

- **Hydrogeologie**
Wassererschließung
Grundwassermodellierung
Schutzzonenausweisung
- **Ingenieurgeologie**
Baugrund - Gründungsberatung
Bohrtechnik und Brunnenbau
- **Umweltgeologie**
Altlasten - Deponien
Sanierung – Rückbau
Geothermie
Regenwasserversickerung

[Hydrosond · Winnipeg Ave. B112 · 77836 Rheinmünster](#)

Gemeinde Reute

Hinter den Eichen 2
79276 Reute

Geotechnische Untersuchungen

zu

Hochwasserschutzmaßnahmen

im Bereich der

Glatter-Schwemmflächen

Auftrags-Nr. : 17117
Datum : 10.08.2017
Verteiler : 1 x Gemeinde Reute, 1 x pdf

INHALTSVERZEICHNIS

1. Veranlassung
2. Durchgeführte Untersuchungen
 - 2.1 Bohraufschlüsse
 - 2.2 Beprobungen und Laboruntersuchungen
3. Geplantes Bauwerk
4. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
5. Bodenmechanische Kennwerte
6. Erdbeben
7. Durchlässigkeit des Untergrundes
8. Geotechnische Empfehlungen
9. Schadstoffuntersuchungen
10. Allgemeines

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anl. 1: Lageplan
- Anl. 2: Bohrprofile der Rammkernbohrungen Bk 1 – Bk 7
- Anl. 3: Protokoll der Rammsondierung DPH 1
- Anl. 4: Laborergebnisse, Büro Hydrosond
- Anl. 5: Laborergebnisse, Labor Synlab

1. Veranlassung

Das Ingenieurbüro BIT Ingenieure AG, Freiburg, plant für die Gemeinde Reute Maßnahmen zum Hochwasserschutz.

Für die Einzelmaßnahmen waren entsprechende geotechnische Untersuchungen erforderlich. Das Hochwasserschutzkonzept beinhaltet folgende Maßnahmen:

- Maßnahme 1: lt. Planung keine geotechnischen Untersuchungen erforderlich
- Maßnahme 2: Herstellung eines Durchlasses unter der Straße
- Maßnahme 3: Sicherung der Süd- und der Ostseite der Bebauung
- Maßnahme 4: Herstellung einer Dammstruktur in einer Länge von ca. 350 m
- Maßnahme 5: Herstellung einer Ufermauer

Das Geologische Büro HYDROSOND, Rheinmünster, wurde von der Gemeinde Reute mit der Durchführung der Untersuchung des Untergrundes und der Erstellung des hiermit vorgelegten Untersuchungsberichtes beauftragt.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Bohraufschlüsse

2.1.1 Maßnahme 1:

Für diese Maßnahme waren keine Untersuchungen des Untergrundes erforderlich

2.1.2 Maßnahme 2: Herstellung eines Durchlasses unter der Straße

Zur Erkundung des Baugrundes wurden in diesem Bereich 2 Rammkernbohrungen (Bk6 und Bk7) bis in eine Tiefe von max. 3,0 m u. GOK abgeteuft. Die Lagerungsdichte der angetroffenen Kiese wurde über 1 Rammsondierung bis in eine Tiefe von 3,0 m unter derzeitige Geländeoberkante (u. GOK) erkundet.

Auf den Ausbau einer Bohrung zu einer temporären 2“-Grundwassermessstelle wurde nach Rücksprache mit BIT Ingenieure verzichtet.

2.1.3 Maßnahme 3: Sicherung der Süd- und der Ostseite der Bebauung

Nach Rücksprache mit BIT Ingenieure wurde auf die Baugrunderkundung für die Maßnahme 3 vorläufig verzichtet.

2.1.4 Maßnahme 4: Herstellung einer Dammstruktur in einer Länge von ca. 350 m

In diesem Bereich wurden 5 Rammkernbohrungen (Bk 1 - Bk 5) bis in eine Tiefe von 3,0 m u. GOK abgeteuft. Davon wurden die BK 1, Bk 2 und Bk 3 entlang des geplanten Dammes, und die Bohrungen Bk 4 und Bk 5 im Bereich der Ausgleichsfläche niedergebracht.

Die Bohrung Bk 2 konnte wegen eines Bohrhindernisses nur bis 1,8 m u. GOK ausgeführt werden.

2.1.5 Maßnahme 5: Herstellung einer Ufermauer

Nach Rücksprache mit BIT Ingenieure wurde auf die Baugrunderkundung für die Maßnahme vorläufig verzichtet.

Alle Ansatzpunkte wurden nach ihrer Lage eingemessen. Die Schichtenfolgen der Bohrungen wurden aufgenommen und in Anlehnung an DIN 4022 und DIN 4023 beschrieben.

2.2 Beprobung und Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen wurden mehrere Einzelbodenproben entnommen, die danach nach Rücksprache mit BIT Ingenieure zu Mischproben vereinigt wurden. Die Oberbodenproben wurden auf eine evtl. Schwermetall-Belastung untersucht.

Die Mischprobe MP 4 (Maßnahme 2) wurde nach VwV Baden-Württemberg analysiert. Weiterhin wurden hier aus der Fahrbahn der Straße und des Fahrradwegs 2 Asphaltproben entnommen, die auf Ihre PAK-Gehalte untersucht wurden.

Bei den Bodenproben der Schluffschicht (Schicht 2, s.u.) und der oberen Kiesschicht (Schicht 3) wurde die Kornverteilung ermittelt (s. Tab. 1, 2).

2.1.2 Maßnahme 2

Tab. 1: Zusammenstellung der entnommenen und untersuchten Bodenproben

Proben	Tiefe [m]	Bodenart				
			Schwermetalle	VwV	PAK	Kornverteilung
MP 3 (Bk 6 + Bk 7)	0,0 – 0,2	Oberboden	x	-	-	-
MP 4 (Bk 6 + Bk 7)	0,2 – 1,0	Kies, schluffig	x	x	-	-
AP 1	Straße	Schwarzdecke	-	-	x	-
AP 2	Fahrradweg	Schwarzdecke	-	-	x	-
Bk 6 – Bk 7	0,2 – 1,0	Kies, schluffig	-			x

x = Probe untersucht, – = Probe nicht untersucht

2.1.4 Maßnahme 4

Tab. 2: Zusammenstellung der entnommenen und untersuchten Bodenproben

Proben	Tiefe [m]	Bodenart		
			Schwermetalle	Kornverteilung
MP 1 (Bk1 + Bk 2 * Bk 3)	0,0 – 0,3	Oberboden	x	-
MP 2 (Bk 4 + Bk 5)	0,3 - 1,5	Oberboden	-	-
Bk 3.1	0,4 - 0,9	Schluff	x	x
Bk 3.2	0,9 – 1,7	Kies, schluffig	-	x

x = Probe untersucht, – = Probe nicht untersucht

3. Geplante Bauwerke

3.1 Maßnahme 2

Unter der Fahrbahn der Straße soll ein Durchlass aus Fertigbetonteilen hergestellt werden. Der Durchlass soll auf ca. 10 m Länge, eine lichte Höhe von ca. 0,5 m und eine lichte Breite von ca. 10 m ausgeführt werden. Die Gründungssohle des Durchlasses ist bei ca. 0,7 m u. GOK geplant.

Gemäß Profilschnitt wird die Asphaltdecke unmittelbar auf die Rohre des Durchlasses aufgelegt.

3.1 Maßnahme 4

Als Hochwasserschutz soll entlang des Nordufers der „Glatter“ ein Damm von ca. 350 m Länge, 1,0 bis 1,5 m Höhe und nach Norden auslaufend aufgeschüttet werden.

Südwestlich des geplanten Damms ist eine Ausgleichs-Retentionsfläche vorgesehen. Daher soll die geplante Fläche von ca. 1.450 m² um ca. 0,35 m vertieft werden; weiterhin ist vorgesehen, das Aushubmaterial für die Herstellung des Dammkörpers zu verwenden.

4. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Die Beschreibung des Untergrundes im Bereich des Durchlasses wurden die Profile der Bohrungen Bk 6 und Bk 7 zugrunde gelegt.

Im Bereich des geplanten Damms wurde der Untergrund über die Bohrungen Bk 1 – Bk 3 erkundet.

Die Untergrundverhältnisse im Bereich der Ausgleichsfläche wurden über 2 Bohrungen Bk 4 und Bk 5 festgestellt.

Nach den Profilen der Aufschlüsse werden die angetroffenen Untergrundverhältnisse in 4 Schichten bzw. Homogenitätsbereiche unterteilt und charakterisiert:

- Schicht 1: Oberboden;
- Schicht 2: Schluffe;
- Schicht 3: Schluffige Kiese;
- Schicht 4: Sandige Kiese.

In der nachfolgenden Beschreibung des Baugrundes gehen wir auf die o.g. Untersuchungsbereiche gesondert ein.

4.1 Maßnahme 2 - Durchlass

4.1.1 Untergrundaufbau

Schicht 1: Oberboden

Die Oberbodenschicht wurde in den beiden Bohrungen erbohrt. Die Mächtigkeit liegt einheitlich bei ca. 0.2 m, es handelt es sich dabei um sandige, tonige Schluffe mit organischen Beimengungen.

Die Schluffe der Schicht 1 sind der Bodengruppe OU zuzuordnen (s. Tab. 3).

Schicht 2: Schluffe

Die Schluffe der Schicht 2 wurden im Bereich des geplanten Durchlasses nicht angetroffen.

Schicht 3: Schluffige Kiese

Die schluffigen Kiese der Schicht 3 wurden ab UK der Oberbodenschicht angetroffen und hielten in den Bohrungen bis 1,9 m (Bk 6) bzw. 2,5 m (Bk 7) u. GOK durch.

Bei den Kiesen der Schicht 3 handelt sich hier um sandige, schluffige Mittel- bis Grobkiese mit eingelagerten Steinen der Bodengruppen GU (s. Tab. 3)

Nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen sind die Kiese der Schicht 3 durchgehend mitteldicht gelagert.

Die Schicht 3 ist als gut tragfähiger Baugrund zu bezeichnen. Für die Gründung und zur Abtragung der Lasten ist diese Schicht geeignet und zu empfehlen.

Schicht 4: Kiesschicht

Die sandigen Kiese der Schicht 4 folgen unmittelbar den schluffigen Kiesen der Schicht 3 und hielten in den Bohrungen bis zur Endtiefe von 3,0 m u. GOK durch.

Bei den Kiesen der Schicht handelt sich hier um sandige Mittel- bis Grobkiese mit eingelagerten Steinen der Bodengruppen GW.

Nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen sind die Kiese der Schicht 4 überwiegend mitteldicht gelagert.

Die Schicht 4 ist als gut tragfähiger Baugrund zu bezeichnen. Für die Gründung und zur Abtragung der Lasten ist diese Schicht geeignet.

4.1.2 Grundwasser

Grundwasser wurde z.Zt. der Untersuchungen in den Bohrungen einheitlich in einer Tiefe von ca. 2.6 m u. GOK angetroffen.

Es ist davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel u.E. deutlich über die in den Bohrungen ermittelten Werte ansteigen kann.

Es ist anzunehmen, dass die Grundwasserverhältnisse für den Untersuchungsbereich auf die Vorflut „Glötter“ eingestellt sind. Demnach würden die Grundwasserstände mit der „Glötter“ korrespondieren.

Daten über die Schwankungsbreite des Grundwasserspiegels oder zu einem Bemessungwasserstand liegen nicht vor. Allerdings sind u.E. für die geplanten Baumaßnahmen die z.Zt.d.Untersuchungen gemessenen Grundwasserverhältnisse nicht relevant.

4.2 Maßnahme 4 - Damm

4.2.1 Untergrundaufbau

Schicht 1: Oberboden

Im Bereich des geplanten Damms beträgt die Mächtigkeit des Oberbodens ca. 0,4 m. Es handelt sich hier um humosen sandige, tonige Schluffe.

Die Schluffe der Schicht 1 sind der Bodengruppe OU zuzuordnen (s. Tab. 3).

Schicht 2: Schluffe

Die Schluffe der Schicht 2 wurden hier in relativ gleichbleibender Mächtigkeit angetroffen. Die UK der Schicht liegt in den Bohrungen zwischen 0,8 m und 0,9 m u. GOK; damit beträgt die Mächtigkeit der Schluffe ca. 0,4/0,5 m.

Die hellbraunen, schwach feinsandigen Schluffe waren durchgehend von halbfester Konsistenz und sind der Bodengruppe UL zuzuordnen (s. Tab. 3).

Die Schluffe der Schicht 2 sind von halbfester Konsistenz und können dann als tragfähig eingestuft werden. Damit wären sie u.E. als Planum bzw. als Aufschüttungsebene des geplanten Damms geeignet.

Schicht 3: Schluffige Kiese

Die schluffigen Kiese der Schicht 3 wurden ab UK der Schluffe angetroffen und hielten in den Bohrungen bis: 1,3 m (Bk 1) – 1,2 m (Bk 2) - 1,7 m (Bk 3) u. GOK durch.

Bei den Kiesen der Schicht 3 handelt sich hier um sandige, schluffige Mittel- bis Grobkiese mit eingelagerten Steinen der Bodengruppe GU.

Die Lagerungsdichte der Kiese kann als mitteldicht angenommen werden.

Die Schicht 3 ist als gut tragfähiger Baugrund zu bezeichnen. Für die Gründung und zur Abtragung der Lasten ist diese Schicht geeignet.

Schicht 4: Kiesschicht

Die sandigen Kiese der Schicht 4 folgen unmittelbar den schluffigen Kiesen der Schicht 3 und hielten in den Bohrungen bis zur Endtiefe von 3,0 m u. GOK durch.

Bei den Kiesen der Schicht handelt sich hier um sandigen Mittel bis Grobkiese mit eingelagerten Steinen der Bodengruppen GW, die nach dem Bohrfortschritt mitteldicht gelagert sind.

Die Schicht 4 ist als gut tragfähiger Baugrund zu bezeichnen. Für die Gründung und zur Abtragung der Lasten ist diese Schicht geeignet.

4.2.2 Grundwasser

Im Bereich des geplanten Damms wurde Grundwasser nur in der Bohrung Bk 1 in einer Tiefe von 2,7 m u. GOK erbohrt. Wegen geringer Standfestigkeit des Bohrlochs konnte kein exakter Ruhewasserspiegel gemessen werden.

Auch hier ist davon auszugehen, dass die Grundwasserverhältnisse für den Untersuchungsbereich auf die Vorflut „Glötter“ eingestellt sind.

Es ist davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel u.E. deutlich über die in den Bohrungen ermittelten Werte ansteigen kann.

4.3 Maßnahme 4 - Ausgleichsfläche

4.3.1 Untergrundaufbau

Schicht 1: Oberboden

Im Bereich der Ausgleichfläche beträgt die Mächtigkeit des Oberbodens ca. 0,4 m. Es handelt sich hier um sandige, tonige Schluffe mit organischen Beimengungen.

Die Schluffe der Schicht 1 sind der Bodengruppe OU zuzuordnen (s. Tab. 3).

Schicht 2: Schluffe

Die Schluffe der Schicht 2 wurden in den Bohrungen in unterschiedlicher Mächtigkeit angetroffen. Dabei sinkt die UK dieser Schicht in den Bohrungen bis 2,0 m bzw. 2,4 m u. GOK. Damit variiert die Mächtigkeit der Schicht zwischen 1,6 m und 2,0 m.

Die braunen schwach feinsandigen, tonigen Schluffe waren von steifer Konsistenz und sind der Bodengruppe UM zuzuordnen (s. Tab. 3).

Schicht 3: Schluffige Kiese

Die schluffigen Kiese der Schicht 3 wurden ab UK der Schluffe in sehr geringer Mächtigkeit angetroffen; diese betrug nur ca. 0,1/0,2 m.

Bei den Kiesen der Schicht 3 handelt sich hier um sandige, schluffigen Mittel- bis Grobkiese mit eingelagerten Steinen der Bodengruppe GU.

Schicht 4: Kiesschicht

Die Kiese der Schicht 4 folgen unmittelbar den schluffigen Kiesen der Schicht 3 und hielten in den Bohrungen bis zur Endtiefe von 3,0 m u. GOK durch.

Bei den Kiesen der Schicht handelt sich hier um sandige Mittel- bis Grobkiese mit eingelagerten Steinen der Bodengruppen GW, die nach Bohrfortschritt mitteldicht gelagert sind.

4.3.2 Grundwasser

Im Bereich der Ausgleichsfläche wurde Grundwasser nur in der Bohrung Bk 5 in einer Tiefe von 2,8 m u. GOK erbohrt.

Auch hier kann ausgegangen werden, dass die Grundwasserverhältnisse für den Untersuchungsbereich auf die Vorflut „Glottter“ eingestellt sind.

Für die geplanten Baumaßnahmen sind die z.Zt. der Untersuchungen gemessenen Grundwasserverhältnisse nicht von Bedeutung.

5. Bodenmechanische Kennwerte

Die Ansprache der Böden erfolgte nach DIN 18196, die der Bodenklassen nach DIN 18300. Die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten wurde nach ZTVE-STB 09 vorgenommen.

Tab. 3: Charakteristische Bodenwerte ausgewählter geotechnischer Kenngrößen

Schicht	Bodenart	Konsistenz/ Lagerungsdichte	Wichte, erdfeucht γ [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
1	Oberboden		-	-	-	-
2	Schluffe	steif-halbfest	20,5	27,5	3	10
3	Schluffigen Kiese	mitteldicht	20,5	30	-	40
4	Sandigen Kies	mitteldicht	21,5	32,5	-	600

Tab. 4: Geotechnische Klassifizierung des Baugrundes

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Frostempfindlichkeits- klasse ZTVE-07	Verdichtbarkeits- klasse ZTVE-07
1	OU	1	F3	-
2	UL/UM	4	F3	V3
3	GU	3	F2	V1
4	GW	3	F1	V1

Die o.g. genannten Bodenklassen nach DIN 18300 gelten nur für das Lösen des Bodens bzw. für Aushubarbeiten. Die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodenarten wurde nach ZTVE-StB 97: F1 – nicht frostempfindlich, F2 – gering bis mittel frostempfindlich, F3 – sehr frostempfindlich, durchgeführt.

6. Erdbeben

Das Baugelände befindet sich nach DIN 4149, 2005-04 und der darin enthaltenen Karte der Erdbebenzonen im Bereich der **Erdbebenzone 1**.

Nach den Untersuchungen ist der Baugrund im Bereich des Baufensters der **Baugrundklasse B** zuzuordnen.

Nach DIN 4149, 2005-04, Bild 3, liegt das Baufenster in der **Untergrundklasse R**.

7. Durchlässigkeit des Untergrundes

Die sandigen Schluffe der Schicht 2 weisen nach der Kornverteilung Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1,1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ auf und sind somit nach DIN 18 130 als gering durchlässig einzustufen.

Die schwach schluffigen Kiese der Bodengruppe GU der Schicht 3 sind nach Seiler stark durchlässig. Nach der Kornverteilung der Probe MP 4 liegt der Durchlässigkeitsbeiwert bei $k_f = 6,1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$.

Auch die sandigen Mittel- bis Grobkiese der Schicht 4 erreichen nach Literaturdaten einen Durchlässigkeitsbeiwert von $>10^{-3} \text{ m/s}$ (stark durchlässig).

8. Geotechnische Empfehlungen

8.1 Maßnahme 2: Durchlass

Bei der Verlegung von Rohrleitungen müssen die Rohre gleichmäßig mit der ganzen Rohrlänge aufliegen und der Boden muss im Bereich der oberen Bettungsschicht mindestens die gleiche Dichte aufweisen wie im Bereich unter dem Rohr (Abb. 1).

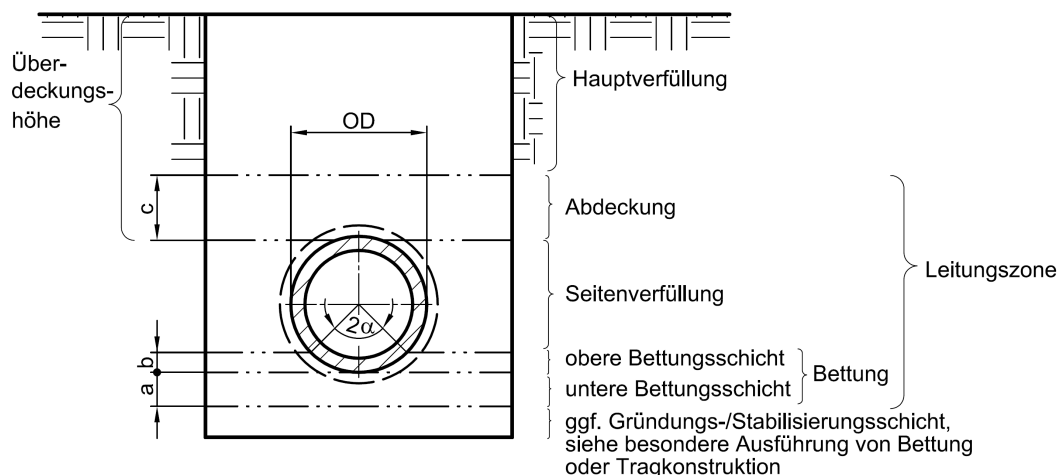


Abb. 1: Schematischer Schnitt Leitungszone und Hauptverfüllung nach DIN EN1610

Nach den Forderungen der DIN EN 1610 sind folgende Bettungsvarianten möglich (Abb. 2):

- Bettung Typ 1: Tiefer ausgehobene Grabensohle, Rohrverlegung auf ein einzubringendes Auflager (untere Bettungsschicht)
- Bettung Typ 2: Rohrverlegung direkt auf die vorgeformte und vorbereitete Grabensohle (gewachsener Boden)
- Bettung Typ 3: Rohrverlegung direkt auf die Grabensohle (gewachsener Boden)

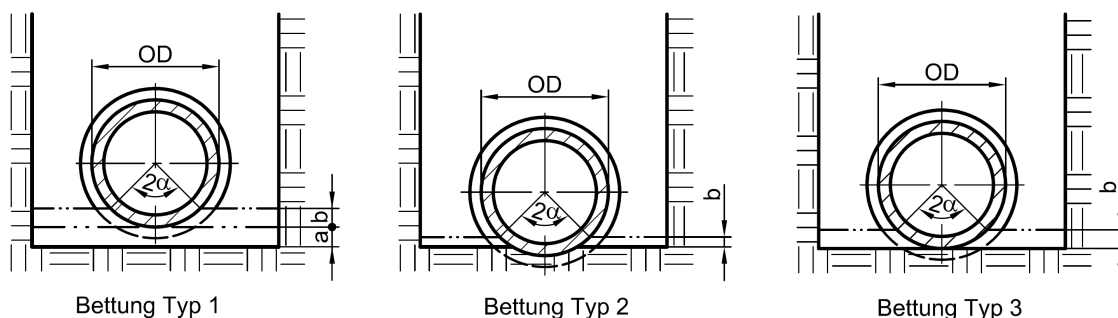


Abb. 2: Bettungstypen nach DIN EN 1610

Eine unmittelbare Rohrbettung nach Bettung Typ 2 und Typ 3 kann nach DIN EN 1610 bei gleichmäßigen, relativ feinkörnigen, nichtbindigen Böden aus Sand bis Mittelkies mit Größtkorn 22 mm und bei bindigen Böden mit gleichmäßiger Tragfähigkeit mit einer Mindestdicke von $100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ erfolgen.

Bei der geplanten Auflagetiefe des Durchlasses von ca. 0,7 m u. GOK würde die Sohle nach den Bohraufschlüssen einheitlich in den Kiesen der **Schicht 3** zu liegen kommen.

Bei einer Lage der Gründungssohle des Durchlasses in den als gut tragfähig einzustufenden Kiesen der **Schicht 3** wären eventuell keine weiteren Maßnahmen notwendig.

Allerdings können nach der Kornverteilungskurve (Anl. 4) die Kiese der **Schicht 3** Grobkiese (Korngröße $>22 \text{ mm}$) enthalten. Daher ist nach ZTVE-StB 09 eine direkte Auflagerung der Rohrleitung in den Kiesen der **Schicht 3** nicht zulässig.

Weiterhin ist anzumerken, dass es sich bei den Kiesen der Schicht 3 um nicht frostsicheres Material handelt. Daher wäre unter der Sohle des Durchlasses ein Bodenaustausch mit frostsicheren Material in einer Mächtigkeit von mindestens $\geq 0,3 \text{ m}$ vorzusehen.

Um eine gleichmäßige Bettung zu gewährleisten, ist der Einbau einer unteren Bettungsschicht nach **Bettung Typ 1** erforderlich.

Als Material für das Leitungsaufleger sind Sand, stark sandiger Kies mit Größtkorn 22 mm oder Brechsand bzw. Splitt mit Größtkorn 11 mm zu verwenden.

Die obere Bettungsschicht ist entsprechend den statischen Berechnungen bzw. der Planvorgaben in der vorgegebenen Dicke herzustellen. Alternativ dazu kann eine Bettung mit einem durchgehenden Betonaufleger vorgesehen werden.

Eine Auflockerung des anstehenden Bodens im Auflagerbereich muss vermieden werden. Aufgelockerter Boden muss durch eine gleichmäßige Nachverdichtung auf mindestens $D_{Pr} \geq 97\%$ Proctordichte verdichtet werden.

Gemäß Planung ist eine Abdeckung des Durchlasses nicht vorgesehen. Nach DIN EN 1610 ist eine Überdeckung von 0,15 m über dem Rohrschaft festgelegt. Daher soll u.E. diese Art der Verlegung der Rohre mit dem Hersteller abgestimmt werden.

Besondere Belastungen während des Bauzustands, z. B. Befahren der überschütteten Rohrleitungen bei kleiner Überdeckung mit schweren Baugeräten und Fahrzeugen sowie Lagerung von Bodenaushub über der Leitung, sind unzulässig.

8.2 Maßnahme 4 - Damm

Die vertikalen Spannungen in der Sohlfuge $[\sigma]$ des Damms betragen $\sigma = H \cdot \gamma$ und nehmen unter der Böschungsfläche entsprechend der Böschungshöhe (H) ab.

Weiterhin erfährt ein Dammkörper außer Untergrundsetzungen immer eine Eigenkonsolidierung, die vom Dammschüttmaterial, der Verdichtung und der Dammhöhe abhängig ist.

Bei guter Verdichtung $\geq 97\%$ Proctordichte liegen die Setzungen bei 0,3 bis 1,0% der Schütthöhe und klingen wenige Wochen nach der Bauzeit aus.

Schlecht verdichtete Dämme können Eigensetzungen bis zu 5% der Schütthöhe erfahren, die auch über längere Zeit anhalten können.

Es ist zu erwähnen, dass das für den Dammkörper vorgesehene Abschiebungsmaterial (Oberboden) aus dem Bereich der Ausgleichsfläche als Dammschüttmaterial nicht geeignet ist.

Gemäß Planung wird der geplante Damm in einer Höhe von ca. 1,0 m bis 1,5 m hergestellt. Bei dieser Höhe und einer Breite der Dammkrone von z.B. 1,0 m sowie Böschungsneigung von nicht steiler als 1:5 würde die Breite der Dammsohle ca. 5,5 m betragen.

Vor der Aufschüttung des Dammkörpers ist die Oberbodenschicht auf die ganze Breite der Dammsohle zu entfernen und durch gut tragfähiges Material zu ersetzen.

Die Schluffe der Schicht 2 wurden im Bereich des geplanten Damms in einer Mächtigkeit von nur 0,4/0,5 m angetroffen und besitzen durchgehend eine halbfeste Konsistenz; daher können diese u.E. als Aufschüttungsebene für den Dammkörper im Untergrund verbleiben.

Die unterlagernden Kiese der Schichten 3 und 4 sind mitteldicht gelagert und damit für Abtragung der Lasten aus dem Dammkörper am besten geeignet.

9. Schadstoffuntersuchungen

9.1 Schwermetallbelastung des Oberbodens

Im Hinblick auf die Schwermetallbelastungen des Oberbodens wurden aus der Oberbodenschicht einzelne Bodenproben entnommen, die danach zu Mischproben vereinigt und auf ihre Schwermetallgehalte untersucht wurden (s. Tab. 1).

Die analytisch ermittelten Schwermetallbelastungen sind in der Tabelle 5 zusammengefasst.

Die Ergebnisse der Analytik werden im folgenden in Anlehnung an die Zuordnungswerte für Schwermetalle der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums B-W und Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) bewertet. Für die Bewertung nach BBodSchV wurden die Vorsorgewerte für Schwermetalle herangezogen.

Tab. 5: Schwermetall-Belastungen des Oberbodens

Parameter	Schwermetall-Belastung gem. Analytik				Zuordnungswerte n. VwV					BBodSchV
					[mg/kg]					[mg/kg]
Probe	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4*	Z0	Z0*IIIA	Z0*	Z1.1/Z1.2	Z2	
Arsen	13,6	18	6,1	2,96	15	15	15	45	150	-
Blei	631	1.220	180	33,4	70	100	140	210	700	70
Cadmium	0,441	0,538	0,43	<0,3	1	1	1	3	10	1
Chrom	27,6	23,6	27	30	60	100	120	180	600	60
Kupfer	46,1	71,8	24,9	12,3	40	60	80	120	400	40
Nickel	14,8	13,9	14,3	17	50	70	100	150	500	50
Thallium	0,1	0,1	0,13	0,1	0,7	0,7	0,7	2,1	7	-
Ouecksilber	0,278	<0,25	<0,25	0,493	0,5	1	1	1,5	5	0,5
Zink	381	495	187	63,9	150	200	300	450	1.500	150

* MP 4 (Bk 6 + Bk 7) = Mischprobe aus schluffigen Kiesen der Schicht 2

Zuordnung für Schwermetall-Belastungen n. VwV B-W

	Z0
	Z0*IIIA
	Z0
	Z1.1
	Z1.2
	Z2

Arsen: Ausweislich der Laborbefunde liegt nur in der MP 2 eine leichte Arsen-Belastung vor, mit 18,0 mg/kg wird hier der Zuordnungswert Z0 von 15,0 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z1.1 von 45 mg/kg ist eingehalten.

Blei: Ausweislich der Laborbefunde wurden in den Bodenproben nach Verwaltungsvorschrift Blei-Belastungen vorgefunden, die die Zuordnungswerte Z0 bzw. Z1.2 der VwV überschreiten:

- MP 1, MP 2 Überschreitung des Zuordnungswertes Z1.2 von 210 mg/kg;
- MP 3 mit 180 mg/kg wird der Zuordnungswert Z0* von 140 mg/kg überschritten.

Der Vorsorgewert der BBodSchV von 70 mg/kg wurde ebenfalls überschritten.

Cadmium: Ausweislich der Laborbefunde liegen im Bebauungsgebiet keine Cadmium-Belastungen vor, die die Zuordnungswerte der VwV und die Vorsorgewerte der BBodSchV überschreiten.

Chrom: Ausweislich der Laborbefunde liegen im Bebauungsgebiet keine **Chrom-Belastungen** vor, die die Zuordnungswerte der VwV und die Vorsorgewerte der BBodSchV überschreiten.

Kupfer: In den Bodenproben MP 1 und MP 2 wurde mit 46,1 mg/kg und 71,8 mg/kg der Zuordnungswert Z0 der VwV von 40 mg/kg und der Vorsorgewert der BBodSchV von 40 mg/kg überschritten.

Der Zuordnungswert Z0* IIIA von 60 mg/kg wurde nur in der Probe MP 2 überschritten.

Die übrigen Proben zeigten keine Überschreitungen des Zuordnungswertes Z0 für Kupfer.

Nickel: Ausweislich der Laborbefunde liegen in den Proben MP 1, MP 2 und MP 3 keine Nickel- Belastungen vor.

In der Bodenprobe MP 4 (Vollanalyse n. VwV) wurde mit 17,0 mg/kg der Zuordnungswert Z0 der VwV von 15 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z0*IIIA von 70 mg/kg wurde jedoch nicht erreicht.

Quecksilber: Ausweislich der Laborbefunde liegen im Baugebiet keine Quecksilber-Belastungen vor, die die Zuordnungswerte der VwV und die Vorsorgewerte der BBodSchV überschreiten.

Thallium: Ausweislich der Laborbefunde liegen in den Proben MP 1, MP 2 und MP 3 keine Thallium-Belastungen vor, die die Zuordnungswerte der VwV und die Vorsorgewerte der BBodSchV überschreiten.

In der Bodenprobe MP 4 (Vollanalyse n. VwV) ist mit 0,493 mg/kg der Zuordnungswert Z0 der VwV von 0,4 mg/kg überschritten, der Zuordnungswert Z0*IIIA von 0,7 mg/kg jedoch nicht erreicht.

Zink: Ausweislich der Laborbefunde wurden in den Bodenproben MP 1 und MP 2 Zink-Belastungen vorgefunden, die die Zuordnungswerte der VwV überschreiten. Die Vorsorgewerte der BBodSchV wurden ebenfalls überschritten.

Dabei sind die Proben wie folgt einzustufen:

- MP 1: Überschreitung des Zuordnungswertes Z0* von 300 mg/kg; der Zuordnungswert Z1.1 von 450 mg/kg wird nicht erreicht;
- MP 2: Überschreitung des Zuordnungswertes Z1.2 von 450 mg/kg; der Zuordnungswert Z2 von 1.500 mg/kg wird nicht erreicht

In den Mischproben MP 3 und MP 4 lagen die Zink-Belastungen über dem Zuordnungswert Z0.

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich die Untersuchungsfläche in einem Gebiet mit geogen bedingt erhöhten Schwermetall-Gehalten befindet. Daher sollten u.E. die vorgefundenen Überschreitungen bei den Schwermetallen nicht überbewertet werden.

9.2 Schadstoffuntersuchungen bzw. Entsorgungsrelevanz

Im Bereich der Maßnahme 3 (Durchlass) wurde aus den schluffigen Kiesen der Schicht 3 eine Mischprobe MP 4 gebildet. Nach Absprache mit dem Planer wurde die Probe entsprechend dem Parameterumfang für Boden gemäß Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums B-W vom 14.03.07 (Az.: 25-8980.08M20 Land/3) bezüglich der Entsorgungsrelevanz, analysiert.

Die nachfolgend genannten Abkürzungen Z0, Z1, Z.2 bezeichnen sowohl Einbaukonfigurationen als auch Materialqualitäten.

Bodenmaterial der Qualitätsstufe Z0 kann bei allen Einbaukonfigurationen (Z0, Z0*, Z1.1, Z1.2 und Z2), Bodenmaterial der Qualitätsstufe Z1.1 dagegen nur bei den Einbaukonfigurationen Z1.1, Z1.2 und Z2 eingesetzt werden. Besondere gebietsbezogene Einschränkungen, z.B. durch Wasserschutzgebietsverordnungen, sind zu beachten.

Eine Verwertung in den Wasserschutzgebietszonen I und II ist ausgeschlossen. (VwV Baden-Württemberg). Für die Verfüllung von Flächen darf Z0-Material uneingeschränkt verwendet werden.

Mischprobe MP 4: Bohrungen Bk 6 und Bk 7, Beprobungstiefe 0,2 – 1,0 m

Das Material der Probe besteht aus sandigen, schluffigen Kiesen. Die stoffliche Zusammensetzung ergab nach visueller Beurteilung keine Beimengungen von Bauschutt. Das Probenmaterial war organoleptisch unauffällig.

Der Prüfbericht Nr. 17-0107821/01-1 ist als Anlage 5 beigelegt.

Mit einem Chrom-Gehalt von 30 mg/kg; Nickel-Gehalt von 17 mg/kg; Thallium-Gehalt von 0,493 mg/kg und Zink-Gehalt von 63,9 mg/kg werden für diese Schwermetalle die zugehörigen Zuordnungswerte Z0 (Boden) überschritten, die Zuordnungswerte Z0* werden jedoch eingehalten. Weitere Überschreitungen der Zuordnungswerte wurden im Material der Probe nicht vorgefunden.

Somit ist das Material der Probe MP 4 aufgrund der Schwermetall-Belastungen als Z0* Material einzustufen.

9.3 Untersuchungen der Asphaltdecken

Aus der Schwarzdecke der Fahrbahn der Straße und des Fahrradweges wurden 2 Proben entnommen und auf ihre PAK-Gehalte analysiert.

Asphaltprobe AP1

Die Asphaltprobe AP1 wurde aus der Asphaltdecke der Straße entnommen.

Mit einem PAK-Gehalt von 0,06 mg/kg und einem Benzo(a)pyren Gehalt von <0,05 mg/kg ist Material der Probe nicht teerhaltig (Anl. 5).

Es handelt sich hier um Ausbauasphalt der **Verwertungsklasse A**.

Asphaltprobe AP2

Die Asphaltprobe AP2 wurde aus der Asphaltdecke des Fahrradweges entnommen.

Mit einem PAK-Gehalt von 0,149 mg/kg und einem Benzo(a)pyren Gehalt von <0,05 mg/kg ist Material der Probe nicht teerhaltig (Anl. 5).

Es handelt sich hier um Ausbauasphalt der **Verwertungsklasse A**.

10. Allgemeines

Bei der Aufschüttung des Damms ist zu beachten, dass die bindigen Böden nässe- und frostempfindlich sind und unter dynamischer Belastung ihre Konsistenz verändern. Aus diesem Grund dürfen die Gründungssohlen im nassen Zustand weder betreten noch befahren werden.

Die hier getroffenen Aussagen, Vorgaben und Empfehlungen beruhen auf den punktuellen Aufschlüssen. Daher sind die getroffenen Annahmen über die Untergrundverhältnisse während der Erdarbeiten durch den Baugrundgutachter auf Übereinstimmung zu überprüfen.

Weiterhin sind die Aushubarbeiten und der Einbau des Verfüllmaterials durch den Bodengutachter zu beaufsichtigen und die ggf. vorgegebenen Verdichtungen von Auffüllmaterial zu überprüfen.