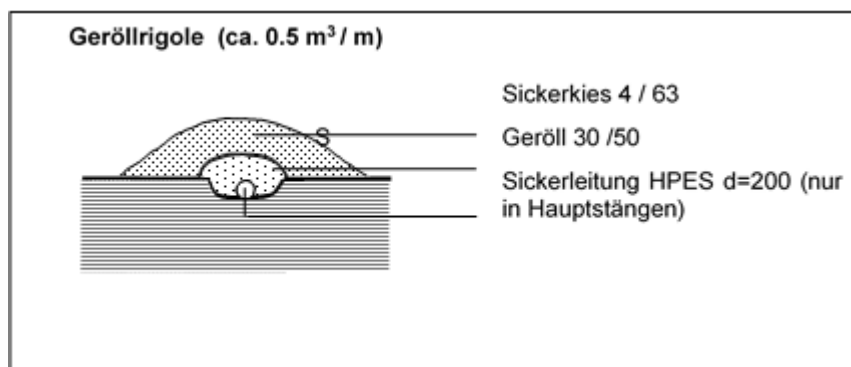


Abbildung 2: Drainagehauptleitung (Sickergraben) innerhalb Deponie

#### 4.3.2 Entwässerung Betriebsphase

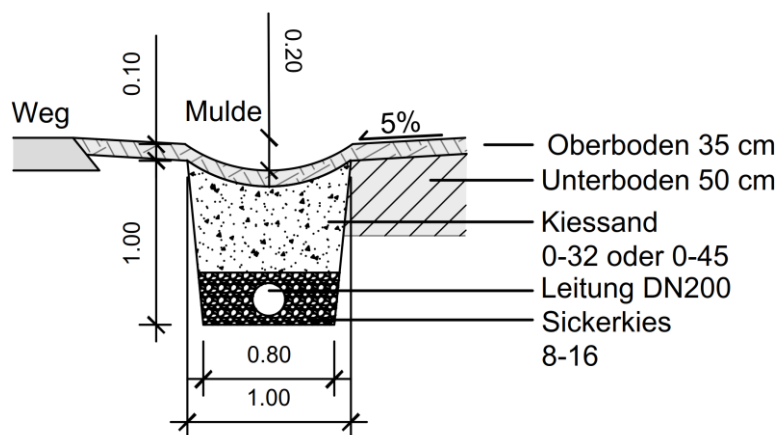
Das während dem Deponiebetrieb vor allem bei Starkniederschlägen anfallende Wasser soll in einem temporären Absetz-/Retentionsbecken gesammelt werden, bevor es dem Vorfluter (Rütibächli / Waldibach) zugeführt wird. Das Absetz- / Retentionsbecken wandert mit den einzelnen Etappen von der Parzelle 784, in der nächsten Etappe wandert sie auf die Parzelle 1026 aufgrund der gegebenen Topographie an den südlichsten Rand des Perimeters - tiefster Punkt in der Fläche (siehe Plan P-4 Betriebsplan Etappe 2). Vorgängig zur Etappe 2 muss entlang des geplanten Böschungsfusses eine Muldenrigole mit einer Leitung eingebaut werden, welche zukünftig die anfallenden Niederschlagsmengen bei Starkniederschlägen nach Nordosten, entlang der Rottertswilerstrasse in den Waldibach (Neumühli) entwässert. Die Entwässerung verläuft südlich entlang des Böschungsfusses nach Osten. Während der Etappe 2 wird hier nur der Überlauf (ohne Schwebstoffe) des Absatzbeckens zugeführt und gelangt so in den Vorfluter.

Das Absetz- / Retentionsbecken wird so dimensioniert, dass es im Falle eines Starkregens mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit von 5 Jahren den Rückhalt und die Absetzfunktion vollumfänglich gewährleistet. Die Abschätzung des benötigten Retentionsvolumens erfolgte gemäss VSS-Norm 640 350. Als Regenzone wurde „Voralpen“ angenommen. Die maximal

offene Fläche beträgt rund 5 ha. Die maximal abzugebende Wassermenge in den Vorfluter ergibt sich aus der Wasserführung im Vorfluter. Das Einzugsgebiet des Rütibächli ist an der Einleitstelle etwa 1 km<sup>2</sup> gross. Daraus kann eine Niedrigwassermenge von mindestens 5 l/s abgeschätzt werden. Die maximale Wassermenge die in den Rütibächli abgegeben wird beträgt ca. 5 l/s und ist für den Rütibächli somit problemlos verträglich. Aus diesen Annahmen ergibt sich ein notwendiges Retentionsvolumen von ca. 1'500 m<sup>3</sup>. Die Dimensionierung der temporären Absetz- / Retentionsbecken werden mit zudem mit einem zusätzlichen Sicherheitsvolumen diese Retentionsvolumen während der Betriebsphase gewährleisten.

#### 4.3.3 Oberflächenentwässerung (Endzustand)

Die bereits während der Betriebsphase eingebaute Sickerleitung mit einer Retention im Mulden-Rigolen-System entlang des südlichen Böschungsfusses (Rottertswilerstrasse) dient als die Hauptsammelleitung des anfallenden Oberflächenwassers im Endzustand (siehe Empfehlung Kurzbericht Stabilitätsnachweis, Anhang A4). Das gesamte Oberflächenwasser wird auf die Sickerleitung am Böschungsfuss geführt. Die Mulde ist gemäss den Berechnungen 2 m breit. Beim Einbau ist darauf zu achten, dass das minimale Quer- und Längsgefälle eingehalten wird. Anfallendes Meteorwasser kann somit abgeleitet, seitwärts gefasst und abgeführt werden. Staunässen müssen vermieden werden.



**Abbildung 3:** Sickerleitung mit Mulde von 2 m Breite (statt 1 m wie hier gezeichnet) am Böschungsfuss geführt um während der Betriebsphase den Überlauf des Absetzbeckens und im Endzustand das gesamte Oberflächenwasser aufzunehmen

Die Leitungen werden sofort nach Erreichen der entsprechenden Deponiehöhen erstellt, sodass sie rasch möglichst ihre Funktion übernehmen können. Die geplanten Leitungen stellen das Hauptleitungsnetz dar. Bei Bedarf ist es lokal zu verfeinern. Das Oberflächenwasser wird prioritär in das Rütibächli geleitet.

## 4.4 Materialeinbau

---

Zur Gewährleistung der Stabilität sind insbesondere beim Aufbau der Böschungsbereich sind bestimmte Randbedingungen einzuhalten. Es wird auf den geotechnischen Kurzbericht im Anhang A4 verwiesen.

Aufgrund des gut tragfähigen, natürlichen Untergrundes sind nur geringe Setzungen im gewachsenen Untergrund zu erwarten. Unter Berücksichtigung des minimalen Gefälles der Basisentwässerung von 2 % inkl. Überschüttung mit einer grosszügigen Geröllpackung kann das langfristige Funktionieren dieser Anlagen sichergestellt werden.

Konsolidationssetzungen im Deponiekörper selbst können nicht verhindert werden. Da auf der Deponieoberfläche aber keine sensitiven Folgenutzungen geplant sind und die Setzungen spätestens in den ersten Jahren der Nachsorgephase abgeklungen sein werden, sind hier keine weiteren Massnahmen zu definieren.

## 5 Deponiebetrieb

---

### 5.1 Generelle Vorbereitungsarbeiten

---

Der eigentliche Deponiebetrieb, die Annahme und Ablagerung von unverschmutztem Aushub- und Ausbruchmaterial, erfordert entsprechende Vorbereitungsarbeiten. Die Vorbereitung der einzelnen Auffüllphasen erfordern die folgenden, sich pro Teiletappe wiederholenden Arbeiten:

1. Allfällige Einzäunung (vgl. Kap. 4.1).
2. Umlegen allfällig vorhandener Werkleitungen (vgl. Kap. 3.7)
3. Sicherstellung aller Wegverbindungen und Verbindungsstrassen während der nächsten Teiletappe. Allenfalls Rückbau bereits umgelegter und nicht mehr benötigter Wegverbindungen.
3. Anlegen der temporären Absetz- und Retentionsbecken (vgl. Kap. 4.3.2).
4. Abtrag des verwertbaren Bodenmaterials im Schüttbereich. Anlegen von Bodendepots oder Direktumlagerung (vgl. UVB, Umweltbereich «Boden»).
6. Bereitstellung der Deponiebasis und Weiterführung Basisentwässerung
5. Weitführung der internen Transportpisten und Einrichten fachgerechter Kippstellen

### 5.2 Maschineneinsatz

---

Eine detaillierte Maschinenliste ist im UVB-Fachbericht Verkehr, Lärm, Lufthygiene (Beilage B2) enthalten. Die allgemeinen Betriebszeiten werden basierend auf der Betriebsbewilligung in der Betriebsordnung geregelt.

### 5.3 Betriebsablauf und Etappierung

---

Der rund 11 Jahre dauernde Deponiebetrieb wird in zwei Hauptetappen E1 (ca. 550'000 m<sup>3</sup> fest) und E2 (ca. 610'000 m<sup>3</sup> fest) unterteilt. Diese sind in den Betriebsplänen (Planbeilagen P-3 und P-4 dargestellt. Die Betriebspläne gelten als Richtpläne und zeigen den Zustand der Deponie zu einem bestimmten Zeitpunkt auf. Die Etappenübergänge sind jeweils fließend. Vom ganzen Deponieareal wird dauernd ca.  $\frac{1}{3}$  offen sein, der restliche Teil wird entweder noch bewirtschaftet oder ist bereits aufgefüllt und rekultiviert. Die Rekultivierung wird unmittelbar nach Erreichen der Endhöhe nachgezogen. Entsprechend werden auch die ökologischen Ausgleichsmassnahmen realisiert

In der **ersten Etappe E1** wird im Überlappungsbereich zuerst auf die neue Endgestaltungshöhen mit unverschmutztem Material aufgefüllt. Die Rekultivierung wird nachgezogen und die Verbindungsstrasse Rotterswil – Löcherain kann zurückgebaut werden, da bereits eine geschotterte Verbindungsstrasse gemäss Plan P-1 besteht. Anschliessend wird von Westen nach Osten im Uhrzeigersinn geschüttet.

Zu den Vorbereitungsarbeiten der **zweiten Etappe E2** gehört der Einbau der Sickerleitung (mit Mulden-Rigolen-Retentionssystem) entlang des Südrandes des Ablagerungsperimeters

(siehe Kap. 4.3.3, Oberflächenentwässerung). Dies entspricht der Empfehlung des geotechnischen Fachberichtes (vgl. Anhang A4) zur Ableitung des anfallenden Hang- und Meteorwassers.

## 6 Deponieabschluss

---

### 6.1 Oberflächenabschluss

---

Nach dem Einbau des Aushubmaterials wird eine Rohplanie erstellt, welche für die Oberflächenentwässerung ein ausreichendes Gefälle von mindestens 4 % aufweist. Die Flächen werden mit geeigneten Massnahmen gegen Erosion geschützt und sobald, wie aufgrund der Witterung möglich, durch Bodenauftrag rekultiviert und der geplanten Nachnutzung zugeführt.

### 6.2 Bodenbilanz, Fruchtfolgeflächen

---

Die Bodenbilanz ist bezüglich des Oberbodenmaterials ausgeglichen. Bezüglich des Unterbodens ergibt sich ein grosses Materialdefizit. Es wird auf die detaillierte Abhandlung im UVB (Umweltbereich «Boden») verwiesen.

Die Bilanz bezüglich beanspruchter / wiederhergestellter Fruchtfolgeflächen FFF gestaltet sich ausgeglichen. Es wird auf die detaillierte Abhandlung im UVB (Umweltbereich «Boden») verwiesen.

### 6.3 Ökologischer Ausgleich und Vernetzungskorridor

---

*Siehe:*

**UVB Anhang A3.1:** UVB-Teilbericht Flora, Fauna & Ökologischer Ausgleich  
Büro für naturnahe Planung und Gestaltung, Lotzwil, 23.06.2019

**UVB Anhang A3.2:** Artenliste Flora, Pflanzenaufnahme, ilu AG 07.06.2016

**UVB Anhang A3.3:** Situationsplan: Endgestaltung – Übersicht Ökologische  
Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen (Plan P-5, Massstab 1:2'500,  
Format A3)

Im Rahmen der Folgenutzung werden insgesamt rund 15 % (1.38 ha) des neuen Ablagerungssperimeters (9 ha = 100%) für den ökologischen Ausgleich gestaltet und sind knapp über dem Sollwert von 15 % (1.35 ha). Art und Lage dieser Massnahmen sind aus dem Plan P-2 Endgestaltung und UVB Anhang A3.3 P-5 ersichtlich. Im Folgenden sind die einzelnen Massnahmen kurz beschrieben.

	<b>Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen</b>	<b>ca. Flächen</b>	<b>ca. Anteile in [%]</b>												
1	Ersatzmassnahmen im Überlappungsbereich <table border="1" data-bbox="391 414 1077 728"> <thead> <tr> <th>Ersatzmassnahmen Überlappungsbereich (Prz. 784)</th> <th>bew. Projekt</th> <th>Projekt Weiterführung</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extensiv Wiese nördl. Steilböschung</td> <td>1'500</td> <td>2'300</td> <td>+800</td> </tr> <tr> <td>wechselfeuchter Standort</td> <td>170</td> <td>170</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ersatzmassnahmen Überlappungsbereich (Prz. 784)	bew. Projekt	Projekt Weiterführung		Extensiv Wiese nördl. Steilböschung	1'500	2'300	+800	wechselfeuchter Standort	170	170		800	0.5
Ersatzmassnahmen Überlappungsbereich (Prz. 784)	bew. Projekt	Projekt Weiterführung													
Extensiv Wiese nördl. Steilböschung	1'500	2'300	+800												
wechselfeuchter Standort	170	170													
2	Steilböschung mit Neigungen bis max. 50 % extensive Bewirtschaftung; artenreiche Magerwiese mit standorttypischen Arten und Hecken	4'300	4.5												
3	Wechselfeuchter Standort, Ruderalflächen (Tümpel) und Stillgewässer – <i>Zielarten: Gelbbauchunke und Kreuzkröte - Vernetzungsachse Korridor Rütibächli</i>	500	0.5												
4	südexponierte trocken Magerwiese mit Totholz und Dorngebüschchen – <i>Zielarten: Zauneidechse und Neuntöter</i>	7'000	8												
5	Hochstammobstbäume (100 m <sup>2</sup> pro Baum) 4 Bäume aus bewilligtem Projekt werden ersetzt und 16 neue an den Böschungskanten gepflanzt	- 400 + 1'600 =1'200	1.5												
	<b>Total</b>	<b>13'800</b>	<b>15</b>												
	Sollwert	13'500	15												
	Weiterführungsperimeter (100 %)	90'000													

**Tabelle 7** Ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen in m<sup>2</sup>

Die fachgerechte Umsetzung der vorgesehenen ökologischen Ausgleichsmassnahmen wird durch eine ökologische Baubegleitung sichergestellt. Das Anlegen und das Pflegen der ökologischen Ausgleichsflächen wird frühzeitig, sobald dies vom Betriebsablauf her möglich ist, in Angriff genommen.

## 6.4 Nachsorge

---

Bei Deponien des Typs A kann die Nachsorgephase von den kantonalen Behörden auf 5 Jahre gekürzt werden (die ordentliche Nachsorge beträgt 50 Jahre), wenn keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen auf die Umwelt mehr zu erwarten sind (Art. 43 VVEA). Während dieser Zeit werden die Einflüsse auf die Umwelt, insbesondere auf die Luft und das Wasser, durch den Deponiebetreiber überwacht.

Horw, 26. Oktober 2020

ilu AG

Josef Wanner

Dipl. Kulturing. ETH/SIA  
Mitglied der Geschäftsleitung

Iwan Vitins

MSc Erdwissenschaften ETH  
Projektleiter

**QUELLEN- UND GRUNDLAGENVERZEICHNIS**

Als rechtliche Grundlagen gelten die einschlägigen Gesetze und Verordnungen auf nationaler sowie auf kantonaler Ebene mit jeweils aktuellem Stand gemäss Berichtsdatum. Auf eine Auflistung wird verzichtet.

**Fachliche Grundlagen**Richtlinien und Inventare:

- [1] Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial, BAFU, Juni 1999
- [2] Richtlinie des Bundes für die Umweltverträglichkeitsprüfung, UVP-Handbuch, BAFU, 2009
- [3] Richtlinien des Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement (BUWD - Kanton Luzern) Der Gewässerraum im Kanton Luzern, März 2012
- [4] FSK-Rekultivierungsrichtlinie, für den fachgerechten Umgang mit Böden, 2001
- [5] FSK-Rekultivierungsrichtlinie, für die Aufforstung von Kiesgruben, Wald und Kiesabbau, 1991
- [6] IVS - Bundesinventar historischer Verkehrswege der Schweiz
- [7] ISOS - Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz

Raumplanung:

- [8] Kantonaler Richtplan 2009, Stand 2016, Kanton Luzern
- [9] Zonenplan der Gemeinde Emmen, genehmigt durch den Regierungsrat am 4. Juli 1997 (Stand 14. Februar 2019)
- [10] Bau- und Zonenreglement der Gemeinde Emmen, genehmigt durch den Regierungsrat am 4. Juli 1997 (Stand September 2017)

Projektplanung:

- [11] Erläuterungsbericht zu den wasserbautechnischen Massnahmen „Rütibächli“, ilu AG, Mai 2009
- [12] Baubewilligung Erweiterung für die Inertstoff-Deponie mit den entsprechenden Infrastrukturbauten und -anlagen Baugesuch Nr. 09-1979, Kantonal/RPA 2009/0274, Gemeinderat von Emmen, Mai 2010
- [13] Entscheid vom 20. August 2013 (Protokoll-Nr. 869), Regierungsrat des Kantons Luzern, August 2013
- [14] Waldfeststellung Rotterswil, Erweiterung Deponie Büel, Gemeinde Emmen, Emch+Berger WSB AG, Oktober 2014
- [15] Militärische Plangenehmigung nach Art. 22 MPV, Erneuerung militärisches Anflugeitsystem (MALS Plus), nachträgliche Projektanpassung, VBS, Januar 2018

- [16] Voranfrage zur Weiterführung und Erweiterung Deponie Büel z. Hd. Gemeinderat Emmen, ilu AG, 14. Juli 2016
- [17] Stellungnahme uwe zur Voranfrage, Erweiterung und Weiterführung Deponie Büel, Axioma-Nr. 2016-1541, 31. August 2016
- [18] Stellungnahme rawi zur Voranfrage, Erweiterung und Weiterführung Deponie Büel, Axioma-Nr. 2016-265, 7. September 2016
- [19] LUSTAT aktuell Kanton Luzern, die Abfallstatistik der Dienststelle Umwelt und Energie (uwe), Seite 7, Stand 2018/03
- [20] Luzerner Zeitung (LZ) – Kanton Luzern rüstet sich für rege Bautätigkeit – mit Aushubdeponien. 2 Februar 2017

## **Anhang**

---

## **A2.1**

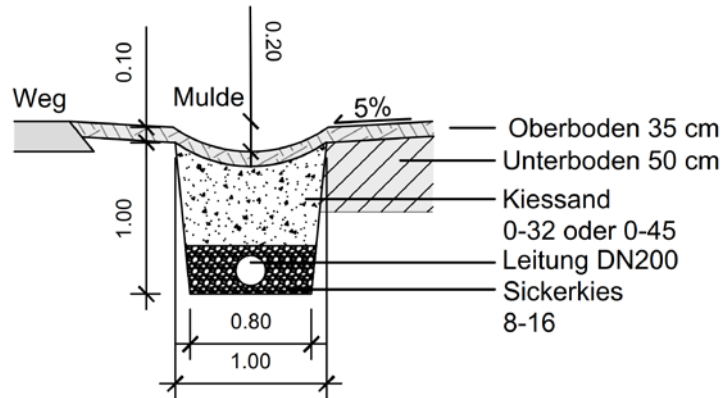
### **ENTWÄSSERUNG:**

**Factsheet Entwässerung Erweiterung Deponie Büel, ilu AG, 30.11.2017**

# Factsheet Entwässerung Erweiterung Deponie Büel

## Grundlagen

- Gesamtes Oberflächenwasser wird auf Sickerleitung am Böschungsfuss geführt.
- System Sickerleitung:



Mulde im vorliegenden Fall jedoch 2.0 Meter breit (statt 1.0 m wie hier gezeichnet).

- Retention oberhalb der Sickerleitung im Mulden-Rigolen-System
- Dimensionierung Retention auf  $z = 1$  Jahr (gemäss Stellungnahme Kt. Luzern)
- Dimensionierung Sickerleitungen auf Versickerungsleistung in Mulden-Rigolen-System
- Zu entwässernde Flächen:
  - Abschnitt West:  $A_{West} = 33'145.26 \text{ m}^2$ ,
  - Abschnitt Mitte:  $A_{Mitte} = 33'145.26 \text{ m}^2 + 20'902.21 \text{ m}^2 = 54'047.5 \text{ m}^2$
  - Abschnitt Ost:  $A_{Ost} = A_{tot} = 33'145.26 \text{ m}^2 + 20'902.21 \text{ m}^2 + 13'594.91 \text{ m}^2 = 67'642.4 \text{ m}^2$

## Dimensionierung Sickerleitungen

Die Sickerleitungen müssen auf die maximal durch die Bodenschicht oberhalb der Leitung versickernde Wassermenge dimensioniert werden. Die nachfolgenden Berechnungen beziehen sich auf einen Laufmeter Leitung (m'):

- Versickerungsleistung Boden pro Laufmeter =  $3 \text{ l/min/m}^2 \times 2 \text{ m}^2 = 0.1 \text{ l/s/m}'$
- Abschnitt West:
  - $L = 412 \text{ m}$
  - $J_{min} = 0.006 \%$
  - $Q = 0.1 \text{ l/s/m}' \times 412 \text{ m} = 41.2 \text{ l/s}$
  - ➔ NW 250 mm ist ausreichend
- Abschnitt Mitte:
  - $L = 412 \text{ m} + 282 \text{ m} = 694 \text{ m}$
  - $J_{min} = 1.5 \%$
  - $Q = 0.01 \text{ l/s/m}' \times 694 \text{ m} = 69.4 \text{ l/s}$
  - ➔ NW 250 mm bis NW 300 mm ist ausreichend
- Abschnitt Ost:
  - $L = 412 \text{ m} + 282 \text{ m} + 220 \text{ m} = 914 \text{ m}$
  - $J_{min} = 0.006 \%$
  - $Q = 0.01 \text{ l/s/m}' \times 914 \text{ m} = 91.4 \text{ l/s}$
  - ➔ NW 325 mm ist ausreichend
- Es gelangen somit maximal 91.4 l/s ins «Rütibächli»

### Dimensionierung Retention

Durch die Bodenschicht oberhalb der Sickerleitung kann weniger Wasser versickern, als beim Regen  $z = 1$  Jahr anfällt. Aus diesem Grund wird auf der gesamten Länge Wasser oberflächlich im Mulden-Rigolen-System oberhalb der Sickerleitung retentiert. Die nachfolgenden Berechnungen beziehen sich wiederum auf einen Laufmeter Leitung ( $m'$ ):

- Pro Laufmeter gelangt ca. eine Fläche von  $75 m^2$  auf die Leitung (nördliche Böschung).
- $i = 73 \text{ mm/h} = 0.02 \text{ l/s/m}^2$ , gemäss VSS-Norm 640 350, mit
  - Voralpenregen
  - $z = 1$  Jahr
  - $T = 10 \text{ min}$  (= massgebende Regendauer)
- $C = 0.15$  (= Abflussbeiwert)
- $Q = C \times i \times A_{\text{tot}} = 0.225 \text{ l/s/m}'$
- ➔  $0.125 \text{ m}^3/\text{m}'$  (=  $0.225 \text{ l/s/m}' - 0.1 \text{ l/s/m}'$ ) müssen in der Mulde retentiert werden. Dies ergibt einen kurzzeitigen Wasseraufstau im Mulden-Rigolen-System von ca.  $0.20 \text{ m}$ .

### Hydrologie «Rütibächli» aus Bericht Tommy (Mai 2009)

Spitzenabflüsse in $m^3/s$	Imhof-Hörler
HQ <sub>5</sub>	1.25
HQ <sub>10</sub>	1.67
HQ <sub>20</sub>	2.0
HQ <sub>50</sub>	2.34
HQ <sub>100</sub>	2.63

- Gedrosselter Abfluss in Bach von ca.  $0.091 \text{ m}^3/s$ . Diese Menge ist vertretbar, verglichen mit den Hochwassermengen

## Anhang

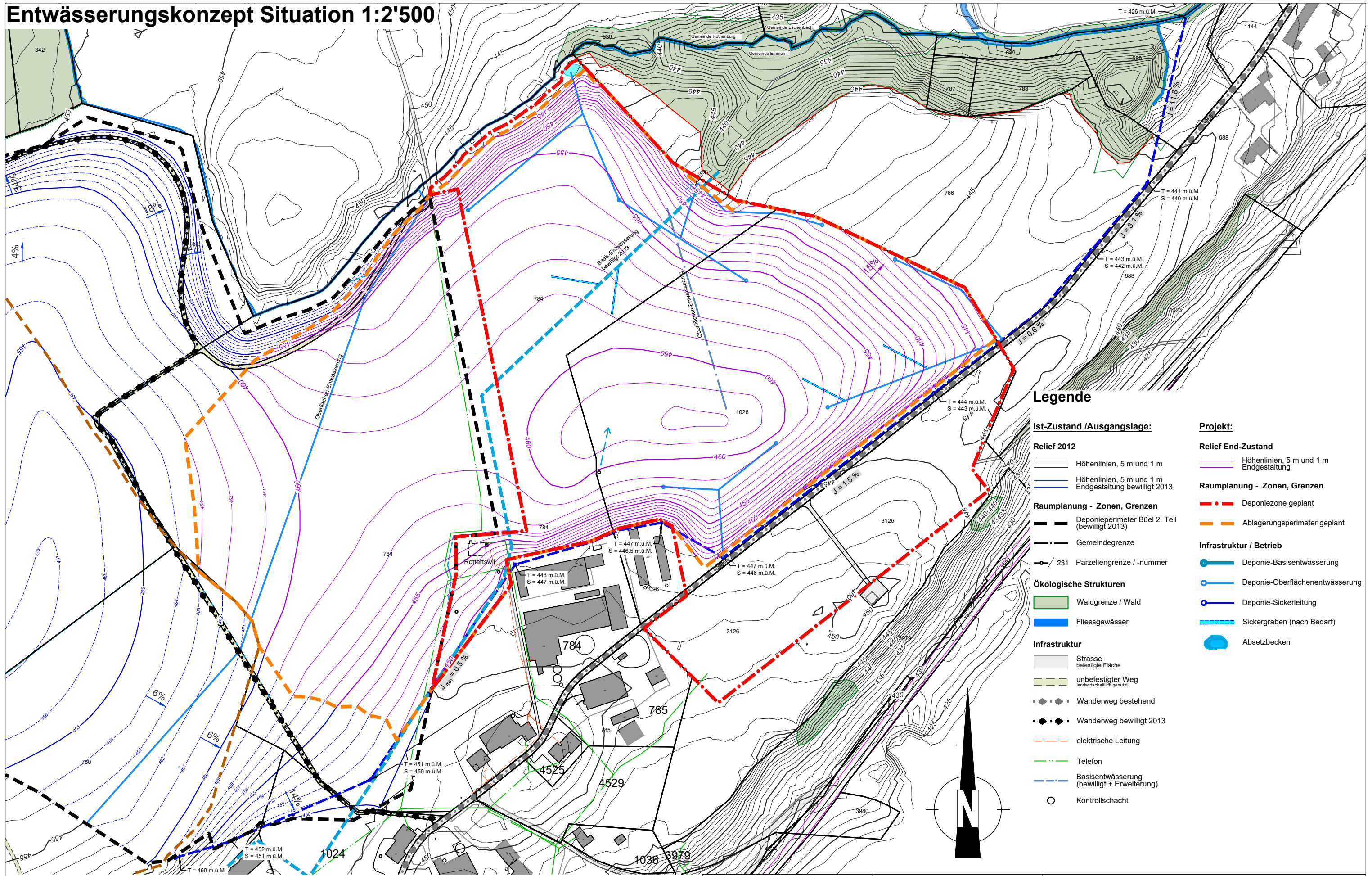
## A2.2

---

### **ENTWÄSSERUNG:**

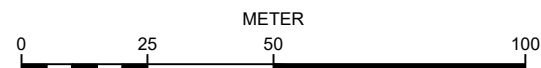
**Situationsplan: Basis- und Oberflächenentwässerung  
(Plan P-6, Massstab 1:2'500, Format A3)**

# Entwässerungskonzept Situation 1:2'500



## Legende

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <b>Ist-Zustand / Ausgangslage:</b>               | <b>Projekt:</b>                     |
| <b>Relief 2012</b>                               | <b>Relief End-Zustand</b>           |
| — Höhenlinien, 5 m und 1 m                       | — Höhenlinien, 5 m und 1 m          |
| — Höhenlinien, 5 m und 1 m                       | — Endgestaltung                     |
| — Höhenlinien, 5 m und 1 m                       | <b>Raumplanung - Zonen, Grenzen</b> |
| — Endgestaltung bewilligt 2013                   | — Deponiezone geplant               |
| <b>Raumplanung - Zonen, Grenzen</b>              | — Ablagerungsperimeter geplant      |
| — Deponieperimeter Büel 2. Teil (bewilligt 2013) | <b>Infrastruktur / Betrieb</b>      |
| — Gemeindegrenze                                 | — Deponie-Basisentwässerung         |
| — 231 Parzellengrenze / -nummer                  | — Deponie-Oberflächenentwässerung   |
| <b>Ökologische Strukturen</b>                    | — Deponie-Sickerleitung             |
| — Waldgrenze / Wald                              | — Sickergraben (nach Bedarf)        |
| — Fließgewässer                                  | — Absetzbecken                      |
| <b>Infrastruktur</b>                             |                                     |
| — Strasse befestigte Fläche                      |                                     |
| — unbefestigter Weg landwirtschaftlich genutzt   |                                     |
| — Wanderweg bestehend                            |                                     |
| — Wanderweg bewilligt 2013                       |                                     |
| — elektrische Leitung                            |                                     |
| — Telefon  |                                     |
| — Basisentwässerung (bewilligt + Erweiterung)    |                                     |
| — Kontrollschacht                                |                                     |



**ilu**  
 IIR AG  
 Grüngartenstrasse 6  
 CH-6048 Horw  
 Tel. +41 (0)41 349 00 50  
 Fax +41 (0)41 349 00 51  
 horw@ilu.ch, www.ilu.ch

Projekt:  
**Weiterführung Ost**  
 Auftraggeber:  
 Gloggnor AG

Sachbearb.: iv  
 Gezeichnet: dg  
 Geprüft: AL  
 Format: A3

Plan-Datei: 0041\_003-2  
 Massstab: 1:2'500

Datum: 26.10.2020  
 Plan-Nr.: A2.2\_P-6

## **Anhang**

---

**A3**

### **WASSERBAU:**

**Erläuterungsbericht, wasserbautechnische Massnahmen «Rütibächli»,  
ilu AG, Mai 2009**



**038.5**

## **Erweiterung Deponie Büel**

Gloggner AG, Perlen

---

» *Gesuch um wasserbauliche Bewilligung*

---

## **Wasserbautechnische Massnahmen “Rütibächli“** Erläuterungsbericht zu den Projektplänen

Horw, Mai 2009

# Auftraggeber – Beteiligte Fachstellen und Fachleute

---

## Auftraggeber

---

Gloggnner AG  
Dorfstrasse 51  
6035 Perlen

## Projekt und UVB

---

ilu AG

- » *PL: Josef Wanner, dipl. Kulturingenieur ETH/SIA*
- » *SB: Thomas Lederer, M.Eng. / dipl. Bauingenieur FH*

## Beteiligte kantonale Fachstellen

---

vif (Verkehr + Infrastruktur)

- » *PL: Albert Dillier, Abt. Naturgefahren, Team Schutzbauten*

uwe (Umwelt + Energie)

- » *PL: Phillip Arnold, Abt. Gewässer, Team Oberflächengewässer*

## Fachgutachter und Berater

---

### Vermessung

Heini + Partner AG  
Rüediswilerstrasse 39  
6017 Ruswil

---

<b>1</b>	<b>Grundlage, heutige Situation</b>	<b>4</b>
1.1	Lage Projektabschnitt	4
1.2	Eigentümer, Anstösser	4
1.3	Bearbeitungsgrundlagen	4
1.4	Rütibächli heute	5
<b>2</b>	<b>Zielsetzung, neue Situation</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Hydrologie</b>	<b>8</b>
3.1	Hydrologisches Einzugsgebiet	8
3.2	Hochwasserabschätzung	11
3.3	Retentionsvolumina	12
<b>4</b>	<b>Projekte</b>	<b>13</b>
4.1	Kapazitätserhöhung	13
4.2	Hochwasserrückhalt	14
4.3	Ökologische Ausgleichsmassnahmen	15

## Abbildungsverzeichnis

Seite

---

<b>Abbildung 1:</b> Gewässerlauf Rütibach (Quelle: Bildschirmabdruck Swiss Map 25) .....	5
<b>Abbildung 2:</b> Schwachstellen am Rütibach (Quelle: Bildschirmabdruck Google Maps) .....	6
<b>Abbildung 3:</b> Hydrologisches Einzugsgebiet (Quelle: Swiss Map 25).....	8
<b>Abbildung 4:</b> standardisierte Abflussganglinie .....	12
<b>Abbildung 5:</b> Abschnitte mit Gerinneverbreiterung (Quelle: Bildschirmabdruck Google Maps).....	13
<b>Abbildung 6:</b> Abschnitte mit Retention (Quelle: Bildschirmabdruck Google Maps) .....	14
<b>Abbildung 7:</b> Skizzierte Abflussganglinie am Standort 1 (Löchenrainstrasse).....	15

## Beilagen / Anhang

Seiten

---

<b>Anhang 1:</b> Hochwasserabschätzung empirische Methoden – Mathcad Ausdruck	3
<b>Anhang 2:</b> Hochwasserabschätzung NA-Modell / Ven Te Chow	12
<b>Anhang 3:</b> Abflussganglinie / Volumenbestimmung – Mathcad Ausdruck	1
<b>Anhang 4:</b> Volumenberechnung Retentionsräume	1

## Planverzeichnis

---

Plan Nr.	Inhalt	Massstab
P-2e_BG	Situation Bachgestaltung (Rütibach)	1:500
P-2.2e_BG	Profile Bachgestaltung (Rütibach)	1:50

---

# 1 Grundlage, heutige Situation

---

In den gesamtheitlichen Planungen zur Deponieerweiterung Büel/Emmen ist der Rütibach in punkto "Oberflächenentwässerung und Retention" ein wesentlicher Bestandteil und bedarf einer wasser-baulichen Bewilligung.

In Bezug zur Stellungnahme „2008/1924, Vorabklärung und Voruntersuchung“ der rawi vom 10. Oktober 2008, nimmt der technische Bericht Stellung zu Grundlagen sowie Art der Realisierung von wasserbaulichen und ökologischen Massnahmen.

## 1.1 Lage Projektabschnitt

---

Die geplante Erweiterung der Aushubdeponie Büel den Rütibach tangiert entlang des nördlichen Böschungsfusses auf einer Strecke von rund 400 Meter.

## 1.2 Eigentümer, Anstösser

---

Nachfolgend sind in diesem Zusammenhang die betroffenen Eigentümer bzw. Anstösser des Rütibaches aufgeführt.

- |                   |           |     |
|-------------------|-----------|-----|
| – Hans Stofer     | Parzelle: | 339 |
| – Peter Schnieper | Parzelle: | 781 |
| – Werner Bühlmann | Parzelle: | 784 |

Alle Eigentümer wurden orientiert. Sie stimmen dem Projekt zu.

## 1.3 Bearbeitungsgrundlagen

---

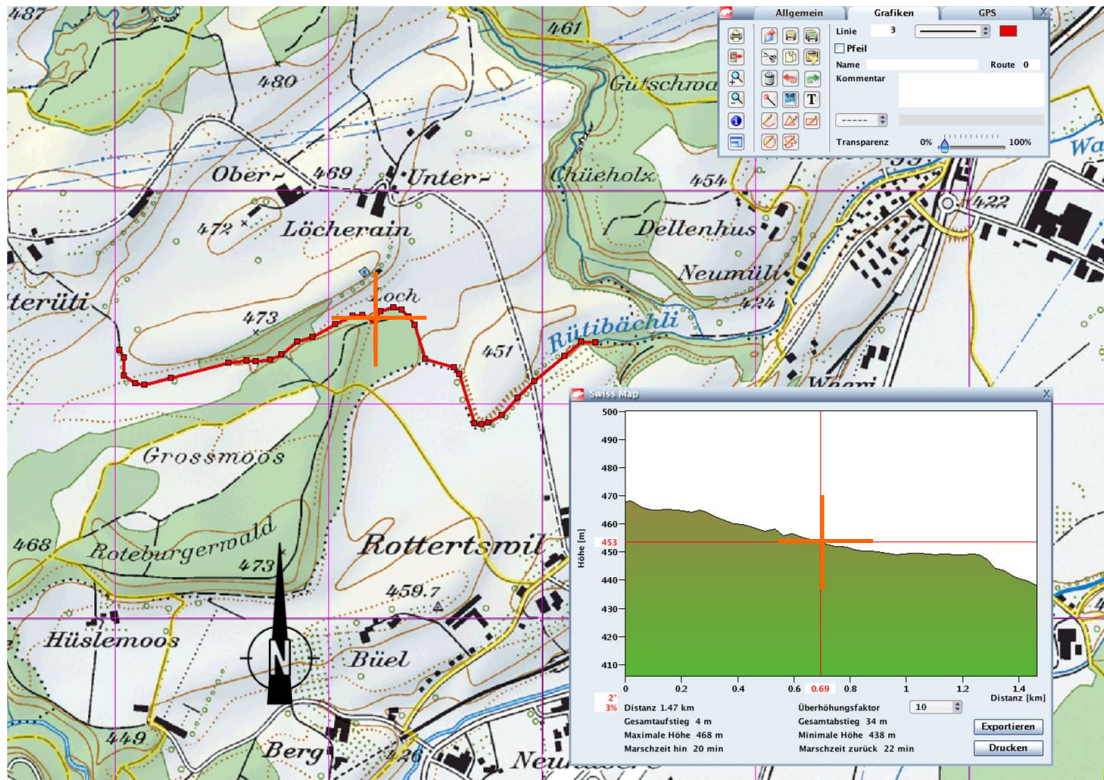
Den Aussagen und Inhalten dieses technischen Berichtes liegen folgende Bearbeitungsgrundlagen zu Grunde:

- » *ILU: Projekt 2008 / Projekt-Ergänzung November 2008*
- » *Landeskarte der Schweiz 1:25'000 (Swiss Map 25)*
- » *Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes der WSL, Band 7*
- » *Hydrologisches Jahrbuch des Kantons Luzern (online Zugang GIS-Luzern)*
- » *DTM-AV Rohdaten, rawi – Abt. Geoinformation und Vermessung*
- » *Hochwasser-Abschätzmethoden K.-C. Taubmann / N. Thiess, Muttenz 1984*
- » *Daniel Vischer, Wasserbau -hydrologische Grundlagen..., 6. Auflage*
- » *Bollrich, Technische Hydromechanik Band 1, 5. Auflage*
- » *Schneider Bautabellen für Ingenieure, 17. Auflage*

## 1.4 Rütibächli heute

### 1.4.1 Gewässerlauf

An der westnördlichen Seite des Roteburgerwaldes entspringt der „Rütibächli“ auf einer Höhe von ca. 473 m.ü.M. Dieser mündet nach ca. 1.8 km Lauflänge unmittelbar vor der Ortschaft Waldibrugg in den „Waldibach“. Gemäss der topografischen Landeskarte M 1:25'000 wird das mittlere Gefälle auf 2.5% geschätzt.



**Abbildung 1:** Gewässerlauf Rütibach (Quelle: Bildschirmabdruck Swiss Map 25)<sup>1</sup>

Der Rütibach ist einem einfachen pluvialen oder allenfalls dem sogenannten pluvio-nivalen Abflussregime zuzuordnen. Das heisst, in der Jahresganglinie des Rütibaches werden die Hauptabflussspitzen durch den Regen bestimmt, die Nebenabflussspitzen unter Umständen durch die Kombination Regen-Schnee (pluvio-nival).

### 1.4.2 Extremereignisse

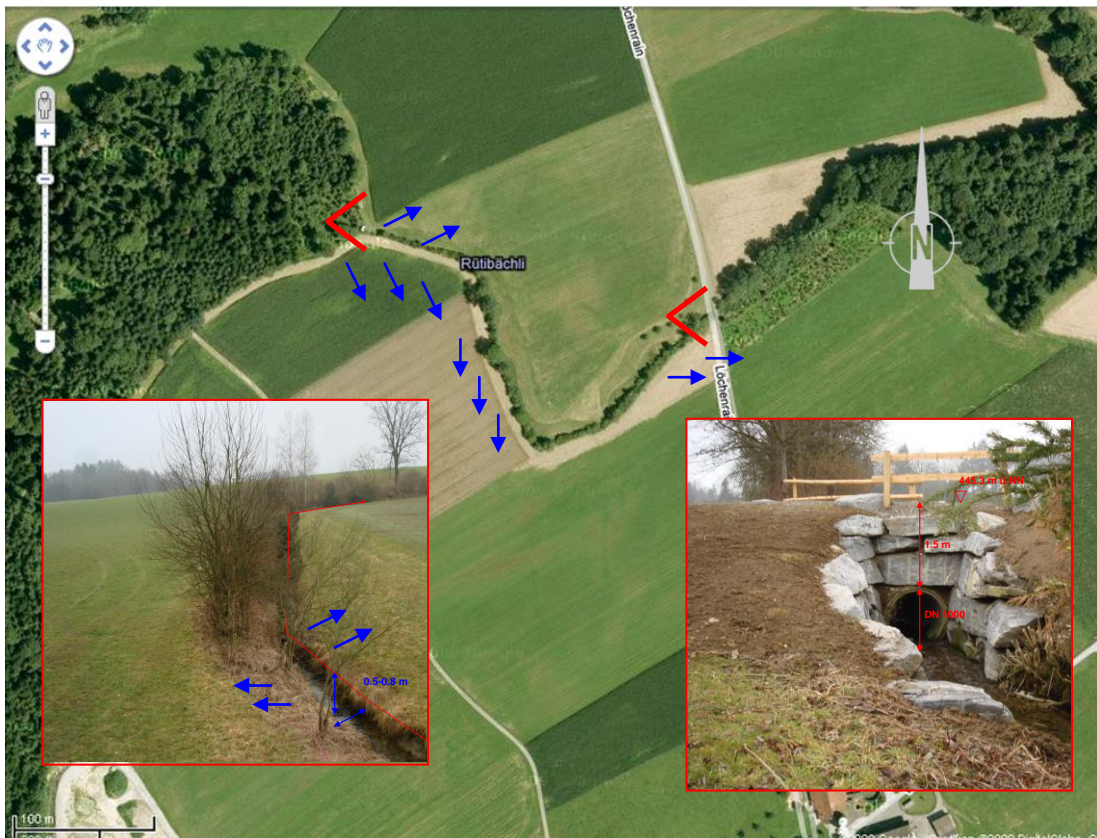
Massgebend für die hydrologische Beurteilung des Rütibaches sind die extremen Niederschlagsereignisse im Einzugsgebiet. Die nächstgelegene Niederschlags-Messstation „Emmen Buholz (LU01)“ verweist hierbei auf die Jahre 2002 und 2005 – 2007. Gemäss Aussage des direkten Anstössers „Hans Stofer – Prz 339“ war in jenen Jahren mehrfach, sogar fast jährlich, ein Überlaufen des Rütibaches sowie eine Überlastung bestehender Durchlässe (Durchlass Löchenrainstrasse) festzustellen.

<sup>1</sup> reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA091320)

### 1.4.3 Schwachstellen / Retention

Der Rütibach weist innerhalb des Projektabschnittes zwei grundsätzliche Schwachstellen auf:

- » Zu geringe Abflusskapazität (Fließquerschnitt zu klein) führt zu seitlichen Ausuferungen
- » Zu kleiner Durchlass an der Löchenrainstrasse führt zu Überflutungen



**Abbildung 2:** Schwachstellen am Rütibach (Quelle: Bildschirmabdruck Google Maps)

Zur gegenwärtigen Situation ufer der Rütibach bereits bei einem stärkeren Regenereignisses überwiegend rechtsseitig zur Fließrichtung aus, versickert und führt bei gesättigtem Boden zu grossen Wasserlachen. Aus Sicht der Retention, ist die breitflächige Versickerung von grosser Bedeutung und muss im Zuge der Deponierweiterung möglichst adäquat ersetzt werden.

Am Durchlass entsteht im Extremfall ein grosser Rückstau und folglich ein Druckabfluss mit hohen Fließgeschwindigkeiten und Sohlspannungen. Das zurück gestaute Wasser fliesst über die Strasse direkt wieder zurück in den Rütibach.

## 2 Zielsetzung, neue Situation

---

Sämtliche Massnahmen am Gewässer „Rütibach“ sind so auszulegen, dass die nachfolgend aufgeführten Zielsetzungen erfüllt werden:

1. Vor der Deponieerweiterung bestehendes Hochwasserszenario des Rütibaches nicht nachteilig beeinflussen.
2. Infolge Projekterweiterung entstehende Retentionsräume für Hochwasserrückhalt als zusammenhängendes System optimal ausnutzen.
3. Zeitliche Verzögerung (Retention) des Direktabflusses durch Oberflächen-Versickerung
4. Reinigung des Sickerwassers via Biotope, resp. Weiher mit Sekundärzufluss in Rütibach
5. Gewässerabschnitte mit geringer Abflusskapazität aufweiten und renaturieren
6. Aufwertung des Gewässerraums des Rütibaches mit ökologischen Massnahmen.
7. Schutz wechselfeuchter Standorte zur Reinigung des Sickerwassers vor Überschwemmung sowie Ein- bzw. Rückstau durch Retention bei Hochwasser.
8. Zugänglichkeit für Unterhalt des Rütibaches gewährleisten.

### 3 Hydrologie

In diesem Kapitel werden die jährlichen Hochwasserabflüsse sowie erforderliche Kapazitäten für Retentionsräume (-becken) beschrieben.

#### 3.1 Hydrologisches Einzugsgebiet

Das hydrologische Einzugsgebiet bezieht sich auf den massgebenden Berechnungspunkt (BP 1) am Durchlass der Löcherenstrasse. Sie lässt sich in vier weitere Teileinzugsgebiete einteilen (römische Kennzeichnung).

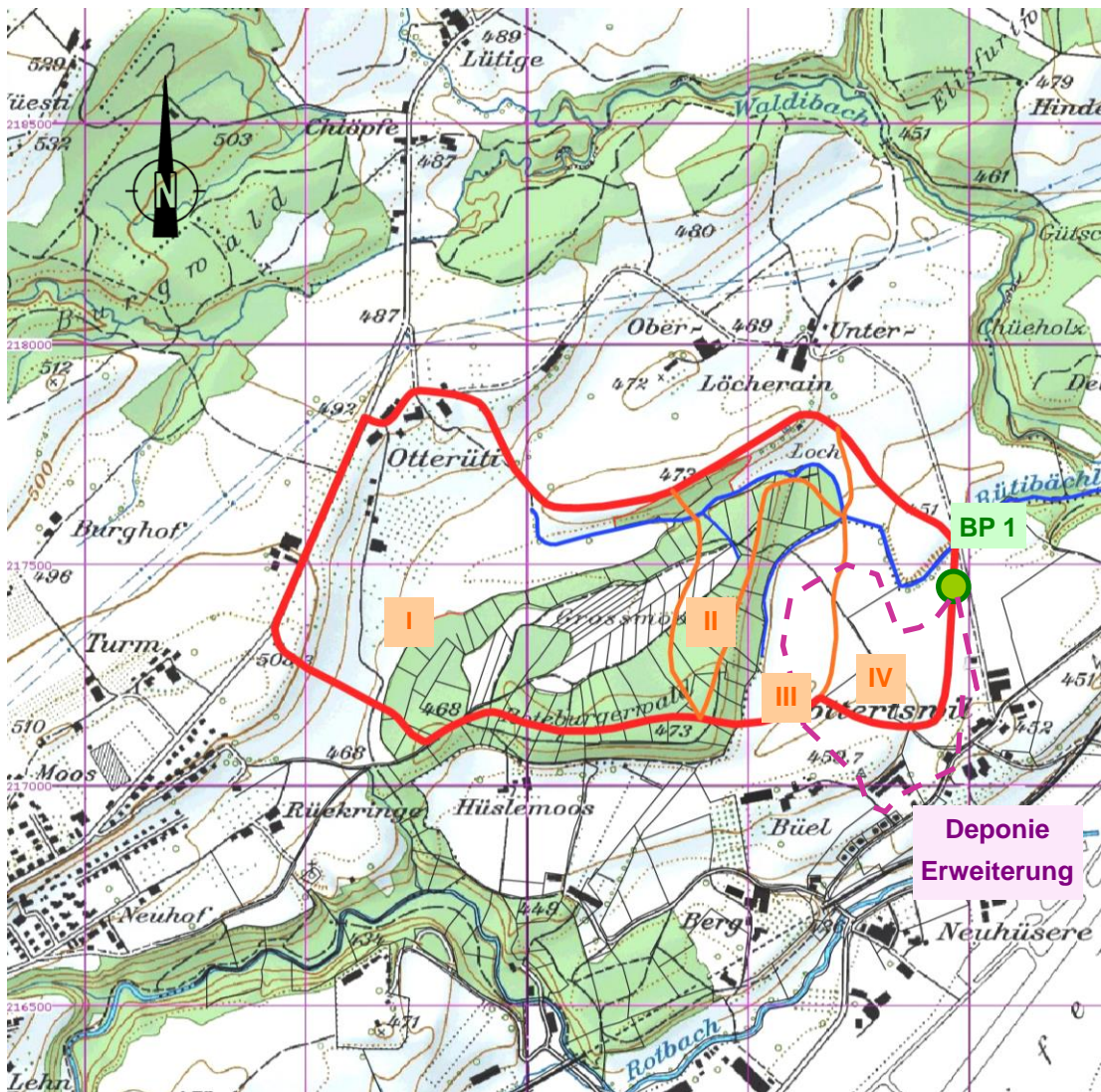


Abbildung 3: Hydrologisches Einzugsgebiet (Quelle: Swiss Map 25)<sup>2</sup>

<sup>2</sup> reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA091320)

### 3.1.1 Flächeneinteilung und Abflussbeiwerte

$\alpha$  und  $\psi$  sind Abfluss- und Scheitelabflusswerte, welche für die Berechnungen der Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeiten nach Imhoff- Hoerler und nach Ven Te Chow / Thiess gebraucht werden.

Teil-EZG I	Fläche [ha]	Anteile [%]	$\alpha$ -Wert	$\psi$ -Wert
Laub- und Nadelwald	14.37	28.5	75	0.20
Wies- und Weideland	35.5	70.2	61	0.10
Bäume, Hecken, Sträucher	0.52	1.0	70	0.20
Versiegelte Flächen	0.15	0.3	95	0.30
<b>Total:</b>	<b>50.54</b>	<b>100.0</b>	<b>65.18</b>	<b>0.13</b>
Teil-EZG II	Fläche [ha]	Anteile [%]	$\alpha$ -Wert	$\psi$ -Wert
Laub- und Nadelwald	6.48	63.3	75	0.20
Wies- und Weideland	3.46	33.7	61	0.10
Bäume, Hecken, Sträucher	0.2	2.0	70	0.20
Versiegelte Flächen	0.1	1.0	95	0.30
<b>Total:</b>	<b>10.24</b>	<b>100.0</b>	<b>70.38</b>	<b>0.17</b>
Teil-EZG III	Fläche [ha]	Anteile [%]	$\alpha$ -Wert	$\psi$ -Wert
Laub- und Nadelwald	4.67	40.9	75	0.20
Wies- und Weideland	6.75	59.1	61	0.08
Bäume, Hecken, Sträucher	0	0	70	0.20
Versiegelte Flächen	0	0	95	0.30
<b>Total:</b>	<b>11.42</b>	<b>100.0</b>	<b>66.73</b>	<b>0.13</b>
Teil-EZG IV	Fläche [ha]	Anteile [%]	$\alpha$ -Wert	$\psi$ -Wert
Laub- und Nadelwald	0	0	75	0.20
Wies- und Weideland	12.33	94.1	61	0.08
Bäume, Hecken, Sträucher	0.77	5.9	70	0.20
Versiegelte Flächen	0	0	95	0.30
<b>Total:</b>	<b>13.1</b>	<b>100.0</b>	<b>62.04</b>	<b>0.09</b>
EZG I+II+III+IV	Fläche [ha]	Anteile [%]	$\alpha$ -Wert	$\psi$ -Wert
Laub- und Nadelwald	25.52	26.14%	75	0.2
Wies- und Weideland	70.37	72.08%	61	0.08
Bäume, Hecken, Sträucher	1.49	1.53%	70	0.2
Versiegelte Flächen	0.25	0.26%	95	0.3
<b>Total:</b>	<b>97.63</b>	<b>100.00%</b>	<b>65</b>	<b>0.11</b>
<b>Gewählt:</b>	<b>100</b>		<b>60</b>	<b>0.15</b>

### 3.1.2 Bestimmung der mittleren Gefälle

Zu jedem Teil-Einzugsgebiet des Rütibaches wurde das mittlere Gefälle berechnet und in der untenstehenden Tabelle aufgelistet.

Teil-/Einzugsgebiet	Höhendifferenz (m)	Länge (m)	mittleres Gefälle (%)
I	10	430	2.33%
II	13	461.5	2.82%
III	1	402.5	0.25%
IV	6.5	391	1.66%
I+II+IV	29.5	1280	2.30%

Für die hydrologische Beurteilung ist das mittlere Gefälle von 2.3%, anstatt 2.5% aus der Grobabschätzung (vgl. Kap. 1.4.1) massgebend.

Die zu überwindende Höhe und Länge der einzelnen Bachabschnitte sind im Bereich ausserhalb des Perimeters der Deponieerweiterung anhand der Landeskarte der Schweiz 1:25'000 ermittelt worden.

### 3.1.3 Niederschlagsintensitäten

Weit südlich des Rütibachers Einzugsgebietes befinden sich folgende Messstationen:

1. Emmen / Buholz (In Betrieb seit 2000)
2. Luzern Wesemlin (1919 – 1971)

Die Messreihe von Emmen / Buholz ist zu kurz und kann deshalb nicht zur Hochwasserabschätzung angewandt werden. Da die Messreihe in Luzern Wesemlin nur Niederschlagswerte bis 1971 enthält wurden die Niederschlagswerte von 2002 sowie 2005-2007 aus Emmen / Buholz übertragen.

In Luzern entspricht beispielsweise der 1stündige Extrem-Niederschlag aus 2007 einer Jährlichkeit von  $z=10$ .

Aufgrund der klimatischen Verhältnisse am Alpenrand, (erhöhtes Niederschlagsrisiko) ist der Niederschlagsvergleich plausibel. Mit der Sicherheit erhöhter Niederschlagsintensitäten werden für die hydrologischen Betrachtungen am Rütibach, die Messreihe von Luzern Wesemlin herangezogen.

## 3.2 Hochwasserabschätzung

---

Das Ziel der Abschätzung besteht darin, mit einer empirischen Formel, der Fließzeitmethode und einer Niederschlags-Abfluss-Simulation das maximale Hochwasser für den Rütibach zu bestimmen und daraus wasserbauliche Massnahmen treffen zu können.

1. Berechnung nach Imhoff- Hoerler
2. Berechnung nach Kürsteiner
3. Berechnung nach Ven Te Chow/Thiess

Spitzenabflüsse in m <sup>3</sup> /s	Kürsteiner (HQ <sub>max</sub> )	Imhof-Hörler	Ven Te Chow
HQ <sub>5</sub>	4	1.25	0.11
HQ <sub>10</sub>		1.67	0.22
HQ <sub>20</sub>		2.0	0.36
HQ <sub>50</sub>		2.34	0.56
HQ <sub>100</sub>		2.63	0.75

Die oben aufgezeigten Hochwasserabflüsse beziehen sich auf den Berechnungspunkt BP 1 am Durchlass der Löchenrainstrasse. Die Berechnungsmethode Kürsteiner liefert den maximal möglichen Abfluss. Den unteren Grenzwert für Hochwasserabflüsse wird durch Vente Chow (Taubmann) bestimmt.

Das Abflussvermögen des Durchlasses an der Löchenrainstrasse (DN 1000, 2.5 % Gefälle) beträgt nach der Tabelle für vollaufende Kreisprofile von Prandtl-Colebrook 1.2 m<sup>3</sup>/s.

Demnach wird nach Imhof-Hörler alle 5 Jahre der Rütibach am Strassendurchlass zurückgestaut. In Bezug auf die Aussagen in Kapitel 1.4.1 sind die Berechnungsergebnisse nach Imhof-Hörler plausibel.

Mit der Annahme eines trapezförmigen Regelprofils ergibt sich für den Rütibach eine mittlere Abflusskapazität von ca. 0.3 m<sup>3</sup>/s. Es ist vorzusehen bei einer Gerinneverbreiterung in Bereichen nicht erwünschten Überflutungen (Prz. 339, Hans Stofer) die Abflusskapazität des Rütibaches mindestens zu verdoppeln (vgl. Kap. 4.1).

### 3.3 Retentionsvolumina

Der wichtigste Faktor zur Bestimmung der erforderlichen Retentionsvolumina ist die Kombination aus Abflussspitze (Konzentrationszeit) und Retentionsdauer (Hochwasserrückhalt).

Nachfolgend sind die erforderlichen Volumina anhand einer standardisierten Abflussganglinie mit einem Basisabfluss von  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  aufgeführt.

Spitzenabflüsse in $\text{m}^3/\text{s}$	2.5	2	1.5	2.5	2	1.5
Konzentrationszeit in min	600	600	600	300	300	300
Erf. Retentionsvolumen in $\text{m}^3$	1282	935	507	680	458	283

Aufgrund der standardisierten Abflussganglinie wird das **erforderliche Retentionsvolumen** mit ca. 10% von  $1282 \text{ m}^3$  auf  **$1400 \text{ m}^3$**  erhöht.

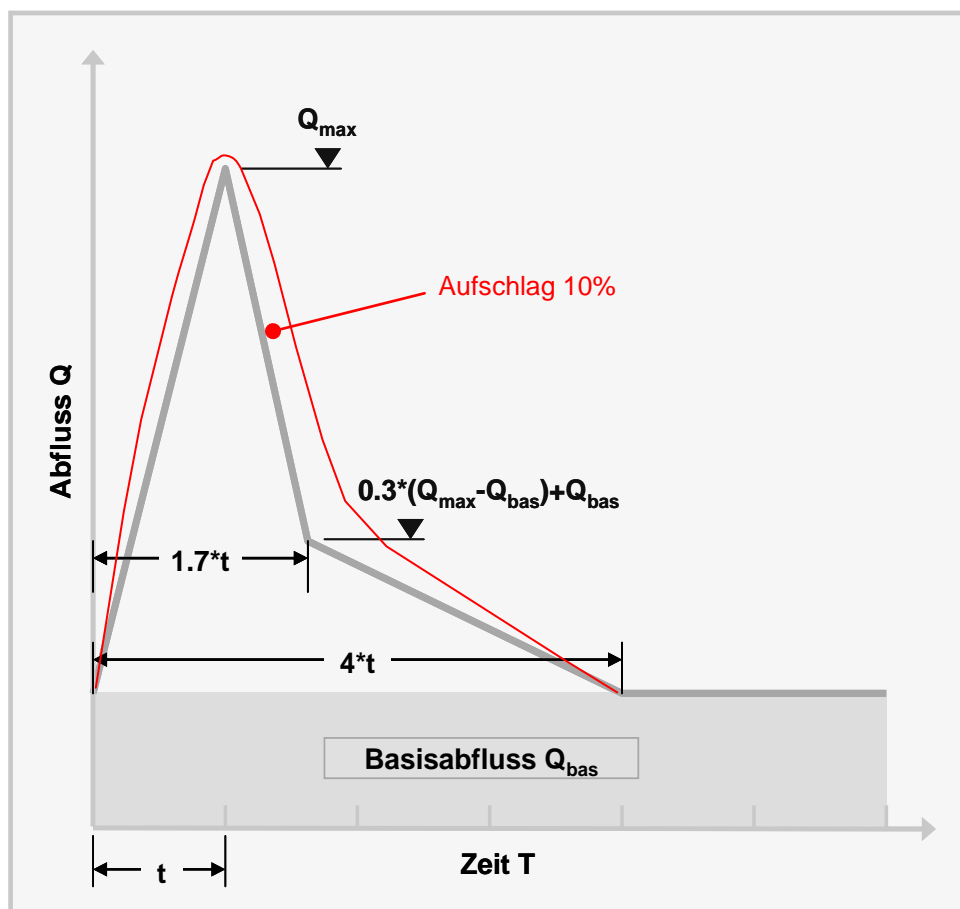


Abbildung 4: standardisierte Abflussganglinie

## 4 Projekte

### 4.1 Kapazitätserhöhung

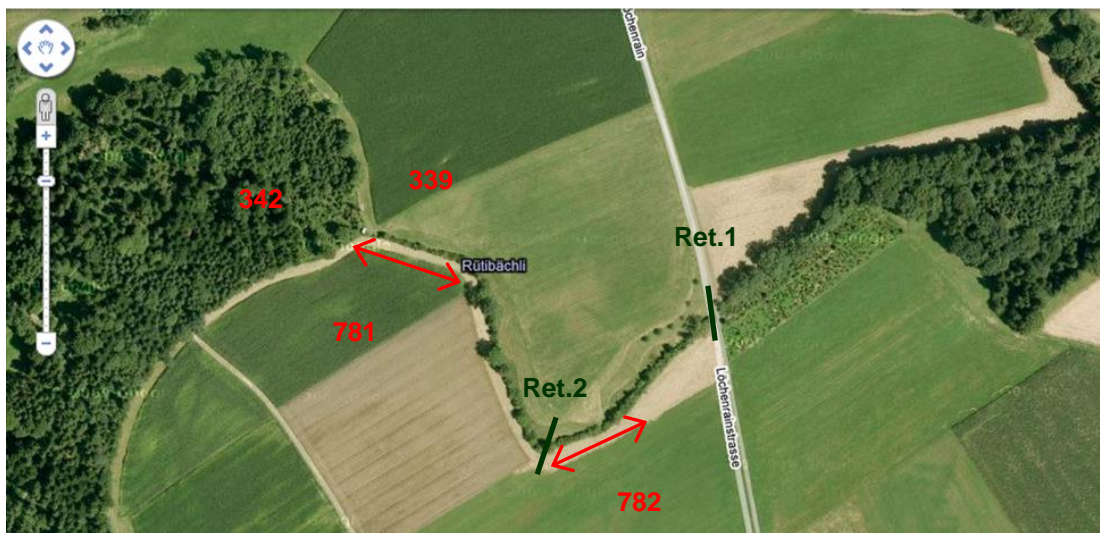
Siehe	» <i>Plan Nr. P-2e-BG</i>	Situation Bachgestaltung, 1:500
	» <i>Plan Nr. P-2.2-BG</i>	Profile Bachgestaltung, 1:50

In Kombination mit Retentionsmassnahmen ist in zwei Gewässerabschnitten eine Verbreiterung des Rütibaches vorgesehen.

Beginnend an der Parzellengrenze 339 zu 781 und 342 ist der Uferbereich beidseitig sehr flach. Um die Situation auf Parzelle 339 zu entschärfen wird im Sicherheitsstreifen von der Deponie bis zur Gemeindegrenze (entspricht dem Rütibach) ein grüner Abflusskorridor in Funktion einer seitlichen Entlastung des Rütibaches errichtet.

Gleichzeitig wird die seitliche Überfallkante (Ufer) abgeflacht, die bordvolle Abflusskapazität verdoppelt, und bei Überlastung Wasser in den seitlichen Abflusskorridor umgeleitet. Das seitlich entlastete Wasser wird im Rückstaubereich der nächstgelegenen Retention dem Rütibach wieder zugeführt.

Die Biotope zum Rückhalt von Sickerwasser sollten im Hochwasserfall nicht überschwemmt werden. Deshalb ist in diesen Bereichen unter Einhaltung eines Risikostreifens von 3m eine Gerinneverbreiterung ebenfalls notwendig. Das Gerinne ist so auszubauen dass ein maximaler Abfluss von min. 1.2 m<sup>3</sup>/s (Drosselabfluss + Überfallabfluss Retention) gewährleistet ist.



**Abbildung 5:** Abschnitte mit Gerinneverbreiterung (Quelle: Bildschirmabdruck Google Maps)

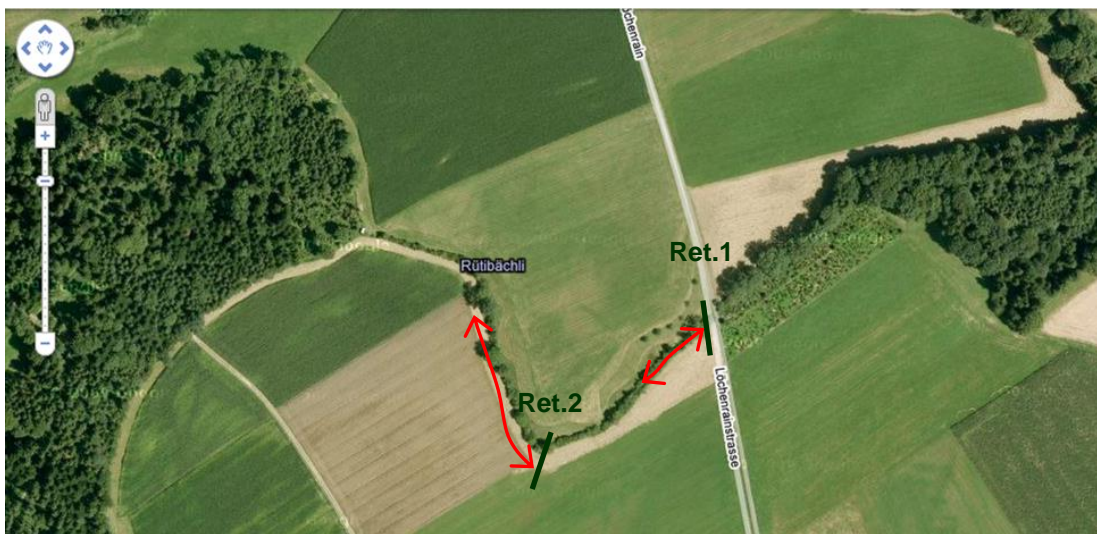
## 4.2 Hochwasserrückhalt

Siehe	» <i>Plan Nr. P-2e-BG</i>	Situation Bachgestaltung, 1:500
	» <i>Plan Nr. P-2.2e-BG</i>	Profile Bachgestaltung, 1:50

Als gesamt Retentionsmassnahme sind zwei in Serie geschaltete Rückhalteräume vorgesehen, welche die neu entstehenden Räume im Gelände optimal ausnutzt. Der erste Standort befindet sich am bestehenden Strassendurchlass, mit einem Drosselabfluss von  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Das maximale Rückstauvolumen (OK. Löchenrainstrasse) beträgt rund  $650 \text{ m}^3$ .

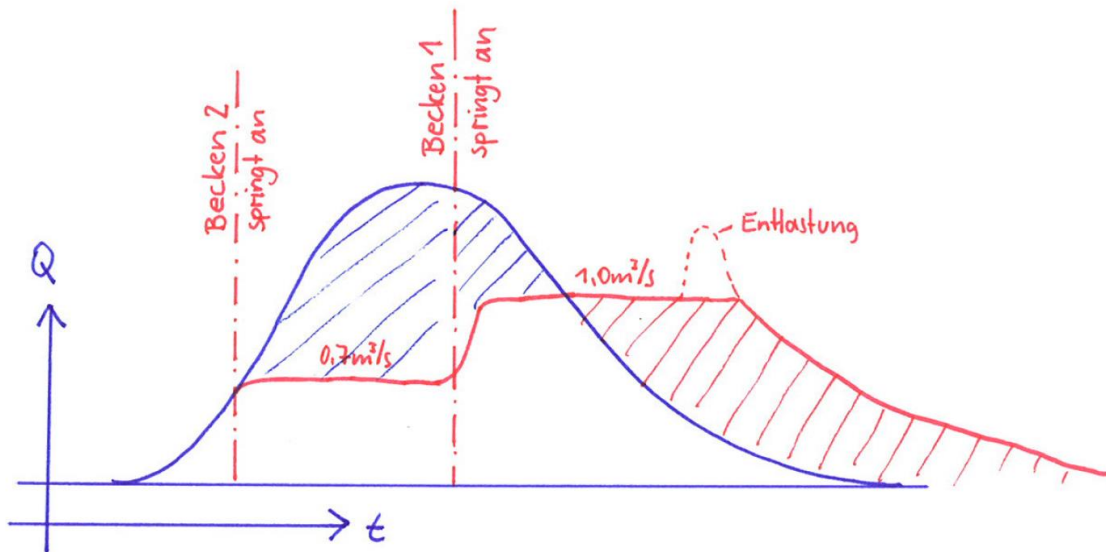
Aufgrund der Deponierweiterung wird der bestehende Retentionsraum mit einem zweiten Standort, am Knick der Gemeindegrenze, zusätzlich entlastet.

An dieser Stelle ist ein flacher Rückstauwall (Erhebung) mit einem maximalen Wasserstand (Überlastfall) von  $448 \text{ m ü M}$  vorgesehen. Der Durchlass (Maulprofil in Boden eingebettet) ist so zu wählen, dass das Retentionsbecken an Standort 1 erst nach Überlastung des zweiten Beckens anspringt. Die Überfallkante wird rundförmig abgesenkt. Dadurch wird ein kontrollierter Überfall sichergestellt und die im Unterlauf liegenden Biotope vor möglicher Überflutung geschützt.



**Abbildung 6:** Abschnitte mit Retention (Quelle: Bildschirmabdruck Google Maps)

Der Drosselabfluss am Standort 2 ( $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ist mit einem manuell einstellbaren Schiebers auf das folgende skizzierte Abflussprofil am Standort 1 anzupassen.



**Abbildung 7:** Skizzierte Abflussganglinie am Standort 1 (Löchenrainstrasse)

Das hinzugewonnene Rückstauvolumen am zweiten Standort beträgt ca.  $1130 \text{ m}^3$ .

Gegenüber dem erforderlichen Volumen von  $1400 \text{ m}^3$  stehen rund  $1900 \text{ m}^3$  Retentionsraum (Standort 1+2) zu Verfügung. Mit der überschüssigen Kapazität kann ein  $\text{HQ}_{50}$  zum heutigen Zeitpunkt sicher am Rütibach abgeleitet werden.

### 4.3 Ökologische Ausgleichsmaßnahmen

Siehe	» Plan Nr. P-2e-BG	Situation Bachgestaltung, 1:1000
	» Plan Nr. P-2.2e-BG	Profile Bachgestaltung, 1:50

In den Rückhalteräumen entstehen wechselfeuchte Standorte mit Hochstaudenflur. Sie bildet beispielsweise Lebensraum für Schmetterlinge bzw. Raupen, welche wiederum die Nahrungsgrundlage für zahlreiche Vogelarten bildet.

Die verschiedenen Weiher (Standweiher als auch zeitweise austrocknende Tümpel) können sich zu wertvollen Amphibienbiotopen entwickeln. Dies wird sich voraussichtlich auch positiv auf die Libellenpopulationen auswirken. Die Hecken dienen als Schutz- und Nährgehölz für Vögel und Kleinsäuger.

Horw, Mai 2009

ilu AG

Projektbearbeitung



Thomas Lederer

Master of Engineering FH

Für die Geschäftsleitung / Koreferat:

Josef Wanner

Dipl. Kulturing. ETH/SIA

## **Anhang**

---

**A4**

### **GEOTECHNIK:**

**Geotechnik: Kurzbericht Stabilitätsnachweis, Geotest AG, Zürich, 03.04.2020**

---

**Bericht Nr. 2320016.1**

---

**Gloggnier AG, Perlen**

**Emmen, Erweiterung Deponie Büel,  
Stabilität**

**Kurzbericht Stabilitätsnachweis**

Zürich, 3. April 2020


GEOTEST AG  
RÄFFELSTRASSE 25  
CH-8045 ZÜRICH  
T +41 (0)43 960 87 20  
F +41 (0)43 960 87 29  
zuerich@geotest.ch  
www.geotest.ch

<b>Autor(en)</b>	<b>Bearbeitete Themen / Fachbereiche</b>
Helen Schönbächler	Gesamtbericht
Bibin Chakkalamattath	Gesamtbericht
<b>Supervision</b>	<b>visierte Inhalte</b>
Reto Hollenweger	Gesamtbericht
<b>Hinweise</b>	

GEOTEST AG



Reto Hollenweger



Helen Schönbächler

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	4
1.1	Auftrag und Objekt .....	4
1.2	Verwendete Grundlagen .....	5
1.3	Ausgangslage .....	5
1.4	Problemstellung und offene Fragen.....	6
1.5	Durchgeführte Untersuchungen.....	6
2.	Untersuchungsergebnisse .....	7
2.1	Allgemeine Geologie .....	7
2.2	Schichtaufbau des Untergrundes.....	8
2.3	Baugrundwerte Untergrundmaterial.....	9
2.4	Hydrogeologische Verhältnisse .....	11
2.5	Oberflächenabfluss .....	11
3.	Stabilitätsbetrachtung.....	12
3.1	Kennwerte des Auffüllmaterials (Deponieprojekt Typ A) .....	12
3.2	Deponiegeometrie, Schichtmodell .....	13
3.3	Rechnerische Grundlagen Stabilitätsbetrachtung .....	13
3.4	Resultate aus den Stabilitätsbetrachtungen .....	14
3.5	Folgerungen aus den Stabilitätsbetrachtungen .....	14
4.	Setzungen .....	15
4.1	Allgemein .....	15
4.2	Deponiekörper.....	15
5.	Entwässerung .....	15
5.1	Auswirkungen auf die bestehenden Drainageleitungen .....	15
5.2	Entwässerung geplanter Deponiekörper.....	15
6.	Einbau – und Aufbau des Deponiekörpers .....	16
7.	Standortbeurteilung Untergrund nach VVEA .....	17
8.	Schlussbemerkung.....	17

## Anhang

Situation, Lage der Sondierungen	1
Profile der Baggerschlitz	2.1 - 2.6
Baugrundmodell /Stabilitätsnachweise	3.1 – 3.4
Nachweise Stabilität Rohre	4.1 - 4.2

## 1. Einleitung

### 1.1 Auftrag und Objekt

<b>Projektverfasser:</b>	ilu AG, Grisigenstrasse 6, 6048 Horw
<b>Offerte:</b>	OF2320016.2 vom 3. Februar 2020
<b>Auftragsbestätigung:</b>	Andy Lancini, im Auftrag der Bauherrschaft am 4. Februar 2020
<b>Objekt:</b>	Emmen, Büel, Deponie Typ A Erweiterung
<b>Mittlere Koordinaten:</b>	2'666'105 / 1'217'432
<b>Parzellen:</b>	784, 1026
<b>Projekt:</b>	Schüttung Deponie: Fläche : ca. 85'000 m <sup>2</sup> / 8.5 ha max. OKT: ca. 455.0 m ü. M. (nach Auffüllung)
<b>Mittlere Höhenlage:</b>	ca. 447.0 m ü. M.
<b>Gewässerschutzbereich:</b>	übriger Bereich (ÜB)
<b>Baugrundklasse:</b>	Baugrundklasse E [4a]
<b>Erdbebenzone:</b>	Zone 1; Beschleunigungswert 0.6 m/s <sup>2</sup>
<b>Kataster der belasteten Standorte:</b>	Kein Eintrag [4c]
<b>Prüfperimeter für Bodenverschiebung:</b>	Eintrag mit dem Vermerk <i>Spezialkulturen</i> (Obstkulturen) entlang des Rütibächlis (geplanten steilsten Böschung) [4d]
<b>Naturgefahrenkarte:</b>	Kein Eintrag [8f]; Es ist jedoch lokal mit Oberflächenabfluss zu rechnen [4g]

## 1.2 Verwendete Grundlagen

### *Rechtliche Grundlagen*

- [1] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015, Stand am 1. Januar 2019

### *Geologische, hydrogeologische und geotechnische Grundlagen*

- [2] Geologischer Atlas der Schweiz; 1:25'000, Blatt Luzern LK 1150
- [3] GEOTEST AG, Archivunterlagen
- [4] Geoportal Kt. Luzern (Stand am 27.03.2020):
  - a. Baugrundklassen (nach SIA 261)
  - b. Gewässerschutz- und Grundwasserkarten
  - c. Karte der belasteten Standorte
  - d. Karte Prüfperimeter Bodenverschiebung
  - e. Modellierete Felsoberfläche
  - f. Naturgefahrenkarte
  - g. Oberflächenabflusskarte
- [5] Geoportal des Bundes (Stand am 31.03.2020):
  - a. Gefahrenkarte Oberflächenabfluss (Bundesamt für Umwelt, BAFU)

### *Normen und Richtlinien:*

- [6] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA; Schweizer Normen
  - a. 260 (2013)
  - b. 261 (2014)
  - c. 267 (2013)

### *Angaben zum Bauprojekt*

- [7] Plangrundlagen, ilu AG Horw, Planstand vom 29.05.2019

## 1.3 Ausgangslage

Zwischen dem Roteburgerwald und Waldibrücke liegt der Weiler Bühl/ Rottertswil. Der Weiler ist umgeben von grossen Landwirtschaftsflächen.

Für eine weiterführende Nutzung von Teilflächen der Landwirtschaftsfläche wurde die GEOTEST AG beauftragt, das Gebiet geologisch-geotechnisch zu beurteilen. Die Fläche, nördlich des Weilers und entlang des Rütibächlis, soll zukünftig als Deponie (Typ A, unverschmutztes Aushubmaterial) mit einer maximalen Aufschüttung ca. 15 m genutzt werden [7]. Die dabei entstehenden Auswirkungen, insbe-

sondere Setzungen und Böschungsstabilität zum Rütibächli (kritischste Böschung) hin sowie die damit verbundenen Folgen werden anschliessend genauer erläutert.

#### **1.4 Problemstellung und offene Fragen**

Als Basis für die weiteren Projektierungsschritte sollen folgende Angaben basierend auf den durchzuführenden Untersuchungen gemacht werden können:

- Schichtaufbau des Untergrundes
- Geotechnische Eigenschaften der Baugrundsichten
- Beurteilung der Böschungsstabilität
- Beurteilung bestehende Entwässerungsleitung
- Setzungsabschätzungen

#### **1.5 Durchgeführte Untersuchungen**

Am 3. März 2020 wurden zur Beurteilung des Untergrundes sieben Baggerschlitze (max. Schlittiefe 3.0 m) durchgeführt:

- Ausführung durch die Firma Gloggner AG, Perlen
- Geologisch Aufnahme: GEOTEST AG, Horw

Die Lage der durchgeführten Sondierungen ist in der Situation in [Anhang 1](#) eingezeichnet, die Darstellung der Baggerschlitze mit Fotos ist in [Anhang 2](#) ersichtlich.

Für die Beurteilung der Stabilitätsverhältnisse wurde die getätigten Untersuchungen ausgewertet und Standsicherheitsnachweise nach den Anforderungen der Schweizer Norm [6] mit dem Programm Larix 8 Version 1.00 der Firma Cubus AG durchgeführt.

## 2. Untersuchungsergebnisse

Auf der Basis der durchgeführten Arbeiten wurden der Baugrund geologisch / geotechnisch beurteilt und die Ergebnisse in den nachfolgenden Kapiteln zusammengefasst.

### 2.1 Allgemeine Geologie

Die zukünftige Aushubablagerungsstelle liegt auf einer Anhöhe im Randgebiet der spät- bis nacheiszeitlichen Talalluvionen des Reusstales (Delta- und Flussschotter). Diese verfangern seitlich gegen Norden mit lehmigen Schwemmablagerungen des Rotbaches [2].

Die Unterlage der alluvialen Ablagerungen sowie die Anhöhen beidseitig des Reusstales bestehen aus flachliegendem Molassefels: Sandsteine und Mergel der Oberen Süsswassermolasse (OSM); teilweise von würmeiszeitlichem Moränenmaterial des Reuss- und Aarebrünnigletschers bedeckt [2].

Die oberflächennahe Schicht (Ober-/Unterboden) besteht in diesem Gebiet vorwiegend aus tonig-siltigem Material mit z.T. reichlich organischen Beimengungen (Überschwemmungs- und Verlandungssedimente). Ihre Mächtigkeit ist sehr unterschiedlich und beträgt im Gebiet vermutlich höchstens 1-2 m [2 und 3].

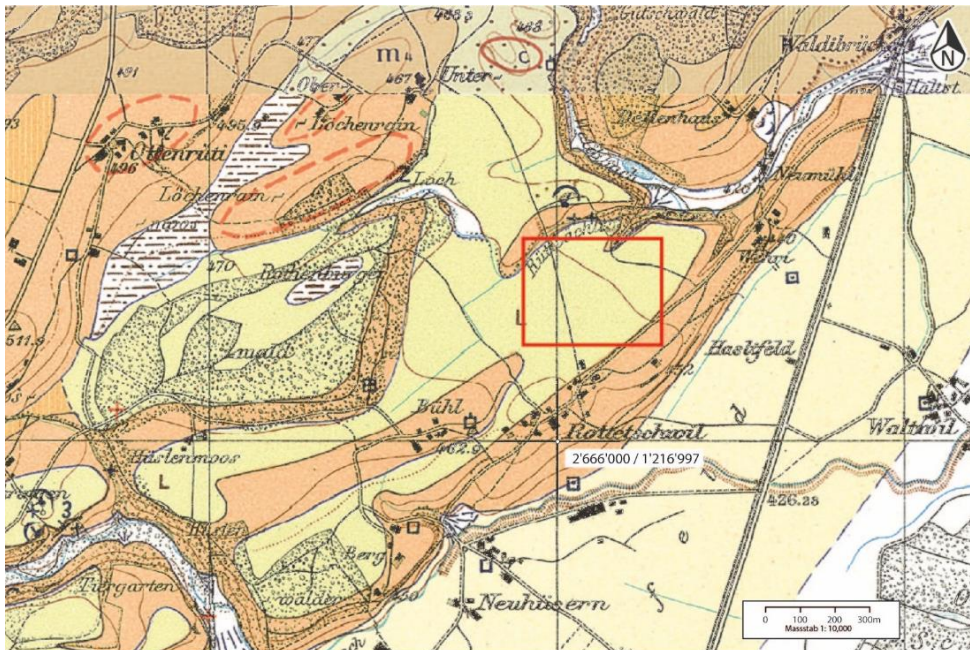


Abbildung 1: Nicht massstäblicher Auszug aus dem geologischen Atlas. Das Deponieprojekt (rotes Viereck) befindet sich somit im Bereich der Moräne aus der Würm-Vergletscherung sowie der OSM.

## 2.2 Schichtaufbau des Untergrundes

Basierend auf einer Interpolation zwischen den einzelnen Baggerschlitzten ([Anhang 2](#)) wurde ein geologisches Modell mit möglichen Schichtverläufen aufgezeichnet. Es ist allerdings damit zu rechnen, dass zwischen den Sondierungen Schichten ausdünnen oder Linsen anderer Materialisierung vorhanden sein können. Der tatsächliche Schichtverlauf kann daher im Detail wesentlich komplexer sein. Anhand der ausgeführten Sondierungen erwarten wir daher von oben nach unten den nachstehenden Schichtaufbau (Tabelle 1 und visualisiert in [Anhang 3](#)):

Tabelle 1: Schichtbeschreibung

Schicht	Mächtigkeit [m]	Beschreibung, Lagerungsdichte
A / B / R	ca. 0.2 – 1.7 m	<b>Ober-/Unterboden &amp; künstliche Ablagerungen;</b> Nach einer dünnen Schicht Humus folgt im bestehenden Untergrund <b>Sand, siltig, schwach bis stark kiesig</b> . Stellenweise ist die Schicht <b>mit Steinen</b> (kantig bis gerundet) durchzogen und oberflächlich durchwurzelt. In Bs 01a/20 wurden zudem <b>wenige organische Bestandteile</b> vorgefunden (Holzreste) sowie in Bs 03/20 in einer Tiefe von rund 0.8 m einen Block mit einem Durchmesser von rund 0.4 m.  Das Material dieser Schicht kann aufgrund baulicher Massnahmen (z.B. Einlegen von Drainageleitungen) stellenweise durch künstliche Auffüllungen ersetzt oder überschüttet worden sein.
vM	ca. 0.6 – 1.7 m	<b>Verschwemmte Moräne (in Bs 01/20, Bs 01a/20 &amp; Bs 05/20);</b> Unter der Oberflächenschicht folgt eine Schicht aus <b>Kies, sandig, siltig mit wenigen Steinen (angerundet bis gerundet) resp. Sand, siltig, kiesig mit Steinen (kantig bis angerundet)</b> . Diese Schicht weist <b>stellenweise grosse Blöcke (Durchmesser ca. 0.6 m)</b> auf, ist oberflächlich durchwurzelt (nur in Bs 05/20) und ist locker bis mitteldicht gelagert.
Af	ca. 0.9 – 1.4 m	<b>Bachablagerungen (in Bs 01/20, Bs 01a/20 &amp; Bs 02/20);</b> Diese Schicht bestehen aus <b>Sand, fein- bis mittelkiesig resp. Kies, sandig, mit Steinen (angerundet bis gut gerundet)</b> und ist <b>feucht bis nass</b> . <b>Teilweise</b> weist sie <b>sauberen Sand auf resp. in Lagen angeordnete Steine</b> .

Schicht	Mächtigkeit [m]	Beschreibung, Lagerungsdichte
<b>kM</b>	> 1.0 m	<b>Kompakte Moräne;</b> Die Kompakte Moräne besteht aus <b>Sand, fein- bis mittelkiesig, stellenweise siltig</b> und ist mitteldicht bis hart. In Bs 05/20 wurden auch <b>einzelne Blöcke (Durchmesser rund 0.5 m) vorgefunden.</b>
<b>Fels</b>	Mächtig	<b>Harter Untergrund (Fels der Oberen Süsswassermolasse);</b> In Bs 03/20 in einer Tiefe von rund 1.2 m sowie in Bs 04/20 in einer Tiefe von 2.0 m wurde Fels der Oberen Süsswassermolasse angetroffen. Der Fels besteht aus dunkelbeigem fein- bis mittelkörnigem Sandstein resp. aus grobkörnigem Sandstein.

### 2.3 Baugrundwerte Untergrundmaterial

Aufgrund der durchgeführten Sondierungen und unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten **schätzen** wir für die Untergrundschichten folgende Baugrundwerte (Tabelle 2):

Tabelle 2: Geschätzte Baugrundwerte

Schicht	Material	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [ ° ]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_{E1}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$M_{E2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>A/ B/ R</b>	<b>Ober-/Unterboden &amp; künst. Auffüllung;</b> Sand, siltig, schwach bis stark kiesig, mit Steinen und Organik	<b>19.5</b> (18 - 21)	<b>32</b> (30 - 34)	<b>0</b> (0 - 5)	<b>10</b> (8 - 12)	<b>30</b> (20 - 40)
<b>vM</b>	<b>verschwemmte Moräne;</b> Kies, sandig, siltig mit wenigen Steinen resp. Sand, siltig, kiesig mit Steinen	<b>20</b> (18 - 22)	<b>34</b> (33 - 38)	<b>0</b> (0 - 5)	<b>20</b> (15 - 25)	<b>60</b> (40 - 70)
<b>Af</b>	<b>Bachablagerung;</b> Sand, fein- bis mittelkiesig bis. Kies, sandig, mit Steinen	<b>20.5</b> (19.5 - 21)	<b>35</b> (34 - 38)	<b>0</b> (0 - 5)	<b>25</b> (20 - 30)	<b>60</b> (50 - 70)
<b>kM</b>	<b>kompakte Moräne;</b> Sand, fein- bis mittelkiesig, schwach siltig, mit wenigen Blöcken	<b>21</b> (20 - 22)	<b>36</b> (34 - 36)	<b>3</b> (0 - 5)	<b>35</b> (30 - 40)	<b>100</b> (90 - 120)
<b>Fels</b>	<b>Obere Süsswasser- molasse</b>	<b>25</b> (24 - 26)	--	--	<b>&gt; 100</b>	<b>&gt;&gt; 100</b>

Legende:

**fett** geschätzter Erwartungswert (wahrscheinlicher Mittelwert)  
( ) geschätzte Extremwerte  
 $\gamma$  Feuchtraumgewicht  
 $\phi'$  innerer Reibungswinkel

$M_{E1}$  Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung  
 $M_{E2}$  Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung  
 $c'$  effektive Kohäsion

## 2.4 Hydrogeologische Verhältnisse

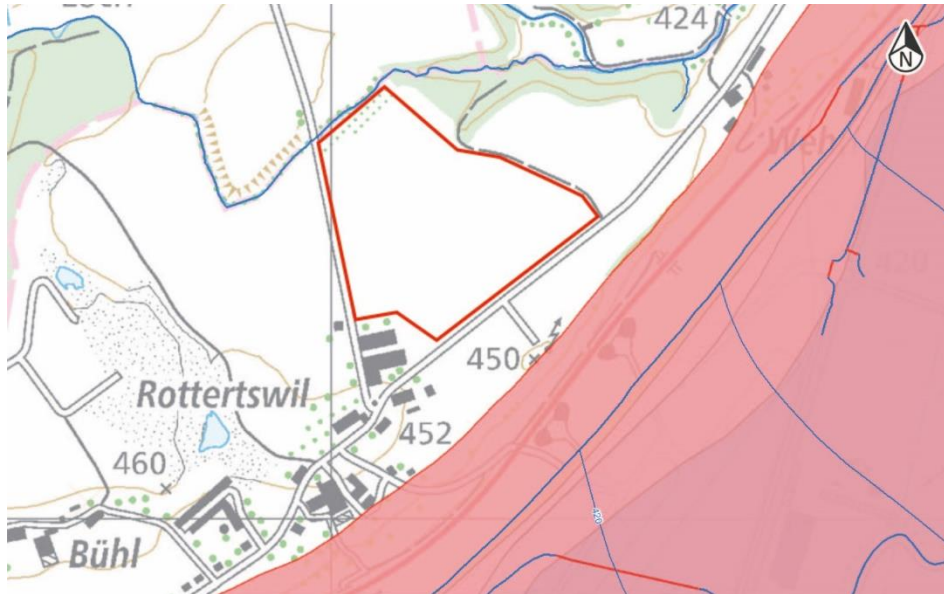


Abbildung 2: Nicht massstäblicher Auszug aus der Grundwasserkarte Emmen, Büel und Rotterswil [4b].

Tabelle 3: Wasserverhältnisse [4b]

<b>Gewässerschutzbereich</b>	Übriger Bereich (üB)
<b>Grundwasser (allg.)</b>	Kein nutzbarer Grundwasserleiter Aufgrund der vorgefundenen Geologie ist mit Hang- und Schichtwasser zu rechnen.
<b>Quellen</b>	Die Quelle des Rütibächli liegt gut 1'000 m weiter westlich.
<b>Oberflächengewässer</b>	Das nächstgelegene, nicht eingedolte, Fließgewässer ist das Rütibächli, welches nördlich direkt angrenzt an die geplanten Aushub-Deponie. Dieses entwässert Richtung Nordosten dem Waldibach zu

## 2.5 Oberflächenabfluss

Aus der Karte *Oberflächenabfluss* des Bundesamts für Umwelt BAFU [5a] geht hervor, dass es im Bereich des Projektperimeters zu erhöhtem Oberflächenabfluss (Fliesstiefe  $0.1 < h < 0.25$  m, rosa bis dunkelviolet) kommen kann.

Die Karte in Abbildung 2 stellt den modellierten Ist-Zustand des Oberflächenabflusses bei Starkniederschlag dar.

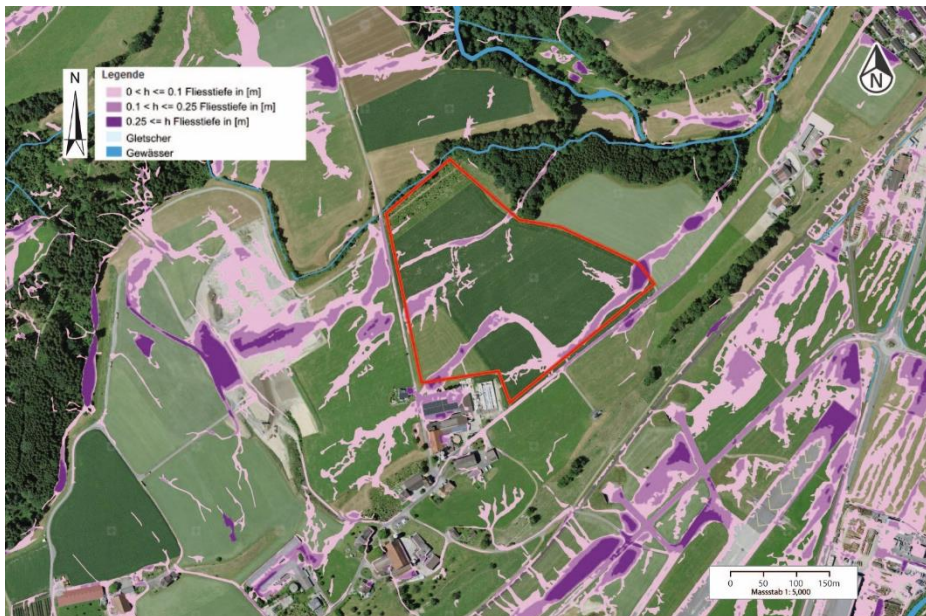


Abbildung 3: Nicht massstäblicher Auszug aus der Karte Oberflächenabfluss des BAFU [5b].

### 3. Stabilitätsbetrachtung

#### 3.1 Kennwerte des Auffüllmaterials (Deponieprojekt Typ A)

Erfahrungsgemäss weist angeliefertes Aushubmaterial sehr unterschiedliche Qualitäten auf. Zum einen wird oft stark durchnässtes, feinkörniges Material angeliefert, das eher schlechte geotechnische Eigenschaften aufweist, zum anderen wird Material geliefert, das sich durchaus auch für anspruchsvollere Schüttungen verwenden lässt. Eine Triagierung vor Ort ist oft schwierig. Für die Stabilitätsberechnung wird daher für den Deponiekörper mit den ungünstigen Materialeigenschaften gerechnet.

Die geschätzten Baugrundwerte des Deponiegutes sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4: Kennwerte des Auffüllmaterials (Annahmen, basierend auf [3]).

Deponiematerial	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [ ° ]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_{E1}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$M_{E2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
ungünstig	<b>19.5</b> (18.5 – 20.5)	<b>26</b> (25 - 28)	<b>0</b> (0 - 5)	<b>6</b> (3 - 9)	<b>18</b> (10 - 26)
günstig	<b>20</b> (19 - 21)	<b>32</b> (30 - 36)	<b>0</b> (0 - 5)	<b>20</b> (15 - 25)	<b>60</b> (50 - 70)

Legende:

**fett** geschätzter Erwartungswert (wahrscheinlicher Mittelwert)

( ) geschätzte Extremwerte

$\gamma$  Feuchtraumgewicht

$\phi'$  innerer Reibungswinkel

$M_{E1}$  Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung

$M_{E2}$  Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung

$c'$  effektive Kohäsion

### 3.2 Deponiegeometrie, Schichtmodell

Zur Beurteilung der Stabilität des Deponiekörpers wurden in einem Querschnitt entlang des Baches, an der steilsten Böschung (bei Bs 01/20 und Bs 02/20) Stabilitätsberechnungen durchgeführt. Die für die Stabilitätsbetrachtungen verwendeten Baugrundwerte gemäss Tabelle 2 und 4 sind im Schichtmodell in [Anhang 3](#) angegeben.

Die Variation des Materials innerhalb der Deponieschüttung (Deponiematerial) wurde berücksichtigt, indem die Parameter für feinkörniges Deponiematerial verwendet werden (innerer Reibungswinkel = 26°, ungünstiges Material). Für den Untergrund wurden vorsichtige Werte gewählt.

Ein möglicher Aufstau von Oberflächenwasser, welches auf dem aktuell bestehenden Terrain abfließen und auf Höhe einer möglichen geplanten Basisdrainage ansteigen kann, wurde mit einem entsprechenden Grundwasserspiegel berücksichtigt.

### 3.3 Rechnerische Grundlagen Stabilitätsbetrachtung

Den Berechnungen liegt das Teilsicherheitskonzept nach den Normen der SIA [6] zugrunde. Die Nachweise nach dem Teilsicherheitskonzept sind erfüllt, falls rechnerische Sicherheiten F von mindestens 1.0 erreicht werden.

### 3.4 Resultate aus den Stabilitätsbetrachtungen

Aus den Stabilitätsberechnungen im Besonderen nach SIA 267 [6c] resultieren die folgenden Erkenntnisse:

	Schlechtes Material	Gutes Material
Tiefe Gleitflächen	0.97	1.17
Oberflächennahe Gleitflächen	0.80	1.02

Anhand einer Sensitivitätsanalyse mit den Parametern wurden folgende weitere Erkenntnisse festgestellt:

- Oberflächennahe Gleitflächen erreichen bei der Verwendung eines schlechten (feinkörnigen) Schüttmaterials (Reibungswinkel  $\varphi' = 26^\circ$ ) eine rechnerisch ungenügende Sicherheit von  $F = 0.8$ .
- Bereits bei der Wahl eines etwas tieferen Verlaufes des Bruchkörpers wird rechnerisch einen Sicherheitsbeiwerte von  $F = 0.97$  erreicht ([Anhang 3.1 und 3.2](#)).
- Bei der Verwendung eines grobkörnigen Deponiematerials (Reibungswinkel  $\varphi' = 32^\circ$ ) und der Berücksichtigung eines Hangwassers im anstehenden Untergrund wird rechnerisch einen Sicherheitsbeiwerte von  $F = 1.02$  (oberflächennah) bzw.  $F = 1.17$  (wenig tiefer) erreicht ([Anhang 3.3 und 3.4](#)).
- Tiefe bis in den gewachsenen Untergrund reichende Gleitkreise haben grössere Sicherheiten.
- Die übrigen Böschungsbereiche im Deponieperimeter werden flacher ausgeführt (z.B. im Nordosten) und sind weniger kritisch.

### 3.5 Folgerungen aus den Stabilitätsbetrachtungen

Die Stabilitätsbetrachtungen haben gezeigt, dass die Gesamtstabilität der geplanten Deponie Typ A, Büel, bei Verwendung von feinkörnigem Material rechnerisch nicht mit den üblichen Sicherheitsbeiwerten nachgewiesen werden kann. Bei Verwendung von grobkörnigem Material kann die Gesamtstabilität auch mit Sicherheitsbeiwerten nachgewiesen werden.

Daraus folgt, dass im Bereich von steilen Böschungen möglichst grobkörniges Deponiematerial verwendet werden muss. Lokale Oberflächenerosionen sind möglich, gefährden aber die Gesamtstabilität nicht. Das Bauwerk hat die Bauwerksklasse I. Somit sind keine expliziten Nachweise für die Bemessungssituation Erdbeben nötig [6].

## **4. Setzungen**

### **4.1 Allgemein**

Der Baugrund im Bereich der Deponieschüttung ist grösstenteils grobkörnig. Unter der Annahme einer Lockergesteinsschicht von 3 – 5 m und einer Schütthöhe von 15 m sind rechnerische Setzungen von ca. 5-10 cm zu erwarten (im Untergrund).

### **4.2 Deponiekörper**

Durch das lagenweise verdichtete Einbringen des Deponiegutes können Konsolidationssetzungen des neu geschütteten Deponiekörpers minimiert, aber nicht verhindert werden. Da die Deponiefläche ausschliesslich landwirtschaftlich genutzt wird, sind keine negativen Auswirkungen dieser Setzungen auf die Folgenutzung zu erwarten. Evtl. müssten einzelne Muldenbildungen wieder aufgefüllt werden (Terrainanpassungen).

## **5. Entwässerung**

### **5.1 Auswirkungen auf die bestehenden Drainageleitungen**

Im Bereich der geplanten Schüttung sind heute bereits Leitungen im Fels verlegt.

Die Leitungen sollten gemäss statischen Berechnungen der 'Austrian Standards plus' (siehe [Anhang 4.1 und 4.2](#)) eine Überschüttung von 20 m schadlos aufnehmen.

### **5.2 Entwässerung geplanter Deponiekörper**

Folgende Anmerkungen sind bei der Planung der neuen Deponieentwässerung zu beachten:

- Anfallendes Meteor- und Hangwasser soll kanalisiert und abgeführt werden. Staunässe ist zu vermeiden (Betriebs- und Endzustand).
- Es wird empfohlen, entlang der Deponiesohle in regelmässigen Abständen Sickerstränge zur Ableitung (Quergefälle 3-5%) des anfallenden Hang- und Meteorwassers einzuplanen.

Das auf dem Deponiekörper in der Betriebsphase anfallende Oberflächenwasser ist gezielt zu fassen, über ein Absetzbecken zu führen und abzuleiten.

Infolge des eher schlecht durchlässigen Deponiematerials sind innerhalb der Deponie keine Drainageleitungen erforderlich (zu geringe Drainagewirkung, kurze Lebensdauer). Die Entwässerung wird durch die Oberflächenmodellierung erreicht.

Zur Verhinderung von Oberflächenerosion und Abschwemmung durch Niederschlag wird empfohlen, die definitiv abgezogene Deponieoberfläche möglichst schnell zu begrünen. Mittels einer geeigneten Böschungsfussdrainage bei der Böschung gegen das Rütibächli ist zu verhindern, dass dorthin vermehrt Oberflächenwasser zufließt.

Am Fuss der Böschung ist zur Verhinderung von Staunässe eine Drainage einzubauen.

## **6. Einbau – und Aufbau des Deponiekörpers**

Das zu deponierende Aushubmaterial enthält mutmasslich viele Feinanteile und ist somit wasser- und frostempfindlich. Nach Durchnässung ist dieses Material kaum mehr verdichtbar. Zur Gewährleistung der Stabilität innerhalb des Deponiekörpers sind folgende Randbedingungen einzuhalten:

- Stabilitätsmässig am heikelsten ist die Böschung gegen den Bach (Schnitte E) bei Verwendung von feinkörnigem Schüttmaterial (siehe Berechnung [Anhang 3.1 und 3.2](#)). Somit sind im Bereich von steilen Böschungen deshalb grobkörniges Material zu verwenden und einwandfrei zu verdichten. Die zulässige Schichtdicke beim Einbau ist von der Verdichtungsenergie des Verdichtungsgerätes abhängig. Mit dem Einbau des Materials ist beim Deponiefuss zu beginnen. Der Böschungsfussbereich ist mit dem anstehenden Untergrund zu verzahnen.
- Im übrigen Bereich der Deponie ist das Material in Lagen zu 30-50 cm einzubringen und zumindest mit dem Dozer zu verdichten. Ein verdichteter Einbau des Materials bei starken Niederschlägen oder von bereits durchnässtem Material ist nicht möglich.

- Muss das Aushubmaterial zwischengelagert werden, ist es gegen Durchnässung zu schützen (abdecken oder stark geneigte, verdichtete Oberfläche). Bei einer allfälligen Durchnässung ist das Material mittels Kalk zu stabilisieren (falls zulässig).
- Die definitive Deponieoberfläche ist bereits während der Bauzeit gegen Erosion zu schützen. Dies kann zweckmässigerweise kurzfristig mit Jute- oder besser mit Kokosbahnen und langfristig mit Begrünung erreicht werden.
- Im Bereich der steileren Böschungen ist die Schüttgeschwindigkeit im Böschungsbereich zu reduzieren.
- Konsolidationssetzungen des Deponiekörpers können nicht verhindert werden (siehe Setzungsberechnung Kapitel 4). Da die Deponieoberfläche nicht speziell genutzt wird, sind solche Setzungen weniger von Bedeutung.

## **7. Standortbeurteilung Untergrund nach VVEA**

Es wird ausschliesslich natürliches Erd- und Felsmaterial abgelagert, welches die Anforderungen an unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial gemäss Anhang 3, Ziffer 1 der Abfallverordnung (VVEA [1]) erfüllt. Bei Einhaltung der aufgeführten baulichen Massnahmen während der Ausführung besteht Gewähr, dass die Deponie langfristig stabil bleibt und keine unzulässigen Verformungen auftreten.

Die relevanten Standortanforderungen nach Anhang 2, Ziffer 1.2 zur VVEA [1] sind somit erfüllt beziehungsweise können erfüllt werden.

## **8. Schlussbemerkung**

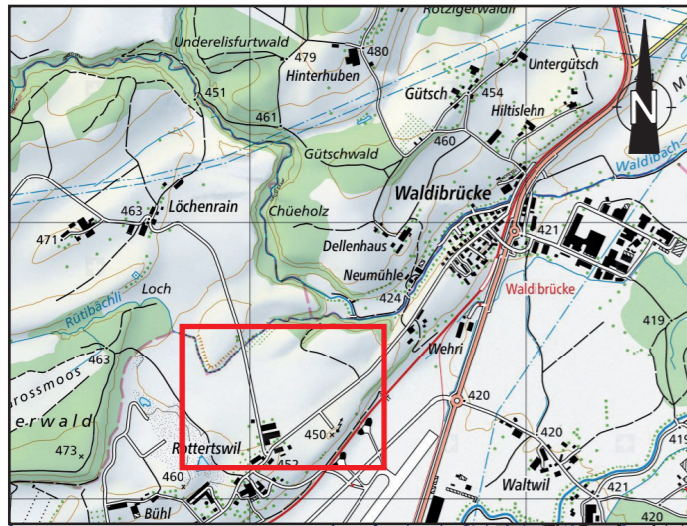
Wir empfehlen den Abschluss einer Bauwesen- und Bauherrenhaftpflichtversicherung.

Die Setzungsberechnung beruht auf einer Interpolation der durchgeführten Sondierschlitze. Lokal könnten die Setzungen auch geringer ausfallen. Es ist daher von differenziellen Setzungen auszugehen → Muldenbildung. Das Gelände muss evtl. nach dem ersten Jahr nach Fertigstellung der Deponie etwas angepasst werden (Mulden zuschütten). Längerfristige Setzungen können auftreten, wenn Setzungsempfindliches und schlecht verdichtbares Material eingebaut wird oder der Einbau schlecht ausgeführt wird.

Die beschriebenen Untergrund- und Wasserverhältnisse basieren auf einer Interpretation der punktuell getätigten Untersuchungen. Es ist nicht auszuschliessen, dass die effektiv vorhandenen Verhältnisse teilweise davon abweichen. Aus diesem Grund betrachten wir eine geotechnische Begleitung während der Auffüllphase zur Überprüfung unserer z.T. auf Annahmen gestützten Aussagen als erforderlich.

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

## **Anhang 1    Situation, Lage der Sondierungen**



**GEOTEST** GEOLOGEN / INGENIEURE /  
GEOPHYSIKER /  
UMWELTFACHLEUTE

Auftrag: Emmen, Erweiterung Deponie Büel Nr. 2320026.2  
Koord. ca. 2'666'105 / 1'217'405

**Situation mit Sondierungen**  
**1:2000**



**LEGENDE**

BS 01/20 Bagger Schlitz (Nummer und Jahrzahl)

ungefährer Verlauf der best. Entwässerung

## **Anhang 2    Profile der Baggerschlitz**

Datum :	03.03.2020	Auftrag Nr. :	2320016.1
Objekt :	Emmen, GK Erweiterung Büel		
Unternehmung :	Gloggner AG, 6035 Perlen		
Gerät :	Raupebagger 5to		
Koordinaten :	2'665'978 / 1'217'510		

**Baggerschlitz 1:50**

Pm. Wsp.	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Geologische Interpretation
----------	-------	--------	--------	----------------------	----------------------------

**Bs 01/20** OKT.: 445.8 m ü. M.

	0.30	Grasnarbe / Humus	Deckschicht
	0.80	Sand, siltig, kiesig, mit Steinen, kantig bis angerundet, durchwurzelt, feucht, braun	
	1.80	Kies, sandig, siltig, mit wenig Steinen, angerundet bis gerundet, feucht, locker - mitteldicht, dunkelbeige / hellbraun	verschwemmte Moräne
	2.20	Sand, fein- bis mittelkiesig, nass, locker, grau / dunkelbeige	Bachablagerungen
	2.70		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlitz, leicht nachberechnend auf Sandschicht</li> <li>- Wasserzutritte bei 2.2 m</li> <li>- Wasserstand nach 4 min bei 2.3 m</li> <li>- auf Sohle harte Schicht, jedoch aufgrund Wasserzutritten nicht identifizierbar</li> </ul>



Datum :	03.03.2020	Auftrag Nr. :	2320016.1
Objekt :	Emmen, GK Erweiterung Büel		
Unternehmung :	Gloggner AG, 6035 Perlen		
Gerät :	Raupebagger 5to		
Koordinaten :	2'665'971 / 1'217'526		

## Baggerschlitz 1:50

Pm. Wsp.	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Geologische Interpretation
<b>Bs 01a/20</b> OKT.: 445.29 m ü. M.					

	Grasnarbe / Humus	Deckschicht
	Sand, siltig, schwach kiesig, durchwurzelt, wenig org. Beimengungen (Holzreste), erdfeucht, hellbraun / dunkelbeige	
	Sand, siltig, kiesig, mit Steinen, kantig bis angerundet, erdfeucht, locker - mitteldicht, grau / beige	verschwemmte Moräne
	Sand, schwach mittel- bis grobkiesig, feucht, dunkelbeige teilweise nass, teilweise sauberer Sand, bei 1.8 m Steinlage	Bachablagerungen
	Sand, schwach fein- bis mittelkiesig, erdfeucht, hart, grau	kompakte Moräne
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlitz leicht nachberechnend</li> <li>- schwache Wasserzutritte bei 2.1 m</li> </ul>	



Datum :	03.03.2020	Auftrag Nr. : 2320016.1
Objekt :	Emmen, GK Erweiterung Büel	
Unternehmung :	Gloggner AG, 6035 Perlen	
Gerät :	Raupebagger 5to	
Koordinaten :	2'666'104 / 1'217'307	

## Baggerschlitz 1:50

Pm. Wsp.	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Geologische Interpretation
<b>Bs 02/20</b> OKT.: 444.28 m ü. M.					

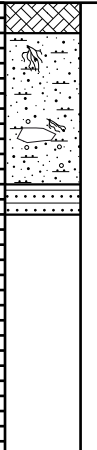

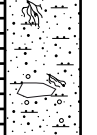

	0.20	Grasnarbe / Humus	Deckschicht
	1.20	Sand, stark kiesig, siltig, mit wenig Steinen, kantig bis angerundet, feucht, grau / beige	
	2.60	Kies, sandig, mit Steinen, angerundet bis gut gerundet, nass, mitteldicht, dunkelbeige	Bachablagerungen
	3.00	Sand, siltig, kiesig, kantengerundet bis gerundet, erdfeucht, kompakt, mitteldicht - dicht, dunkelbeige	kompakte Moräne
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlitz nachberechnend</li> <li>- Wasserzutritt, schwach ab 1.8 m</li> </ul>



Datum :	03.03.2020	Auftrag Nr. :	2320016.1
Objekt :	Emmen, GK Erweiterung Büel		
Unternehmung :	Gloggner AG, 6035 Perlen		
Gerät :	Raupebagger 5to		
Koordinaten :	2'666'230 / 1'217'529		

**Baggerschlitz 1:50**

Pm. Wsp.	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Geologische Interpretation
<b>Bs 03/20</b> OKT.: 448.25 m ü. M.					

0.20  1.20 1.40		Grasnarbe / Humus	Deckschicht  Molassefels (OSM)  - Schlitz standfest - trocken
		Sand, siltig, durchwurzelt, erdfeucht, dunkelbeige ab 0.8 m schwach kiesig, bei 0.8 m Block ø 0.4 m	
		Fels, Fein - mittelkörniger Sandstein, dunkelbeige	



Datum :	03.03.2020	Auftrag Nr. :	2320016.1
Objekt :	Emmen, GK Erweiterung Büel		
Unternehmung :	Gloggner AG, 6035 Perlen		
Gerät :	Raupebagger 5to		
Koordinaten :	2'666'247 / 1'217'322		

**Baggerschlitz 1:50**

Pm. Wsp.	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Geologische Interpretation
<b>Bs 04/20</b> OKT.: 444.97 m ü. M.					

	0.40	Grasnarbe / Humus	Deckschicht
	1.00	Sand, siltig, schwach fein- bis mittelkiesig, durchwurzelt, erdfeucht, grau / beige mit zunehmender Tiefe sandiger / grau	
	2.00	Sand, schwach siltig, schwach kiesig, mit wenig Steinen, feucht, mitteldicht, grau / beige	Moräne
	2.90	Fels, grobkörniger Sandstein, grau	Molassefels (OSM)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlitz standfest</li> <li>- trocken</li> </ul>			



Datum :	03.03.2020	Auftrag Nr. : 2320016.1
Objekt :	Emmen, GK Erweiterung Büel	
Unternehmung :	Gloggner AG, 6035 Perlen	
Gerät :	Raupebagger 5to	
Koordinaten :	2'666'104 / 1'217'307	

**Baggerschlitz 1:50**

Pm. Wsp.	Tiefe	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Geologische Interpretation
<b>Bs 05/20</b> OKT.: 447.73 m ü. M.					

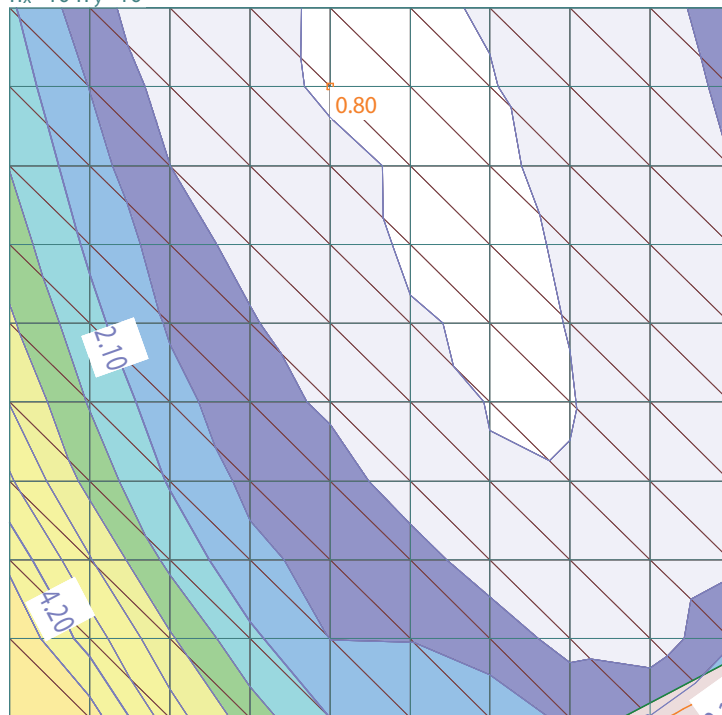
	0.20	Grasnarbe / Humus	Deckschicht
	1.90	Sand, siltig, kiesig, mit Steinen, kantig bis gerundet, oberflächlich durchwurzelt, erdfeucht, locker - mitteldicht, grau/ beige, einzelne Steine (ø 60 cm)	verschwemmte Moräne
	2.90	Fein- bis Mittelsand, schwach siltig, schwach kiesig, mit Steinen, erdfeucht, grau / beige einzelne Blöcke (ø 50 cm), ab 2.3 m nur noch vereinzelt Kies, hart, viele Blöcke	Moräne
			- Schlitz seitlich eingebrochen - Wasserzutritte, sehr schwach bei 2.2 m



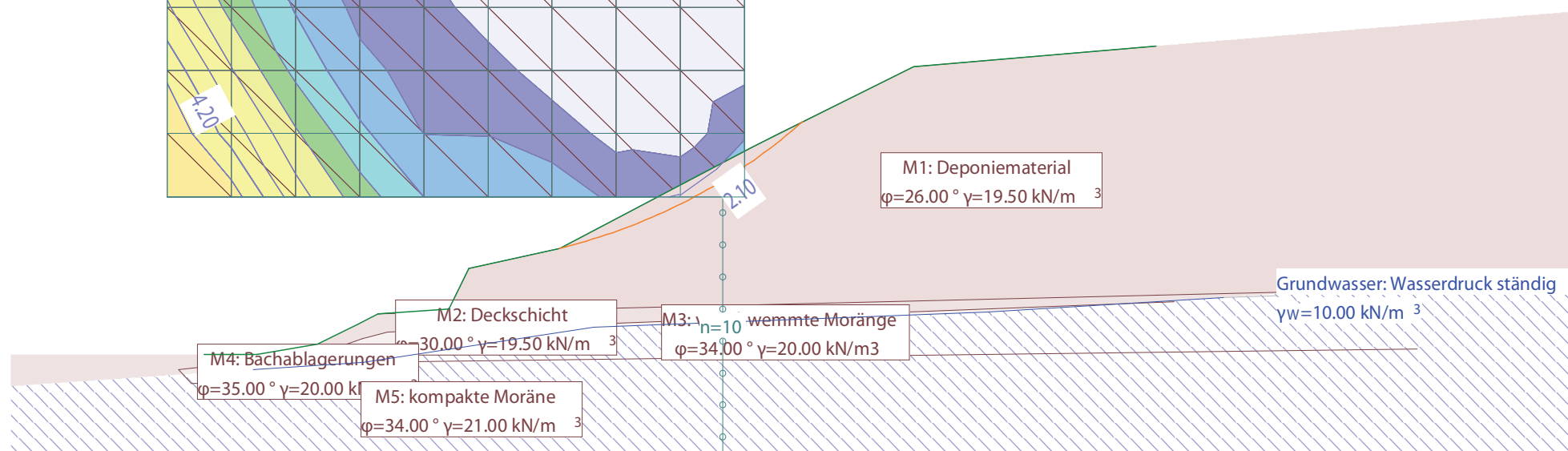
### **Anhang 3 Baugrundmodell /Stabilitätsnachweise**

Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie

Mstb. 1 :300.0 (-11.89,437.37..65.21,482.01)

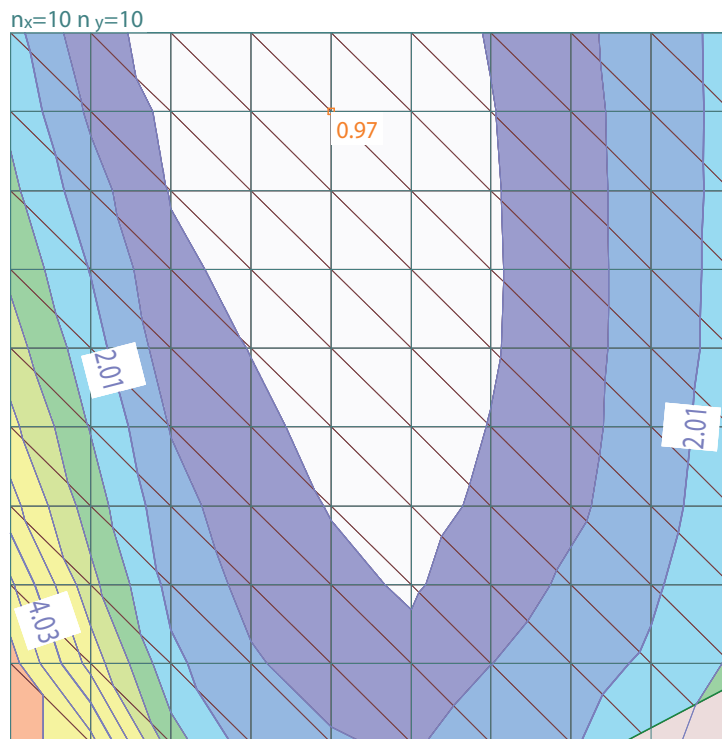
 $n_x=10$   $n_y=10$ **Berechnungsschnitt E-E**

- tiefe Gleitfläche
- feinkörniges, wenig standfestes Deponiematerial



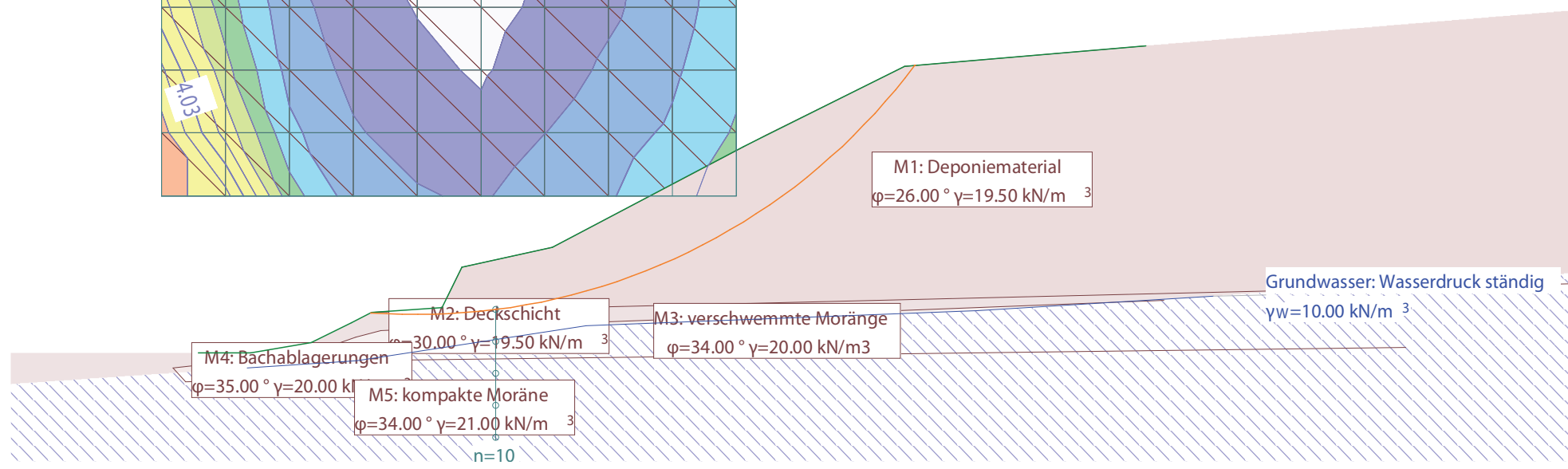
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie

Mstb. 1 :300.0 (-11.65,436.89..65.45,481.53)



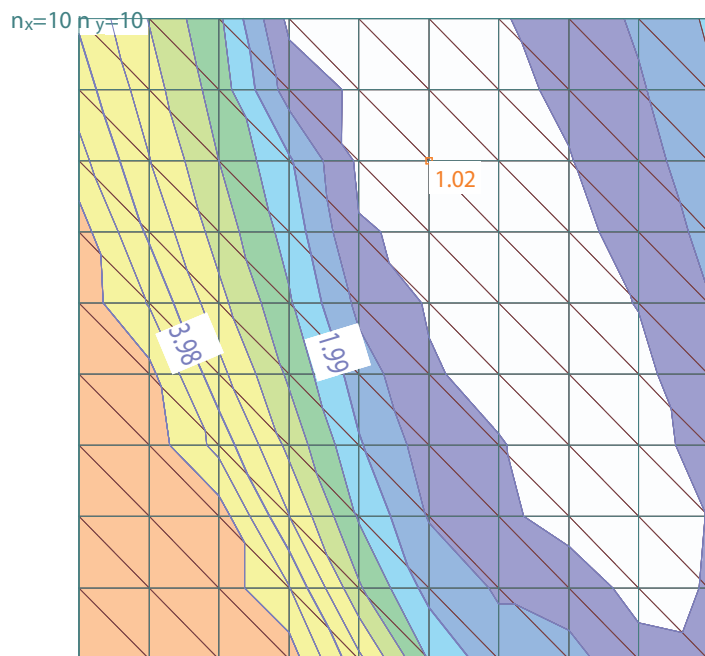
**Berechnungsschnitt E-E**

- tiefere Gleitfläche
- feinkörniges, wenig standfestes Deponiematerial



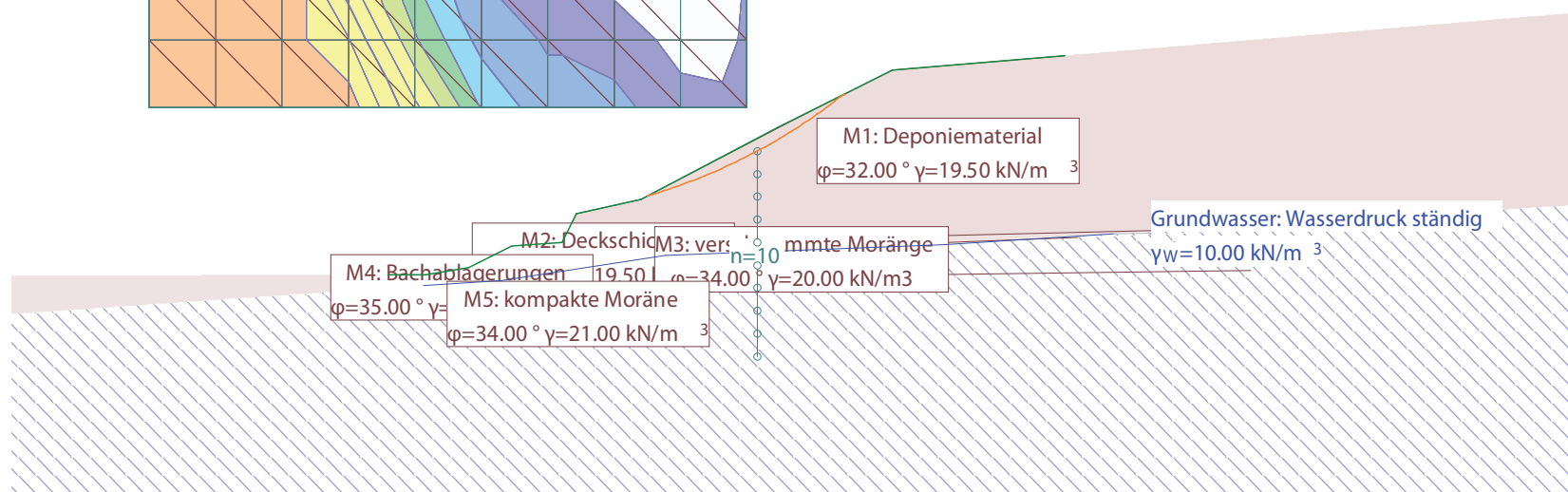
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie

Mstb. 1 :500.0 (-28.52,426.99..80.20,499.09)



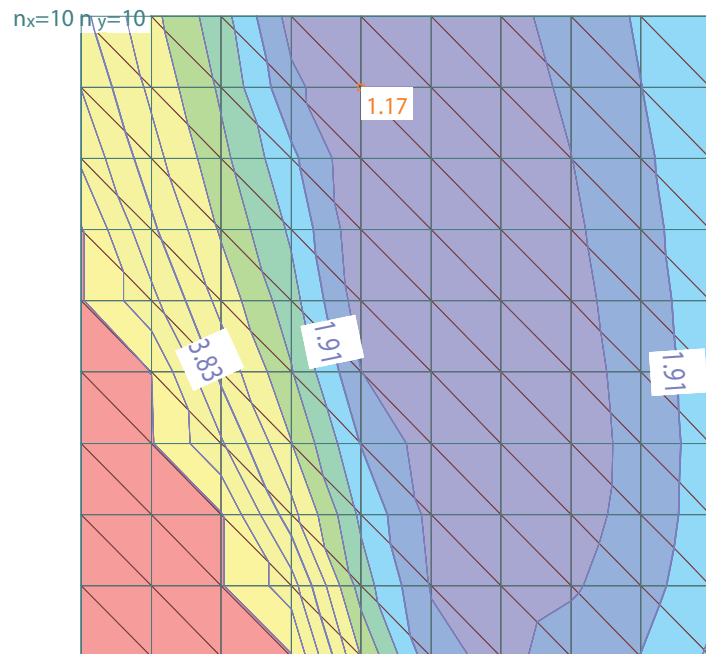
### Berechnungsschnitt E-E

- untiefe Gleitfläche
- grobkörniges, standfestes Deponiematerial



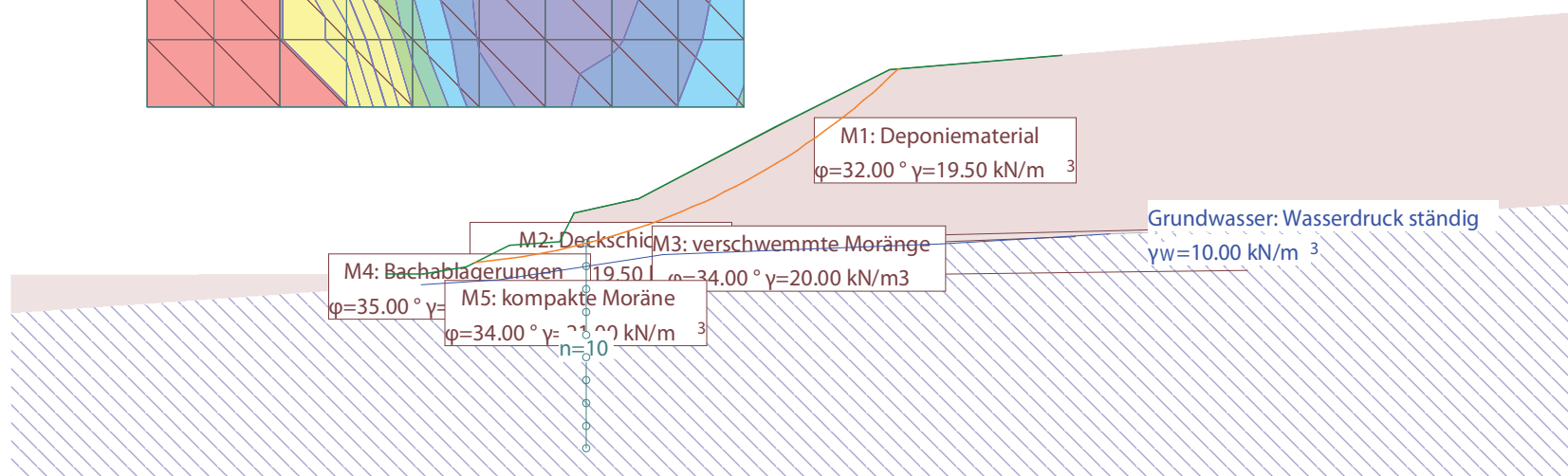
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie

Mstb. 1 :500.0 (-28.27,428.31..80.28,498.35)



**Berechnungsschnitt E-E**

- tiefere Gleitfläche
- grobkörniges, standfestes Deponiematerial



## **Anhang 4    Nachweise Stabilität Rohre**

**FHCE-ZT GmbH**  
Stockhofstraße 32  
A-4020 Linz

**Bauernfeind GmbH**  
PP-Mega-Rohr DN800  
Statik für Megapipeline (Langzeiteigenschaft)  
Scheitelüberdeckung 200cm  
BV: Deponie Bühl

## BERECHNUNG ERDVERLEGETER ROHRE GEMÄSS ÖNORM B 5012

Copyright (C) Austrian Standards plus GmbH

### Teil I: Eingabedaten

#### 1. Angaben zur Rohrform

Rohrform: Kreisprofil		
Rohrmaterial: Polypropylen (PP)		
Nennweite	800	
Wanddicke	42.5	mm
Innendurchmesser	800.0	mm
Aussendurchmesser	884.9	mm

#### 2. Materialkennwerte für das Rohr

Elastizitätsmodul	1500	N/mm <sup>2</sup>
Wichte des Rohrmaterials	9.000	kN/m <sup>3</sup>
Ringsteifigkeit	16.000	kN/m <sup>2</sup>
Kriechbeiwert für Langzeitberechnung	0.25	-
Ringbiegezugfestigkeit (Kurzzeit)	39.0	N/mm <sup>2</sup>
Ringbiegezugfestigkeit (Langzeit)	17.0	N/mm <sup>2</sup>
Ringzugfestigkeit (Kurzzeit)	0.0	N/mm <sup>2</sup>
Ringzugfestigkeit (Langzeit)	0.0	N/mm <sup>2</sup>

#### 3. Rohreinbau (Graben)

Scheitelüberdeckung	2.00	m
Grabenbreite in Höhe des Rohrscheitels	3.05	m
Böschungswinkel der Grabenwand	60.0	°
Höhe des Wasserspiegels über dem Rohrscheitel	0.00	m
Einbettungsfall	ET2	(Bild 7b)

#### 4. Eingabewerte der Bodendaten

	Zone tt	Zone ts	Zone ns	Zone sn	
Bodengruppe	Gs=3	Gs=2	Gs=3	Gs=3	Pkt.7.2.1
Einbaubedingung	I1				Tab.2
Verdichtung	N	N			Pkt.5.4.2
SteifeModul (E <sub>jj,1</sub> )	1.007	2.530	5.000		N/mm <sup>2</sup>
Exponent z	5.0	5.0			-
Exponent u	0.6	0.5	0.6		-
Wichte	18.0	18.0	18.0		kN/m <sup>3</sup>
Wichte im Grundwasser	11.0	11.0	11.0		kN/m <sup>3</sup>
Innerer Reibungswinkel	30.0		30.0		°
Proctordichte	87.0	90.0			%
Wandreibungswinkel	20.0		20.0		°
Korrekturfaktor (f <sub>c</sub> )		0.300			-
Reduktionsfaktor (f <sub>R,T</sub> )	1.000	1.000			-
Reduktionsfaktor (f <sub>R,GW</sub> )		1.000			-
Erddruckverhältnis	0.100	0.100			-

#### 5. Lasten

##### 5.1. Oberflächenlast

Keine Oberflächenlasten angegeben

##### 5.2. Verkehrslasten

Rohr unter einer Straße. Kein Straßenbelag

(Pkt.6.4.1)

##### 5.3. Weitere Lastfälle

Eigengewicht des Rohres nicht berücksichtigt  
 Rohr wird als Kanalrohr berechnet  
 Wasserfüllung (Vollfüllung) nicht berücksichtigt

## BERECHNUNG ERDVERLEGETER ROHRE GEMÄSS ÖNORM B 5012

### Teil II: Berechnungsergebnisse

#### 1. Annahmen zur Berechnung

Berechnung auf Langzeit

Verkehrslasten gelten gemäß 6.4 ÖNORM B 5012 als Kurzzeitlasten

Keine Berücksichtigung der Silotheorie gemäß 6.2

Spannungsnachweis gefordert

#### 2. Vertikalspannungen in Scheitelebene (Pkt.6)

$p_s$	(1)	Vertikalsp. inf. Erdauflast ohne Rohr u. Graben	0.036	N/mm <sup>2</sup>
$p_{s,v}$	(2)	Vertikalsp. inf. Erdauflast im Graben ohne Rohr	0.036	N/mm <sup>2</sup>
$p_{A,v}$	(6)(7)	Vertikalsp. inf. begrenzter Oberflächenlast	0.000	N/mm <sup>2</sup>
$p_{A,v}$	(6)(7)	Vertikalsp. inf. unbegrenzter Oberflächenlast	0.000	N/mm <sup>2</sup>
$D_{T,mod}$		Korrekturfaktor für Straßenaufbau	1.000	-
$f_{Verk.}$	(11)	Korrekturfaktor für Lastverteilung	0.989	-
$p_T$	(13)	Verkehrslastspannung infolge Straßenverkehr	0.035	N/mm <sup>2</sup>
$p_{T,v}$	(10)	Vertikalspannung infolge Straßenverkehr	0.034	N/mm <sup>2</sup>
$p_{T,v}$	(10)-(17)	Vertikalspannung infolge Verkehrslast	0.034	N/mm <sup>2</sup>

#### 3. Wirksame Bodenmodule (Pkt.7)

$E_{ts,1}$	(18a)	Modul i.d. Leitungszone (Tiefe 1)	2.530	N/mm <sup>2</sup>
$E_{tt,1}$	(18a)	Modul in der Wiederverfüllzone (Tiefe 1)	1.007	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ns,1}$	(18a)	Modul im anst. Boden neben d. Graben (Tiefe 1)	5.000	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ts,h}$	(20)	Modul in der Leitungszone (Tiefe h)	3.394	N/mm <sup>2</sup>
$E_{tt,h}$	(20)	Modul in der Wiederverfüllzone (Tiefe h)	1.433	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ns,h}$	(20)	Modul im anst. Boden neben d. Graben (Tiefe h)	8.021	N/mm <sup>2</sup>
$f_{R,T}$	Tab.10	Reduktionsfaktor Zeit (Leitungszone)	1.000	-
$f_{R,T}$	Tab.10	Reduktionsfaktor Zeit (Wiederverfüllzone)	1.000	-
$f_{R,GW}$	(23)	Reduktionsfaktor Grundwasser (Wiederverfüllzone)	1.000	-
$f_{R,GW}$	(23)	Reduktionsfaktor Grundwasser (Leitungszone)	1.000	-
$f_{R,TW}$	(24)	Reduktionsfaktor Grabenbreite (Leitungszone)	0.872	-
$E_{ts}$	(22a)	Modul in der Leitungszone (Rechenwert)	2.960	N/mm <sup>2</sup>
$E_{tt}$	(22b)	Modul in der Wiederverfüllzone (Rechenwert)	1.433	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ns}$	(21)	Modul neben dem Graben (Rechenwert)	8.021	N/mm <sup>2</sup>
$E_{nb}$	(21)	Modul unter dem Rohr (Rechenwert)	14.33	N/mm <sup>2</sup>

#### 4. Verformungskriterium (Pkt.8)

$a$	Bild 16	Relative Ausladung	1.000	-
$\chi$	(25)	Verformungsverhältnis	7.434	-
$\chi$	Tab.12	Verformungskriterium: das Rohr verhält sich flexibel		
$S_{Bv}$	(26)	Vertikale Bettungssteifigkeit (Kurzzeit)	2.960	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bv}$	(26)	Vertikale Bettungssteifigkeit (Langzeit)	2.960	N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_v$	Tab.13	Vertikaler Auflagerwinkel	120.0	°
$\alpha_h$	Tab.14	Horizont. Reaktionsspannungswinkel	120.0	°

### 5. Lastkonzentrationsfaktoren (Pkt.8.3)

$a_{eff}$	(29)	Wirksame relative Ausladung (Kurzzeit)	0.4842	-
$a_{eff}$	(29)	Wirksame relative Ausladung (Langzeit)	0.4842	-
$S_{Bh}$	(31)	Horizontale Bettungssteifigkeit (Kurzzeit)	1.732	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bh}$	(31)	Horizontale Bettungssteifigkeit (Langzeit)	1.732	N/mm <sup>2</sup>
$\lambda_{max}$	(28)	Maximaler Lastkonzentrationsfaktor (Kurzzeit)	1.1793	-
$\lambda_{max}$	(28)	Maximaler Lastkonzentrationsfaktor (Langzeit)	1.1793	-
$\zeta$	(32)	Korrkkt. f. untersch. Bodenmodule	1.1039	-
$V_S$	(34)	Steifigkeitsverhältnis (Kurzzeit)	0.8927	-
$V_S$	(34)	Steifigkeitsverhältnis (Langzeit)	0.5004	-
$K^*$	(36)	Reaktionsdruckbeiwert (Kurzzeit)	0.6371	-
$K^*$	(36)	Reaktionsdruckbeiwert (Langzeit)	1.0555	-
$C_{v^*}$	(35)	Vertikaler Verformungsbeiwert (Kurzzeit)	-0.0484	-
$C_{v^*}$	(35)	Vertikaler Verformungsbeiwert (Langzeit)	-0.0216	-
$V_{PS}$	(37)	Systemsteifigkeit (Kurzzeit)	0.0739	-
$V_{PS}$	(37)	Systemsteifigkeit (Langzeit)	0.0185	-
$\lambda_P$	(38)	Lastkonzentrationsfaktor (Kurzzeit)	0.8640	-
$\lambda_P$	(38)	Lastkonzentrationsfaktor (Langzeit)	0.8000	-
$\lambda_s$	(39)	Lastkonzentrationsfaktor neben dem Rohr (Kurzzeit)	1.0453	-
$\lambda_s$	(39)	Lastkonzentrationsfaktor neben dem Rohr (Langzeit)	1.0667	-
$\lambda_{PT}$	(40)	Lastkonzentrationsfaktor im engen Graben	0.8891	-
$\lambda$		Lastkonzentrationsfaktor (Rechenwert Kurzzeit)	0.8891	-
$\lambda$		Lastkonzentrationsfaktor (Rechenwert Langzeit)	0.8369	-

### 6. Auf das Rohr wirkende Vertikalspannungen (Pkt.9.2)

$q_{S,v}$	(43)	Vertikalspannung infolge Erdauflast	0.0301	N/mm <sup>2</sup>
$q_{A,v}$	(44)	Vertikalspannung infolge Oberflächenlast	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{We,v}$	(45)	Vertikalspannung inf. äußerem Wasserdruck	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{T,v}$	(46)	Vertikalspannung infolge Verkehrslast	0.0305	N/mm <sup>2</sup>
$q_{v1}$	(42a)	Langzeitanteil der Vertikalspannung	0.0301	N/mm <sup>2</sup>
$q_{v2}$	(42b)	Kurzzeitanteil der Vertikalspannung	0.0305	N/mm <sup>2</sup>
$q_v$	(42)	Gesamte wirkende Vertikalspannung	0.0607	N/mm <sup>2</sup>

### 7. Auf das Rohr wirkende Horizontalspannungen (Pkt.9.3)

Verformungsunabhängige Anteile

$q_{S,h}$	(48)	Horizontalspannung infolge Erdauflast	0.0038	N/mm <sup>2</sup>
$q_{A,h}$	(49)	Horizontalspannung infolge Oberflächenlast	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{We,h}$	(50)	Horizontalspannung infolge äußerem Wasserdruck	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{T,h}$	(52)	Horizontalspannung infolge Verkehrslast	0.0036	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h,d}$	(53)	H. inf. Erdauflast (Zunahme im Rohrbereich)	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h1}$	(47)	Langzeitanteil der Horizontalspannung	0.0038	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h2}$	(51)	Kurzzeitanteil der Horizontalspannung	0.0036	N/mm <sup>2</sup>

### 8. Verträgliche Horizontalverschiebung im Kämpfer (Pkt.9.3.4.1)

Horizontalverschiebung ohne seitliche Bettung

$\Delta h_{0,1}$	(56a)	Horizontalverschiebung inf. Langzeitanteile	31.101	mm
$\Delta h_{0,2}$	(56b)	Horizontalverschiebung inf. Kurzzeitanteile	7.964	mm
$\Delta h_0$	(55)	Horizontalverschiebung inf. Gesamtlast	39.065	mm

Verträgliche Horizontalverschiebung mit seitlicher Bettung

$C_p^*$	(59)	Nachgiebigkeit des Rohres; $q_h^*=1$ (Kurzzeit)	-216.9	mm <sup>3</sup> /N
$C_p^*$	(59)	Nachgiebigkeit des Rohres; $q_h^*=1$ (Langzeit)	-867.7	mm <sup>3</sup> /N

$R_s$	(60)	Steifigkeit des Bodens; $q_h^*=1$ (Kurzzeit)	0.005	N/mm <sup>2</sup>
$R_s$	(60)	Steifigkeit des Bodens; $q_h^*=1$ (Langzeit)	0.005	N/mm <sup>2</sup>
$\Delta h_{,1}$	(64a)	verträgliche Hversch. inf. Langzeitanteile	6.075	mm
$\Delta h_{,2}$	(64b)	verträgliche Hversch. inf. Kurzzeitanteile	3.924	mm
$\Delta h$	(61-63)	verträgliche Hversch. inf. Gesamtlast	10.00	mm

### 9. Horizontale Bettungsreaktionsdruck (Pkt.9.3.4.2)

$q_{h,1}^*$	(69-71)	Bettungsreaktionsdruck inf. Langzeitanteile	0.0288	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h,2}^*$	(69-71)	Bettungsreaktionsdruck inf. Kurzzeitanteile	0.0186	N/mm <sup>2</sup>
$q_h^*$	(68)	Bettungsreaktionsdruck inf. Gesamtlast	0.0475	N/mm <sup>2</sup>

### 10. Rohrverformungen (Pkt.11)

#### Vertikale Rohrverformung (Pkt.11.2)

$\delta_{v,io}$	(75)	Vertikalverformung inf. Vorverformung	0.0000	-
$\delta_{v,io\%}$	(75)	Vertikalverformung inf. Vorverformung	0.0000	%
$\delta_{v,ow}$	(76)	Vertikalverformung inf. Eigengewicht	0.0000	-
$\delta_{v,We}$	(77)	Vertikalverformung inf. Grundwasser	0.0000	-
$\delta_{v,Wi}$	(77)	Vertikalverformung inf. Wasserfüllung	0.0000	-
$\delta_{v1}$	(79a)	Vertikalverformung inf. Langzeitanteile	-0.0162	-
$\delta_{v2}$	(79b)	Vertikalverformung inf. Kurzzeitanteile	-0.0096	-
$\delta_v$	(73a)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-0.0259	-
$\delta_{v\%}$	(73b)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-2.5865	%
$\Delta dv$	(74)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-21.79	mm

#### Horizontale Rohrverformung (Pkt.11.3)

$\delta_{h0,io}$	(57h)	Horizontalverformung inf. Vorverformung	0.0000	-
$\delta_h$	(80a)	Horizontalverformung inf. Gesamtbelastung	0.0237	-
$\delta_{h\%}$	(80b)	Horizontalverformung inf. Gesamtbelastung	2.3736	%
$\Delta dh$	(80c)	Horizontalverformung inf. Gesamtbelastung	20.00	mm

### 11. Schnittkräfte (Punkt 12.2)

		Scheitel		Kämpfer		Sohle	
		M	N	M	N	M	N
		Nmm/mm	N/mm	Nmm/mm	N/mm	Nmm/mm	N/mm
$q_{v1}$	(81)	1395.245	0.343	-1416.628	-12.691	1470.085	-0.343
$q_{v2}$	(82)	1414.291	0.347	-1435.966	-12.864	1490.153	-0.347
$q_{h1}$	(83)	-170.337	-1.618	170.337	0.000	-170.337	-1.618
$q_{h2}$	(84)	-159.281	-1.513	159.281	0.000	-159.281	-1.513
$q_{h1}^*$	(85)	-926.237	-7.010	1064.405	0.000	-926.237	-7.010
$q_{h2}^*$	(86)	-598.223	-4.527	687.460	0.000	-598.223	-4.527
$q_{hd}$	(87)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$\Sigma_1$	-	298.671	-8.285	-181.886	-12.691	373.511	-8.970
$\Sigma_2$	-	656.787	-5.693	-589.224	-12.864	732.649	-6.387
$\Sigma$	-	955.458	-13.977	-771.110	-25.555	1106.161	-15.357

### 12. Rand-Spannungen nach Th.1.O. für Abwasserleitungen gemäß 12.3.1.1

		Scheitel		Kämpfer		Sohle	
		innen	außen	innen	außen	innen	außen
$C_c$	(94)	1.0336	0.9664	1.0336	0.9664	1.0336	0.9664
$\sigma_1$	(93)	0.8323	-1.1557	-0.9246	0.2861	1.0736	-1.4126
$\sigma_2$	(93)	2.1252	-2.2465	-2.3298	1.5921	2.3698	-2.5068
		2.9575	-3.4022	-3.2544	1.8782	3.4434	-3.9194

$\Sigma$

$\sigma_{tot}$		Maximale Spannung (in der Sohle, innen)	3.443	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{tot,1}$		Max. Spann. für druckloses Rohr inf. Langzeitanteile	1.074	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{tot,2}$		Max. Spann. für druckloses Rohr inf. Kurzzeitanteile	2.370	N/mm <sup>2</sup>

**13. Max. Spann. nach Th.2.O. gemäß 12.3.1.2 (druckloses Rohr)**

$K'$	(96)	Spannungsverhältnisfaktor	0.1225	-
------	------	---------------------------	--------	---

Berechnung nach Theorie II.Ordnung gemäß 12.3.1.2 nicht erforderlich

**14. Max.zul.Vertikalverformung**

$\delta_{v\%}$	(73b)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-2.5865	%
		Max.zul. Vertikalverformung	9.0	%

**Die maximal zulässige Vertikalverformung wird nicht erreicht**

**15. Sicherheitsnachweise (Pkt.15)**

$\sigma_{max,1}$		Max. Spannung infolge ständigen Lasten	1.07	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{max,2}$		Max. Spannung infolge Verkehrslast	2.37	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{max}$		Maximale Gesamtspannung	3.44	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ult,ST}$		Grenzspannung, Kurzzeitwert	39.00	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ult,LT}$		Grenzspannung, Langzeitwert	17.00	N/mm <sup>2</sup>
$\eta_{R,1}$	(138a)	Teilsicherheit für ständige Lasten	15.83	-
$\eta_{R,2}$	(138b)	Teilsicherheit für Verkehrslasten	16.46	-
$\eta_R$	(138c)	vorhandene Gesamtsicherheit	8.07	-
$F_{SR}$	Tab.29	geforderte Mindestsicherheit	1.40	-

**Die geforderte Mindestsicherheit ist gegeben**

**HINWEIS: eine negative Teilsicherheit bedeutet, dass aus der entsprechenden Ursache nur Druckspannungen entstehen.**

**FHCE-ZT GmbH**  
Stockhofstraße 32  
A-4020 Linz

**Bauernfeind GmbH**  
PP-Mega-Rohr DN800  
Statik für Megapipeline (Langzeiteigenschaft)  
Scheitelüberdeckung 2000cm  
BV: Deponie Bühl

## BERECHNUNG ERDVERLEGETER ROHRE GEMÄSS ÖNORM B 5012

Copyright (C) Austrian Standards plus GmbH

### Teil I: Eingabedaten

#### 1. Angaben zur Rohrform

Rohrform: Kreisprofil

Rohrmaterial: Polypropylen (PP)

Nennweite

800

Wanddicke

42.5 mm

Innendurchmesser

800.0 mm

Aussendurchmesser

884.9 mm

#### 2. Materialkennwerte für das Rohr

Elastizitätsmodul

1500 N/mm<sup>2</sup>

Wichte des Rohrmaterials

9.000 kN/m<sup>3</sup>

Ringsteifigkeit

16.000 kN/m<sup>2</sup>

Kriechbeiwert für Langzeitberechnung

0.25 -

Ringbiegezugfestigkeit (Kurzzeit)

39.0 N/mm<sup>2</sup>

Ringbiegezugfestigkeit (Langzeit)

17.0 N/mm<sup>2</sup>

Ringzugfestigkeit (Kurzzeit)

0.0 N/mm<sup>2</sup>

Ringzugfestigkeit (Langzeit)

0.0 N/mm<sup>2</sup>

#### 3. Rohreinbau (Graben)

Scheitelüberdeckung

20.00 m

Grabenbreite in Höhe des Rohrscheitels

3.05 m

Böschungswinkel der Grabenwand

60.0 °

Höhe des Wasserspiegels über dem Rohrscheitel

0.00 m

Einbettungsfall

ET2 (Bild 7b)

#### 4. Eingabewerte der Bodendaten

	Zone tt	Zone ts	Zone ns	Zone sn	
Bodengruppe	Gs=3	Gs=2	Gs=3	Gs=3	Pkt.7.2.1
Einbaubedingung	I1				Tab.2
Verdichtung	N	N			Pkt.5.4.2
SteifeModul (E <sub>jj</sub> ,1)	1.007	2.530	5.000		N/mm <sup>2</sup>
Exponent z	5.0	5.0			-
Exponent u	0.6	0.5	0.6		-
Wichte	18.0	18.0	18.0		kN/m <sup>3</sup>
Wichte im Grundwasser	11.0	11.0	11.0		kN/m <sup>3</sup>
Innerer Reibungswinkel	30.0		30.0		°
Proctordichte	87.0	90.0			%
Wandreibungswinkel	20.0		20.0		°
Korrekturfaktor (f <sub>c</sub> )		0.300			-
Reduktionsfaktor (f <sub>R,T</sub> )	1.000	1.000			-
Reduktionsfaktor (f <sub>R,GW</sub> )		1.000			-
Erddruckverhältnis	0.100	0.100			-

#### 5. Lasten

##### 5.1. Oberflächenlast

Keine Oberflächenlasten angegeben

##### 5.2. Verkehrslasten

Rohr unter einer Straße. Kein Straßenbelag

(Pkt.6.4.1)

##### 5.3. Weitere Lastfälle

Eigengewicht des Rohres nicht berücksichtigt  
 Rohr wird als Kanalrohr berechnet  
 Wasserfüllung (Vollfüllung) nicht berücksichtigt

## BERECHNUNG ERDVERLEGETER ROHRE GEMÄSS ÖNORM B 5012

### Teil II: Berechnungsergebnisse

#### 1. Annahmen zur Berechnung

Berechnung auf Langzeit

Verkehrslasten gelten gemäß 6.4 ÖNORM B 5012 als Kurzzeitlasten

Keine Berücksichtigung der Silotheorie gemäß 6.2

Spannungsnachweis gefordert

#### 2. Vertikalspannungen in Scheitelebene (Pkt.6)

$p_S$	(1)	Vertikalsp. inf. Erdauflast ohne Rohr u. Graben	0.360	N/mm <sup>2</sup>
$p_{S,v}$	(2)	Vertikalsp. inf. Erdauflast im Graben ohne Rohr	0.360	N/mm <sup>2</sup>
$p_{A,v}$	(6)(7)	Vertikalsp. inf. begrenzter Oberflächenlast	0.000	N/mm <sup>2</sup>
$p_{A,v}$	(6)(7)	Vertikalsp. inf. unbegrenzter Oberflächenlast	0.000	N/mm <sup>2</sup>
$D_{T,mod}$		Korrekturfaktor für Straßenaufbau	1.000	-
$f_{Verk.}$	(11)	Korrekturfaktor für Lastverteilung	1.000	-
$p_T$	(13)	Verkehrslastspannung infolge Straßenverkehr	0.002	N/mm <sup>2</sup>
$p_{T,v}$	(10)	Vertikalspannung infolge Straßenverkehr	0.002	N/mm <sup>2</sup>
$p_{T,v}$	(10)-(17)	Vertikalspannung infolge Verkehrslast	0.002	N/mm <sup>2</sup>

#### 3. Wirksame Bodenmodule (Pkt.7)

$E_{ts,1}$	(18a)	Modul i.d. Leitungszone (Tiefe 1)	2.530	N/mm <sup>2</sup>
$E_{tt,1}$	(18a)	Modul in der Wiederverfüllzone (Tiefe 1)	1.007	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ns,1}$	(18a)	Modul im anst. Boden neben d. Graben (Tiefe 1)	5.000	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ts,h}$	(20)	Modul in der Leitungszone (Tiefe h)	10.733	N/mm <sup>2</sup>
$E_{tt,h}$	(20)	Modul in der Wiederverfüllzone (Tiefe h)	5.706	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ns,h}$	(20)	Modul im anst. Boden neben d. Graben (Tiefe h)	28.697	N/mm <sup>2</sup>
$f_{R,T}$	Tab.10	Reduktionsfaktor Zeit (Leitungszone)	1.000	-
$f_{R,T}$	Tab.10	Reduktionsfaktor Zeit (Wiederverfüllzone)	1.000	-
$f_{R,GW}$	(23)	Reduktionsfaktor Grundwasser (Wiederverfüllzone)	1.000	-
$f_{R,GW}$	(23)	Reduktionsfaktor Grundwasser (Leitungszone)	1.000	-
$f_{R,TW}$	(24)	Reduktionsfaktor Grabenbreite (Leitungszone)	0.872	-
$E_{ts}$	(22a)	Modul in der Leitungszone (Rechenwert)	9.361	N/mm <sup>2</sup>
$E_{tt}$	(22b)	Modul in der Wiederverfüllzone (Rechenwert)	5.706	N/mm <sup>2</sup>
$E_{ns}$	(21)	Modul neben dem Graben (Rechenwert)	28.697	N/mm <sup>2</sup>
$E_{nb}$	(21)	Modul unter dem Rohr (Rechenwert)	57.06	N/mm <sup>2</sup>

#### 4. Verformungskriterium (Pkt.8)

$a$	Bild 16	Relative Ausladung	1.000	-
$\chi$	(25)	Verformungsverhältnis	23.508	-
$\chi$	Tab.12	Verformungskriterium: das Rohr verhält sich flexibel		
$S_{Bv}$	(26)	Vertikale Bettungssteifigkeit (Kurzzeit)	9.361	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bv}$	(26)	Vertikale Bettungssteifigkeit (Langzeit)	9.361	N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_v$	Tab.13	Vertikaler Auflagerwinkel	120.0	°
$\alpha_h$	Tab.14	Horizont. Reaktionsspannungswinkel	120.0	°

### 5. Lastkonzentrationsfaktoren (Pkt.8.3)

$a_{eff}$	(29)	Wirksame relative Ausladung (Kurzzeit)	0.6096	-
$a_{eff}$	(29)	Wirksame relative Ausladung (Langzeit)	0.6096	-
$S_{Bh}$	(31)	Horizontale Bettungssteifigkeit (Kurzzeit)	5.516	N/mm <sup>2</sup>
$S_{Bh}$	(31)	Horizontale Bettungssteifigkeit (Langzeit)	5.516	N/mm <sup>2</sup>
$\lambda_{max}$	(28)	Maximaler Lastkonzentrationsfaktor (Kurzzeit)	1.5737	-
$\lambda_{max}$	(28)	Maximaler Lastkonzentrationsfaktor (Langzeit)	1.5737	-
$\zeta$	(32)	Korrkkt. f. untersch. Bodenmodule	1.1117	-
$V_s$	(34)	Steifigkeitsverhältnis (Kurzzeit)	0.5427	-
$V_s$	(34)	Steifigkeitsverhältnis (Langzeit)	0.3546	-
$K^*$	(36)	Reaktionsdruckbeiwert (Kurzzeit)	0.9995	-
$K^*$	(36)	Reaktionsdruckbeiwert (Langzeit)	1.2420	-
$C_v^*$	(35)	Vertikaler Verformungsbeiwert (Kurzzeit)	-0.0252	-
$C_v^*$	(35)	Vertikaler Verformungsbeiwert (Langzeit)	-0.0096	-
$V_{PS}$	(37)	Systemsteifigkeit (Kurzzeit)	0.0232	-
$V_{PS}$	(37)	Systemsteifigkeit (Langzeit)	0.0058	-
$\lambda_P$	(38)	Lastkonzentrationsfaktor (Kurzzeit)	0.8000	-
$\lambda_P$	(38)	Lastkonzentrationsfaktor (Langzeit)	0.8000	-
$\lambda_s$	(39)	Lastkonzentrationsfaktor neben dem Rohr (Kurzzeit)	1.0667	-
$\lambda_s$	(39)	Lastkonzentrationsfaktor neben dem Rohr (Langzeit)	1.0667	-
$\lambda_{PT}$	(40)	Lastkonzentrationsfaktor im engen Graben	0.8369	-
$\lambda$		Lastkonzentrationsfaktor (Rechenwert Kurzzeit)	0.8369	-
$\lambda$		Lastkonzentrationsfaktor (Rechenwert Langzeit)	0.8369	-

### 6. Auf das Rohr wirkende Vertikalspannungen (Pkt.9.2)

$q_{S,v}$	(43)	Vertikalspannung infolge Erdauflast	0.3013	N/mm <sup>2</sup>
$q_{A,v}$	(44)	Vertikalspannung infolge Oberflächenlast	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{We,v}$	(45)	Vertikalspannung inf. äußerem Wasserdruck	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{T,v}$	(46)	Vertikalspannung infolge Verkehrslast	0.0016	N/mm <sup>2</sup>
$q_{v1}$	(42a)	Langzeitanteil der Vertikalspannung	0.3013	N/mm <sup>2</sup>
$q_{v2}$	(42b)	Kurzzeitanteil der Vertikalspannung	0.0016	N/mm <sup>2</sup>
$q_v$	(42)	Gesamte wirkende Vertikalspannung	0.3029	N/mm <sup>2</sup>

### 7. Auf das Rohr wirkende Horizontalspannungen (Pkt.9.3)

Verformungsunabhängige Anteile

$q_{S,h}$	(48)	Horizontalspannung infolge Erdauflast	0.0384	N/mm <sup>2</sup>
$q_{A,h}$	(49)	Horizontalspannung infolge Oberflächenlast	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{We,h}$	(50)	Horizontalspannung infolge äußerem Wasserdruck	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{T,h}$	(52)	Horizontalspannung infolge Verkehrslast	0.0002	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h,d}$	(53)	H. inf. Erdauflast (Zunahme im Rohrbereich)	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h1}$	(47)	Langzeitanteil der Horizontalspannung	0.0384	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h2}$	(51)	Kurzzeitanteil der Horizontalspannung	0.0002	N/mm <sup>2</sup>

### 8. Verträgliche Horizontalverschiebung im Kämpfer (Pkt.9.3.4.1)

Horizontalverschiebung ohne seitliche Bettung

$\Delta h_{0,1}$	(56a)	Horizontalverschiebung inf. Langzeitanteile	311.008	mm
$\Delta h_{0,2}$	(56b)	Horizontalverschiebung inf. Kurzzeitanteile	0.422	mm
$\Delta h_0$	(55)	Horizontalverschiebung inf. Gesamtlast	311.430	mm

Verträgliche Horizontalverschiebung mit seitlicher Bettung

$C_p^*$	(59)	Nachgiebigkeit des Rohres; $q_h^*=1$ (Kurzzeit)	-216.9	mm <sup>3</sup> /N
$C_p^*$	(59)	Nachgiebigkeit des Rohres; $q_h^*=1$ (Langzeit)	-867.7	mm <sup>3</sup> /N

$R_s$	(60)	Steifigkeit des Bodens; $q_h^*=1$ (Kurzzeit)	0.015	N/mm <sup>2</sup>
$R_s$	(60)	Steifigkeit des Bodens; $q_h^*=1$ (Langzeit)	0.015	N/mm <sup>2</sup>
$\Delta h_{,1}$	(64a)	verträgliche Hversch. inf. Langzeitanteile	22.026	mm
$\Delta h_{,2}$	(64b)	verträgliche Hversch. inf. Kurzzeitanteile	0.099	mm
$\Delta h$	(61-63)	verträgliche Hversch. inf. Gesamtlast	22.12	mm

### 9. Horizontale Bettungsreaktionsdruck (Pkt.9.3.4.2)

$q_{h,1}^*$	(69-71)	Bettungsreaktionsdruck inf. Langzeitanteile	0.3330	N/mm <sup>2</sup>
$q_{h,2}^*$	(69-71)	Bettungsreaktionsdruck inf. Kurzzeitanteile	0.0015	N/mm <sup>2</sup>
$q_h^*$	(68)	Bettungsreaktionsdruck inf. Gesamtlast	0.3345	N/mm <sup>2</sup>

### 10. Rohrverformungen (Pkt.11)

#### Vertikale Rohrverformung (Pkt.11.2)

$\delta_{v,io}$	(75)	Vertikalverformung inf. Vorverformung	0.0000	-
$\delta_{v,io\%}$	(75)	Vertikalverformung inf. Vorverformung	0.0000	%
$\delta_{v,ow}$	(76)	Vertikalverformung inf. Eigengewicht	0.0000	-
$\delta_{v,We}$	(77)	Vertikalverformung inf. Grundwasser	0.0000	-
$\delta_{v,Wi}$	(77)	Vertikalverformung inf. Wasserfüllung	0.0000	-
$\delta_{v1}$	(79a)	Vertikalverformung inf. Langzeitanteile	-0.0730	-
$\delta_{v2}$	(79b)	Vertikalverformung inf. Kurzzeitanteile	-0.0003	-
$\delta_v$	(73a)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-0.0732	-
$\delta_{v\%}$	(73b)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-7.3214	%
$\Delta dv$	(74)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-61.68	mm

#### Horizontale Rohrverformung (Pkt.11.3)

$\delta_{h0,io}$	(57h)	Horizontalverformung inf. Vorverformung	0.0000	-
$\delta_h$	(80a)	Horizontalverformung inf. Gesamtbelastung	0.0525	-
$\delta_{h\%}$	(80b)	Horizontalverformung inf. Gesamtbelastung	5.2524	%
$\Delta dh$	(80c)	Horizontalverformung inf. Gesamtbelastung	44.25	mm

### 11. Schnittkräfte (Punkt 12.2)

		Scheitel		Kämpfer		Sohle	
		M	N	M	N	M	N
		Nmm/mm	N/mm	Nmm/mm	N/mm	Nmm/mm	N/mm
$q_{v1}$	(81)	13952.446	3.427	-14166.276	-126.908	14700.853	-3.427
$q_{v2}$	(82)	75.690	0.019	-76.850	-0.688	79.750	-0.019
$q_{h1}$	(83)	-1703.373	-16.175	1703.373	0.000	-1703.373	-16.175
$q_{h2}$	(84)	-9.241	-0.088	9.241	0.000	-9.241	-0.088
$q_{h1}^*$	(85)	-10695.518	-80.943	12290.982	0.000	-10695.518	-80.943
$q_{h2}^*$	(86)	-47.854	-0.362	54.993	0.000	-47.854	-0.362
$q_{hd}$	(87)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$\Sigma 1$	-	1553.555	-93.692	-171.922	-126.908	2301.962	-100.545
$\Sigma 2$	-	18.595	-0.431	-12.617	-0.688	22.655	-0.468
$\Sigma$	-	1572.150	-94.123	-184.538	-127.597	2324.617	-101.013

### 12. Rand-Spannungen nach Th.1.O. für Abwasserleitungen gemäß 12.3.1.1

		Scheitel		Kämpfer		Sohle	
		innen	außen	innen	außen	innen	außen
$C_c$	(94)	1.0336	0.9664	1.0336	0.9664	1.0336	0.9664
$\sigma_1$	(93)	3.1375	-7.2032	-3.5803	-2.4360	5.5505	-9.7716
$\sigma_2$	(93)	0.0538	-0.0700	-0.0596	0.0244	0.0669	-0.0839
		3.1913	-7.2732	-3.6399	-2.4116	5.6174	-9.8555

$\Sigma$

$\sigma_{tot}$		Maximale Spannung (in der Sohle, innen)	5.617	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{tot,1}$		Max. Spann. für druckloses Rohr inf. Langzeitanteile	5.550	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{tot,2}$		Max. Spann. für druckloses Rohr inf. Kurzzeitanteile	0.067	N/mm <sup>2</sup>

### 13. Max. Spann. nach Th.2.O. gemäß 12.3.1.2 (druckloses Rohr)

$K'$	(96)	Spannungsverhältnisfaktor	0.1275	-
------	------	---------------------------	--------	---

Berechnung nach Theorie II.Ordnung gemäß 12.3.1.2 nicht erforderlich

### 14. Max.zul.Vertikalverformung

$\delta_{V\%}$	(73b)	Vertikalverformung inf. Gesamtbelastung	-7.3214	%
		Max.zul. Vertikalverformung	9.0	%

**Die maximal zulässige Vertikalverformung wird nicht erreicht**

### 15. Sicherheitsnachweise (Pkt.15)

$\sigma_{max,1}$		Max. Spannung infolge ständigen Lasten	5.55	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{max,2}$		Max. Spannung infolge Verkehrslast	0.07	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{max}$		Maximale Gesamtspannung	5.62	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ult,ST}$		Grenzspannung, Kurzzeitwert	39.00	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{ult,LT}$		Grenzspannung, Langzeitwert	17.00	N/mm <sup>2</sup>
$\eta_{R,1}$	(138a)	Teilsicherheit für ständige Lasten	3.06	-
$\eta_{R,2}$	(138b)	Teilsicherheit für Verkehrslasten	582.98	-
$\eta_R$	(138c)	vorhandene Gesamtsicherheit	3.05	-
$F_{SR}$	Tab.29	geforderte Mindestsicherheit	1.40	-

**Die geforderte Mindestsicherheit ist gegeben**

**HINWEIS: eine negative Teilsicherheit bedeutet, dass aus der entsprechenden Ursache nur Druckspannungen entstehen.**