

# **BODENGUTACHTEN**

## **B - Plan**

**„In den Wirzbruchgärten“  
in der Ortsgemeinde Heddert**

**Auftraggeber:**           **Verbandsgemeinde Kell am See  
Rathausstraße 1  
54427 Kell am See**

**Auftragnehmer:**       **Büro für Umweltplanung  
Spoo & Pittner GmbH  
Zur Festung 13  
54318 Mertesdorf  
Tel.: 0651 - 995 10 11**

**Gutachter:**           **Th. Pittner**

Mertesdorf, Juni 2005

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>ANLAß UND AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>KENNTNISSTAND VOR UNTERSUCHUNGSBEGINN</b>	<b>2</b>
2.1	VORHANDENE UNTERLAGEN UND BERICHTE .....	2
2.2	STANDORTSITUATION .....	2
<b>3</b>	<b>UNTERSUCHUNGSKONZEPT</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN</b>	<b>4</b>
4.1	AUFSCHLÜSSE .....	4
4.2	VERSICKERUNG .....	5
<b>5</b>	<b>UNTERGRUND</b>	<b>6</b>
5.1	SCHICHTENFOLGE DES BODENS .....	6
5.2	SCHICHTWASSER .....	7
5.3	ERMITTLUNG DER VERSICKERFÄHIGKEIT .....	8
<b>6</b>	<b>BAUTECHNISCHE BEWERTUNG DER BÖDEN</b>	<b>9</b>
6.1	BODENKLASSEN NACH DIN 18300 .....	9
6.2	BODENKENNWERTE .....	10
<b>7</b>	<b>BEURTEILUNG DER BAUGRUNDSITUATION</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>STRABENBAU</b>	<b>12</b>
8.1	STRABENOBBERBAU .....	12
8.2	ZUSÄTZLICHER UNTERBAU, BODENSTABILISIERUNG .....	13
<b>9</b>	<b>KANALBAU</b>	<b>15</b>
9.1	GRABENAUSHUB .....	15
9.2	WASSERHALTUNG IM GRABEN .....	16
9.3	ROHRAUFLAGER .....	16
9.4	VERFÜLLUNG DES GRABENS .....	17
<b>10</b>	<b>VERSICKERUNG</b>	<b>17</b>

## **TABELLENVERZEICHNIS**

<b>Tab. 1</b>	<b>Durchgeführte Arbeiten.....</b>	<b>4</b>
<b>Tab. 2</b>	<b>Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte.....</b>	<b>8</b>
<b>Tab. 3 :</b>	<b>Bodenklassen nach DIN 18300 .....</b>	<b>9</b>
<b>Tab. 4 :</b>	<b>Oberkante Bodenklassen 6 .....</b>	<b>9</b>
<b>Tab. 5</b>	<b>Bodenkennwerte .....</b>	<b>10</b>
<b>Tab. 6</b>	<b>Berechnung der Muldenflächenzahlen .....</b>	<b>17</b>

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

<b>1</b>	Abbildungen	
1.1	Lageplan der Untersuchungspunkte	M. 1 : 1.000
<b>2</b>	Profile	
<b>3</b>	Versickerungsuntersuchung	
<b>4</b>	Ergebnisse der Laboruntersuchungen	
	bodenmechanische Untersuchungen:	ibg, Trier

## **1 Anlaß und Aufgabenstellung**

Das Büro für Umweltplanung wurde im Mai 2005 durch die Verbandsgemeinde Kell mündlich beauftragt, die Baugrund- und Versickerungsuntersuchung für den B-Plan „In den Wirzbruchgärten“ in der Ortsgemeinde Heddert durchzuführen.

Mittels geeigneter Bodenaufschlüsse sollte die Baugrund- und Untergrundsituation sowie die Grundwassersituation festgestellt werden. Des weiteren sollten Versuche zur Versickerungsfähigkeit des Bodens durchgeführt werden. Im Ergebnis der Untersuchungen sind

- der Schichtenaufbau des Untergrundes,
- die Grundwasserverhältnisse und
- die Eignung des Bodens für die Versickerung

zu beschreiben und zu beurteilen sowie bautechnische Angaben zu machen zu

- den erforderlichen erdbaulichen Maßnahmen bei der Erschließung im Straßen- und Kanalbau.

Das vorliegende Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig. Die darin getroffenen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Bereiche und Geländehöhen zum Zeitpunkt der Untersuchung.

## **2    Kenntnisstand vor Untersuchungsbeginn**

### *2.1    Vorhandene Unterlagen und Berichte*

Durch das planende Ing.-Büros Ernst + Partner, Trier, wurde ein analoger Katasterplan des Gebietes zur Verfügung gestellt. Dieser Plan ist Grundlage für die Festlegung der Ansatzpunkte und den Lageplan.

### *2.2    Standortsituation*

#### Lage

Das geplante Neubaugebiet mit einer Größe von ca. 1 ha schließt unmittelbar nördlich an die bestehende Bebauung der Ortslage Heddert an.

Das Neubaugebiet liegt bei 500 m ü.NN und fällt von Nord nach Süd.

#### Nutzung

Das untersuchte Gelände wird als Grünland und Steuobstwiese genutzt.

#### Geologie

Vor Ort stehen Gesteine des Hunsrückschiefers (unteren Unterdevon) an. Dabei handelt es sich vorwiegend um (dunkel)graue Tonschiefer bzw. Schluffsteine mit vereinzelt eingelagerten Sandsteinen.

Auf der Oberseite des Hanges stehen tertiäre Lehmen an.

Aus diesem tief verwitterten Ausgangssubstrat sind sehr bindige Böden entstanden.

#### Hydrogeologische und hydrologische Beschreibung

An der westlichen Grenze befindet sich ein Graben, der zeitweilig Wasser führt und als Vorfluter für das Gelände dient. Das Wasser fließt in südliche Richtung und mündet in ca. 350 m in einen Bach.

### **3    Untersuchungskonzept**

Zur Erkundung des geologischen Untergrundes waren Kleinrammbohrungen (KRB) vorgesehen.

Mittels der Durchführung von Doppelring-Infiltrometer – Versuchen (DRI) war die Versickerfähigkeit der oberen Schichten des Untergrundes festzustellen.

#### Versickerfähigkeit

Die Versickerungsfähigkeit des Bodens wird nach dem „Leitfaden Flächenhafte Niederschlagswasserversickerung“ des Landesamtes für Wasserwirtschaft vom Mai 1998 bewertet.

Die Infiltrationsrate - das Absinken des Wasserspiegels in dem inneren Ring - wird in mm/h gegen die Zeit aufgetragen. Der Wert, dem sich die Infiltrationsrate am Ende des Versuches asymptotisch nähert, wird in Infiltrationsklassen eingeordnet und als Durchlässigkeitsbeiwert für die weiteren Berechnungen genommen.

## **4 Durchgeführte Untersuchungen**

### **4.1 Aufschlüsse**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 19.05.2005 gemäß Eintragung auf dem Lageplan der Anlage 1 stichpunktartig insgesamt 5 Kleinrammbohrungen (KRB) bis max. 4,0 m Tiefe niedergebracht.

**Tab. 1 Durchgeführte Arbeiten**

KRB	Endteufe m	Probe Entnahmetiefe m	Bodenmechanische Untersuchungen		DRI
			Korngrößen- bestimmung	Konsistenz- grenzen	
10	2,9	11 (0,50 – 0,85 m)		X	1
		12 (1,5 – 2,7 m)		X	
20	3,9	21 (0,9 – 1,3 m)		X	2
30	1,9				3
40	3,0	41 (1,5 – 2,5 m)	X		
50	1,8			X	

Die Untersuchungspunkte wurden nach Lage eingemessen.

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind als Bodenprofile nach DIN 4023 in der Anlage 2 als Einzelprofile dokumentiert.

Vier repräsentative Bodenproben wurden zur Klassifizierung im bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind dem Gutachten als Anlage 4 beigelegt.

## 4.2 Versickerung

### Doppelring Infiltrometer Tests

An 3 Punkten wurden DRI zur Bestimmung der Versickerfähigkeit durchgeführt. Die Ansatzpunkte sind im beigefügten Lageplan (Anlage 1.1) verzeichnet.

Die Versickerungsintensität / Infiltrationsrate der Böden wurde nach DIN 19682, Bl. 7 mit der Doppelring - Infiltrometer - Methode bestimmt.

### Versuchsaufbau

Die Sohle der DRI wurde in Tiefen zwischen 0,21 und 0,28 m u. GOK gelegt. Dort wurden die Edelstahlringe ca. 10 cm in die freigelegte Sohle gerammt. Zuerst wurde der Boden durch Auffüllen durchfeuchtet, damit die Untersuchungen im nahezu wassergesättigten Zustand verlaufen. Im Minutenabstand wurde das Sinken des Wasserspiegels gemessen, bis sich eine konstante Absenkrate einstellte, bzw. das Wasser versickert war.



## **5    Untergrund**

### **5.1   *Schichtenfolge des Bodens***

In allen KRB wurde ein ca. 30 – 40 cm mächtiger, schluffig, sandiger Mutterboden aufgeschlossen. Die Böden sind tiefgründig verwittert.

#### **Normalprofil**

Unter dem humosen Oberboden sieht das Normalprofil folgendermaßen aus:

- pleistozäne Sedimente: mächtige Schluffschicht (meist braun oder rotbraun) mit unterschiedlichen Schluffstein- und Tonanteilen, z.T. mit Stauwassermerkmalen (Mangankonkretionen, Rostflecken) bis 1,3 - 2,7 m u.GOK

Exemplarisch wurden die Proben 11 und 41 (höherer kiesiger Anteil) untersucht.

In der Probe 11 ist das Feinkorn als mittelplastischer Schluff (UM) anzusehen. Die Plastizitätszahl  $I_p$  zeigt mit 10 %, daß der Übergang vom steifen zum breiigen Zustand relativ schnell geht - daher ist das Material witterungsempfindlich. Der korrigierte Wassergehalt der Probe lag mit 23 % knapp unter der Ausrollgrenze (26 %). Die Konsistenz der bindigen Böden ist in der Regel steif - halbfest, wird bei Schichtwasserzutritt aber weich - breiig.

In der Probe 41 liegt der Anteil des Feinkorn bei 35 %, - fast nur Schluff, während das Kieskorn 40 % ausmacht. Das bedeutet, daß der Tonschiefer ein Schluffstein ist.

Diese Schichten werden unterlagert von

- (rot) grauem Schluff mit wechselndem Anteil an Schluffsteinen und Ton

Exemplarisch wurde die Probe 12 untersucht.

In der Probe 11 ist das Feinkorn als mittelplastischer Schluff (UM) anzusehen. Die Plastizitätszahl  $I_p$  zeigt mit 8 %, daß der Übergang vom steifen zum breiigen Zustand relativ schnell geht - daher ist das Material witterungsempfindlich. Der korrigierte Wassergehalt der Probe lag mit 25,5 % knapp unter der Ausrollgrenze (28 %). Die Konsistenz der bindigen Böden ist in der Regel steif - halbfest, wird bei Schichtwasserzutritt aber weich - breiig.

Diese Schicht geht dann in den stark verwitterten Schluffstein mit wechselndem Anteil an Schluff und Ton über (Übergang zu Bodenklasse 6 und damit kein weiterer Bohrfortschritt möglich).

### **Abweichungen vom Normalprofil**

In der KRB 20 wurden bis zur Endteufe von 3,9 m nur pleistozäne Sedimente erbohrt. Die Pr. 21 zeigt allerdings, daß die umgelagerten Sedimente Verwitterungsprodukte des Hunsrückschiefers sind und bodenmechanisch ebenfalls als mittelplastischer Schluff (UM) anzusehen sind.

In den KRB 30 und 50 war im Gegensatz zu den anderen Bohrungen ab 1,8 - 1,9 m Teufe kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen, so daß hier die Bodenklasse 6 bzw. der verwitterte Schiefer ca. 1 m höher anstehen als in den KRB 10 und 40.

## **5.2 Schichtwasser**

Hinweise auf zeitweilig vorhandenes Schichtwasser / Stauwasser zeigen sich in Form von Mangankonkretionen und Rostflecken in den Sondierungen 10 und 20 in Tiefen zwischen ca. 0,5 – 3,90 m. Es sind immer die Schichten, in denen in einem stärkeren Maße umgelagerte Schluffsteine bzw. Kiese auftreten und durch eine stärker tonige Schluffschicht unterlagert werden.

### 5.3 Ermittlung der Versickerfähigkeit

Die Darstellung der Versickerfähigkeit ist Anlage 3, Abbildung 1, zu entnehmen. In der folgenden Tabelle ist die durch die DRI ermittelte Versickerungsfähigkeit zusammengefaßt.

**Tab. 2**      **Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte**

<b>Ansatzpunkt</b>	<b>Versuchstiefe m u.GOK</b>	<b>Versuchsdauer min</b>	<b>End-Infiltrationsrate nach 120 min mm/h</b>	<b>IR-Klasse</b>	<b>Durchlässigkeitsbeiwert k<sub>f</sub> m/s</b>
DRI 1	0,21	88	28	3 - mittel	$7,7 * 10^{-6}$
DRI 2	0,21	50	73	4 - hoch	$2,0 * 10^{-5}$
DRI 3	0,28	50	3	1 - sehr gering	$7,4 * 10^{-7}$

Für das geplante Neubaugebiet wurden Endinfiltrationsraten von 3 - 73 mm/h ermittelt.

Im Bereich des DRI 2 wurde mit 73 mm/h der höchste Wert gemessen, er entspricht der IR-Klasse 4 („hoch“). Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  liegt hier bei  $2,0 * 10^{-5}$  (errechnet für eine Versuchsdurchführung von 2 h).

Bei DRI 3 wurde mit 3 mm/h die niedrigste End-Infiltrationsrate gemessen, dies entspricht der IR-Klasse 1 („sehr gering“). Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  liegt bei  $7,4 * 10^{-7}$  (errechnet für eine Versuchsdurchführung von 2 h).

Der vertikale Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  für den Bereich um DRI 1 kann mit  $7,7 * 10^{-6}$  angesetzt werden (errechnet für eine Versuchsdurchführung von 2 h). Die Infiltrationsrate wird mit 28 mm/h in die Klasse IR 3 („mittel“) eingeordnet.

Nach DIN 18130 Teil 1 sind die Durchlässigkeiten der DRI 1 und 2 als „durchlässig“ zu beurteilen bzw. im Bereich des DRI 3 als „schwach durchlässig“.

## 6 Bautechnische Bewertung der Böden

### 6.1 Bodenklassen nach DIN 18300

Die aufgeschlossenen Böden sind den folgenden Bodenklassen nach DIN 18300 zuzuordnen:

**Tab. 3 : Bodenklassen nach DIN 18300**

Bodenart	Bodenklasse nach DIN 18300
Schluff, tonig, , sandig, organisch, humos	Oberboden, Klasse 1
Schluff, tonig, kiesig, sandig	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4
"Hunsrückschiefer" = Schluffstein, (schwach) verwittert, bindige Matrix untergeordnet	Leicht lösbarer Fels, Klasse 6
Hunsrückschiefer, unverwittert	Schwer lösbarer Fels, Klasse 7

Es damit zu rechnen, daß die Bodenklasse 6 und 7 in der südöstlichen Bereichen ab 2 m anzutreffen ist, während sie im nördlichen Bereich ab ca. 3 m ansteht und im Grabenbereich erst ab 4 m angetroffen wird.

**Tab. 4 : Oberkante Bodenklassen 6**

KRB	Teufe (ca. m unter heutiger Geländeoberkante)
10	3
20	> 4
30	2
40	3
50	2

Sind Aushubtiefen > 2 m für den Kanal notwendig, sollten vor der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen an repräsentativen Stellen Baggerschürfe angelegt werden, um die genaue Bodenklasse bestimmen zu können.

## 6.2 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können die folgenden Bodenkennwerte (nach DIN 1055, Teil. 2 und DIN 18 196) angesetzt werden:

**Tab. 5 Bodenkennwerte**

<b>Bodenkenngrößen</b>	<b>Schluff mittelplastisch Probe 11, 12, 51</b>
<b>Ansatzpunkt / Probe</b>	<b>Probe 11, 12, 51</b>
Bodengruppen. DIN 18 196	UM
Wichte [kN/m <sup>3</sup> ]	19,0 - 20,5
Wichte unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]	9,0 - 10,5
Reibungswinkel [°]:	22,5
Kohäsion c' [kN/m <sup>2</sup> ]	0 – 10
Scherfestigkeit	mäßig
Frostempfindlichkeit	sehr groß
Witterungsempfindlichkeit	groß
Verdichtungsfähigkeit	gering
Wiedereinbaubarkeit	weniger geeignet
Baugrund für Gründungen	brauchbar

## 7 Beurteilung der Baugrundsituation

Die anstehenden Böden (UM) sind als mäßig brauchbarer Baugrund in erdfeuchtem Zustand anzusehen. Bei Gründungen über 2 - 4 m können schwach verwitterte Hunsrückschiefer angetroffen werden, die als guter Baugrund einzustufen sind.

Die Einschätzung der Böden gilt aber nur für den erdfeuchten Zustand. Sollten abgeschobenen Oberflächen längere Zeit der Witterung ausgesetzt werden – bereits bei geringer Zunahme des Wassergehaltes – sind sie nicht mehr brauchbar, da sie aufweichen, und müssen ausgetauscht werden. Das bedeutet, daß nach dem Freilegen sofort eine Sauberkeitsschicht aufgebracht werden muß bzw. eine Wasserhaltung / Pumpensumpf dafür sorgen muß, daß Niederschlagswasser sofort entfernt wird und nicht auf Sohlen stehen bleibt und zu einer Aufweichung führt. Je nach Witterungsbedingungen bei den Erschließungsarbeiten sind bei der Ausschreibung Baustraßen vorzusehen.

Bei Gründungen zwischen dem 1. und 4. Meter ist zu beachten, daß bei länger anhaltender feuchter Witterung Schichtwasser austreten kann, das zu einem Aufweichen dieser Horizonte führt.

Baugruben können bis 2,5 – 3,0 m Tiefe mit  $\beta \leq 60^\circ$  ausgehoben werden, wenn kein Schichtwasser austritt. Die anstehenden Böden sind stark witterungsempfindlich, die Böschungen müssen deshalb z.B. mit Folien vor Niederschlägen geschützt werden.

Das Verhalten der bindigen Partien beim Wiedereinbau ist wegen des mittelplastischen Verhaltens sehr stark abhängig vom Wassergehalt. Bei einem zu hohen Wassergehalt sind die Böden nicht ohne Bodenverbesserung zu verarbeiten.

### **Abdichtung von Kellern**

Es ist in den nördlichen und westlichen Bereichen des Baugebietes mit Schichtwasser zu rechnen - siehe Hinweise in den Profilen der KRB 10 und 20.

Sollte in den Baugruben sich kein freies Schichtwasser einstellen, so sollten die Keller mit einer Wandabdichtung gegen nichtdrückendes Schicht- und Sickerwasser abgedichtet werden, wenn eine Dränage in einer Sickerpackung mit Filtervliesummantelung mit Anschluß an eine freie Vorflut verlegt wird. Kann keine dauerhaft freie Vorflut hergestellt werden, muß der Bau auch dieser Keller in WU-Beton in Betracht gezogen werden.

## **8 Straßenbau**

### ***8.1 Straßenoberbau***

Für den öffentlichen Straßenbau sind die Vorgaben und Richtlinien z.B. der RStO 01 und der ZTVE-StB 94 maßgeblich.

Hinsichtlich der Eignung im Straßenbau sind die zuoberst anstehenden Böden wie folgt zu bewerten:

Der zuoberst liegenden organische, humose Boden ist vor jeder Straßenbaumaßnahme generell abzutragen.

Die nachfolgenden liegenden bindigen Böden haben eine vergleichsweise günstige, überwiegend steife Konsistenz.

Als Randbedingungen für die Herstellung des Straßenaufbaus sind anzusetzen:

- Lage des Gebietes im Bereich der Frosteinwirkzone I gemäß RStO 01;
- die zuoberst liegenden tonigen Böden sind stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3).

Der Ausgangswert für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus ist gemäß RStO 01

- in den Bauklassen V / VI mit  $d > 50$  cm und
- in den Bauklassen III / IV mit  $d > 60$  cm zu planen.

Diese Angaben sind Mindestdicken, die sich aufgrund der Bodenbeschaffenheit sowie der Lage der Baustelle in der Frosteinwirkzone I ergeben. Weitere Mehr- oder Minderdicken aus planerischer Sicht sind z.B. gemäß Tab. 7 der RStO 01 festzulegen (z.B. Lage auf einem Damm, im Einschnitt).

Für die Verdichtung des Erdplanums und des frostsicheren Oberbaus werden in Anlehnung an die Straßenbau Richtlinien und je nach geplanter Bauweise folgende Verdichtungskriterien empfohlen:

auf dem Erdplanum	$Ev_2 > 45$ MN/m <sup>2</sup>
auf OK Frostschutzschicht	$Ev_2 > 100 / 120$ MN/m <sup>2</sup>
auf OK Tragschicht	$Ev_2 > 120 / 150$ MN/m <sup>2</sup>

Für die Herstellung und Verdichtung des Straßenaufbaus sind die Anforderungen und Richtlinien der ZTVE-StB 94 und der RStO 01 anzuwenden. Die Verdichtung der einzelnen Schichten des Oberbaus ist mittels Plattendruckversuchen nachzuweisen.

## 8.2 *Zusätzlicher Unterbau, Bodenstabilisierung*

Wird unterstellt, daß das spätere Straßenniveau etwa im bis knapp über / unter dem derzeitigen Geländeniveau liegen wird, liegt das Niveau des Straßenplanums auf dem schluffigen Boden. Dieser Boden ist bei feuchter Witterung nicht soweit verdichtbar, daß der geforderte Verdichtungswert  $Ev_2 > 45$  MN/m<sup>2</sup> erreicht wird.



Deshalb muß für diesen Fall ein zusätzlicher Unterbau hergestellt werden, dessen Dicke von

- der lokalen Bodenbeschaffenheit,
- der lokalen Bodenfeuchte und
- bei den mittelplastischen Böden wesentlich auch von der aktuellen Witterungssituation abhängig ist.

Die konkret erforderliche Schichtdicke des Unterbaus muß aufgrund eines Probefeldes festgelegt werden. Nach unseren Erfahrungen muß man von einer Schichtdicke des Unterbaus von mind. 40 cm ausgehen. Sollten die Arbeiten im Winterhalbjahr ausgeführt werden, kann sich bei ungünstiger Witterungssituation eine noch größere erforderliche Schichtdicke ergeben. Der zusätzliche Unterbau kann

- durch Bodenaustausch z.B. mit Kies, Schotter hergestellt werden:

Dabei ist zu kalkulieren, daß, um den Nachweis  $Ev_2 > 45 \text{ MN/m}^2$  zu erbringen, unter ‚normalen‘ Umständen ein ca. 40 cm starker Bodenaustausch erforderlich ist.

Allerdings: Bei anhaltender Trockenheit z.B. im Sommer kann man davon ausgehen, daß der Boden trockener ist als derzeit festgestellt und dann eine feste und harte Oberfläche haben wird. Dann wird auch mit einem ca. 30 – 40 cm starkem Unterbau die geforderte Verdichtung erreicht werden (war z.B. im Sommer 2003 der Fall). Bei tiefreichender Aufweichung des Bodens z.B. im Winterhalbjahr wird dagegen auch ein 50 – 60 cm starker Unterbau lokal möglicherweise nicht ausreichend sein.

Wird ein Kies-/Schotterunterbau hergestellt, muß zuunterst auf das Erdplanum außerdem ein geotextiles Vlies mit  $> 180 - 200 \text{ g/m}^2$  Flächengewicht verlegt werden.

Generell gilt bei allen Straßenbauarbeiten, daß der anstehende schluffige Boden stark wasserempfindlich ist, bei Vernässung aufweicht und „matschig“ wird. Alle Erdplanien sind deshalb mit Gefälle zur natürlichen Entwässerung anzulegen. Die Bauarbeiten sind abschnittsweise und nur bei günstiger Witterung auszuführen. Aufgeweichte Böden sind zusätzlich auszutauschen.

Wichtig wird es außerdem sein, gleichzeitig mit dem Beginn der Straßenbauarbeiten randliche Straßengräben anzulegen, um Niederschlagswasser abzuleiten.

## **9 Kanalbau**

### **9.1 Grabenaushub**

Es liegen keine Angaben zur Tiefenlage der Kanalisation vor. Bis 2 - 4 m Tiefe wurden bindige Böden angetroffen.

Die Gräben können - wenn kein Schichtwasser vorhanden ist - frei geböscht werden. Tritt Schichtwasser auf, ist ein Verbau und eine geeignete Wasserhaltung nötig.

Vor Beginn der Kanalbauarbeiten sollte als Baustellenplanum zumindest der > 50 cm starke Straßenunterbau (Schotterunterbau bzw. Bodenstabilisierung) hergestellt werden. Bei sehr feuchter Witterung oder Ausführung der Arbeiten im Winterhalbjahr muß zusätzlich noch ein ca. 20 cm starker Kiesunterbau (als Teil der Straßentragsschicht) hergestellt werden. Wird kein Baustellenplanum hergestellt, muß man davon ausgehen, daß der anstehende Boden tiefreichend zerfahren und als Planum unbrauchbar wird und deshalb später ohnehin ausgetauscht werden muß.

Liegen Kanäle außerhalb der Straßentrasse, muß man davon ausgehen, daß nach Abtrag des Oberbodens je nach Witterungssituation eine 40 - 60 cm starke Baustraße angelegt werden muß.

## 9.2 Wasserhaltung im Graben

Schichtwasser wurde bei den Bodenuntersuchungen in keiner KRB festgestellt, aber es wurden in den KRB 10 und 20 Hinweise angetroffen, die ein zeitweiliges Schichtwasser anzeigen.

Die auf der Grabensohle anstehenden Böden sind über dem verwitterten Fels gering durchlässig und noch tiefer vermutlich undurchlässig. Zulaufendes Wasser oder Regenwasser kann deshalb nicht oder nur schlecht versickern und muß mit einer Wasserhaltung abgezogen werden. Eine entsprechende Wasserhaltung zur Ableitung von Schicht-, Sicker- und Regenwasser ist vorzuhalten und bei Bedarf einzurichten.

Infolge Niederschlagswasser aufgeweichte Böden sind zusätzlich auszuheben.

## 9.3 Rohraufleger

Es kann davon ausgegangen werden, daß der Boden der Kanalsohle eine wenigstens steife Konsistenz hat. Dieser Boden stellt einen ausreichend tragfähigen Bau- und Untergrund zur Auflagerung des Kanalrohres dar. Ein zusätzlicher Unterbau aus Tragfähigkeitsgründen ist nicht erforderlich. Allerdings sollte zur Auflagerung des Kanalrohres eine ca. 20 cm starke Schüttung aus kornabgestuftem Kies der Körnung 0/32 – 0/45 zur Kanalbettung eingebaut werden.

Aufgeweichter Boden ist gegen verdichtungsfähiges Material zu ersetzen.

Bei unterschiedlichen Böden (verwitterter Fels bzw. schluffige Böden) ist im Bereich des verwitterten Fels eine Ausgleichsschicht herzustellen, damit es nicht zu unterschiedlichen Setzungen kommt.

Wegen der Aufschlußtechnik war eine genau Bestimmung der Tiefenlage der Bodenklasse 6 / 7 nicht möglich. Daher sollte vor Erstellung der Ausschreibung an relevanten Punkten Baggerschürfe angelegt werden.

## 9.4 Verfüllung des Grabens

### Eignung des Aushubbodens zur Wiederverfüllung des Grabens

Der beim Grabenaushub anfallende Boden ist in der Regel ein schluffiger Boden, der in seiner natürlichen Beschaffenheit wegen seiner unzureichenden Verdichtbarkeit im Straßenbereich nicht wieder eingebaut werden kann.

## 10 Versickerung

### Versickerung in oberflächennahen Schichten

Die Durchlässigkeitsuntersuchungen ergeben, daß im Bereich des Baugebietes nach Entfernen des eigentlichen Oberbodens die oberflächennahen Böden eine unterschiedliche Versickerfähigkeit aufweisen.

Die ermittelten Werte liegen im Bereich der IR – Klassen 1 bis 4 („sehr gering“ bis „hoch“) (Infiltrationsraten 3 – 73 mm/h; kf – Wert: Größenordnung  $2 \cdot 10^{-5}$  bis  $7 \cdot 10^{-7}$  m/s.

Für die Berechnung der Muldenflächenzahl (MFZ) wurden folgende Werte konstant gehalten:

Starkniederschlagshöhe:	Klassenmitte
Jährlichkeit:	5 a
Speicherkapazität	96 mm/h
Muldentiefe:	30 cm

**Tab. 6 Berechnung der Muldenflächenzahlen**

DRI	End-infiltrationsrate (mm/h)	MFZ	Niederschlagsdauer (min)	Bemerkung
1	28	0,087	210	--
2	73	0,06	60	--
3	3	0,155	1440	Entleerungszeit > 2 Tage; zu große Muldenfläche erforderlich

Die Ergebnisse der Versickerungsuntersuchung zeigen, dass im geplanten Neubaugebiet in den Bereichen der DRI 1 und DRI 2 eine oberflächennahe Regenwasserversickerung grundsätzlich möglich ist.

Zu berücksichtigen ist hier jedoch, dass in größeren Tiefen (> ca. 50 cm) aufgrund des hohen Schluffanteils bei einer relativ dichten Lagerung der Böden nicht mehr mit einer nennenswerten Versickerung zu rechnen ist. Dies wird auch durch die deutlichen Stauwassermerkmale (Mangankonkretionen, Rostflecken) belegt.

Der südlich gelegene Abschnitt um DRI 3 ist nach den durchgeführten Untersuchungen nur mit Einschränkungen zur oberflächennahen Versickerung geeignet, da hier ein sehr niedriger kf-Wert eine recht große Mulde erfordert.

Unseres Erachtens wäre es sinnvoll bei einer oberflächennahen Versickerung die Mulden im Umfeld des DRI 2 bzw. an der Grabenschulter anzulegen, da hier überschüssiges Wasser breitflächig in den westlich vom Plangebiet verlaufenden Bach überführt werden könnte.

#### Generell gilt:

Es ist in jedem Fall ein Abführen von überschüssigem Wasser mit Zwischenspeicherung in die Vorflut vorzusehen.

Sinnvoll ist eine Regenwassernutzung in Form von Zisternen o.ä.

Da die Böden des Untersuchungsgebietes druckempfindlich sind, ist im Zuge der Erschließung darauf zu achten, daß Böden im Bereich geplanter Versickerungsflächen nicht mehr verdichtet, befahren, umgelagert, überdeckt oder abgetragen werden, z.B. durch die Ablagerung von Baumaterialien oder Erdaushub, das Abstellen von Fahrzeugen, Bauwagen oder ähnlichem.

Durch die oben genannten Tätigkeiten werden Veränderungen am Boden vorgenommen und die ermittelten Untersuchungsergebnisse verlieren ihre Gültigkeit. Sie sind dann für weitere Betrachtungen nicht mehr brauchbar.

Wird der sorgfältige Umgang mit dem Boden nicht beachtet, ist die Wiederherstellung eines intakten Grobporensystems und der Porenkontinuität zur Ableitung des Wassers in den Unterboden zeitaufwendig und mit hohen Kosten verbunden. Es kann zu irreversiblen Verdichtungen kommen, als Sanierungsmaßnahme kommt dann nur der komplette Bodenaustausch in Frage.

Auch beim Anlegen von Versickerungsmulden sind Verdichtungen des Bodens zu vermeiden. Die Arbeiten sind nur am abgetrockneten Boden durchzuführen. Das Abziehen der Oberfläche mit der Baggerschaufel ist wegen der Gefahr von Baggerschaufelverdichtungen zu vermeiden.

Wird eine Versickerung durchgeführt, ist unter Beachtung der örtlichen Verhältnisse zu vermeiden, daß versickerndes Wasser beim tiefer liegenden Grundstück wieder austritt oder zu Vernässungen führt. Häuser auf tiefer liegenden Grundstücken sind entsprechend gegen drückendes Hangwasser zu schützen (Drainagen, Anstriche).

bearbeitet: .....

Th. Pittner  
Dipl. Geol.

.....  
C. Schuler  
Dipl.-Ing.(FH) Umweltschutz.