

## VORABZUG

# **Bebauungsplan Hainhausen Nr. 17** **Rodgau-Hainhausen**

**GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME**  
ZUR  
**VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DER BÖDEN**  
**IM GELTUNGSBEREICH DES**  
**BEBAUUNGSPLANES HAINHAUSEN NR. 17**  
**"WOHNGEBIET HAINHAUSEN WEST"**

Auftraggeber: **Magistrat der Stadt Rodgau**  
Bauamt, Planungsabteilung  
Hintergasse 15  
63110 Rodgau

Unser Zeichen: 1642gGa081120\_Versickerung.doc  
Seiten: 19  
Anlagen: 5

Datum: 15. Dezember 2008

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Vorgang.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Geografische Lage/ Örtliche Verhältnisse .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Baugrundverhältnisse.....</b>	<b>7</b>
3.1 Geologische Situation .....	7
3.2 Durchgeführte Untersuchungen .....	7
3.3 Schichtenbeschreibung .....	8
3.3.1 Oberboden / Auffüllungen .....	8
3.3.2 Quartäre Mittelsande .....	9
3.4 Bodenmechanische Kennwerte und erdstatische Rechenwerte.....	10
<b>4. Grundwasserverhältnisse .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Auswertung der Feld- und Laborversuche zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit.....</b>	<b>13</b>
5.1 Felduntersuchungen zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit.....	13
5.1.1 Versickerungsversuche im temporären Pegel .....	13
5.1.2 Versickerungsversuche mit Doppelzylinder-Infiltrrometer .....	15
5.2 Laborversuche zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit.....	16
<b>6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen zur Versickerung.....</b>	<b>17</b>

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Zusammenfassung der Angaben zu den Untersuchungspunkten .....</i>	<i>8</i>
<i>Tabelle 2: Korngrößenverteilung nach DIN 18123 .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabelle 3: Langzeitbericht, Statistikbericht - GW-Stand Jahres-/Monatsmittelwerte [mNN]- .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 4: Wasserdurchlässigkeitswerte – Versickerungsversuch im temporären Pegel.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabelle 5: Wasserdurchlässigkeitswerte – Versickerungsversuch mit Doppelzylinder-Infiltrrometer ..</i>	<i>15</i>
<i>Tabelle 6: Durchlässigkeitsbeiwerte für die Mittelsande .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabelle 7: Zusammenfassung der Wasserdurchlässigkeitswerte .....</i>	<i>18</i>

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Lagepläne
  - Anlage 1.1 Übersichtslageplan; M. 1:25.000
  - Anlage 1.2 Lageplan mit Lage der Sondieransatzpunkte, M. 1:2.500
- Anlage 2 Geotechnische Baugrundschnitte
  - Anlage 2.1 Geotechnischer Baugrundschnitt A-A (RKS 1/08 bis RKS 4/08), M 1:50
  - Anlage 2.2 Geotechnischer Baugrundschnitt B-B (RKS 5/08 bis SCH 8/08), M 1:50
- Anlage 3 Einzelblattdarstellung der Bohr- und Schurfprofile (9 Blatt)
- Anlage 4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (Körnungslinien; 9 Blatt)
  - Anlage 4.1 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 GP 1/2
  - Anlage 4.2 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 GP 2/3
  - Anlage 4.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 GP 3/3
  - Anlage 4.4 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 RKS 4/2
  - Anlage 4.5 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 RKS 5/2
  - Anlage 4.6 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 RKS 6/2
  - Anlage 4.7 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 RKS 7/2
  - Anlage 4.8 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 RKS 8/2
  - Anlage 4.9 Korngrößenverteilung nach DIN 18123 RKS 9/1
- Anlage 5 Dokumentation und Auswertung der Versickerungsversuche
  - Anlage 5.1 Versickerungsversuch RKS 1/08
  - Anlage 5.2 Versickerungsversuch RKS 3/08
  - Anlage 5.3 Versickerungsversuch RKS 4/08
  - Anlage 5.4 Versickerungsversuch RKS 5/08
  - Anlage 5.5 Versickerungsversuch RKS 7/08
  - Anlage 5.6 Versickerungsversuch RKS 9/08
  - Anlage 5.7 Bestimmung der Infiltrationsrate mit Doppelzylinder-Infiltrometer SCH 2/08
  - Anlage 5.8 Bestimmung der Infiltrationsrate mit Doppelzylinder-Infiltrometer SCH 6/08
  - Anlage 5.9 Bestimmung der Infiltrationsrate mit Doppelzylinder-Infiltrometer SCH 8/08

## Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- [1] Stadtplanungs- und Bauverwaltungsamt Planungsabteilung, Stadt Rodgau:
- Plan-Nr. V 6: Bestandslageplan; M. = 1:1000; 14.04.2008
  - Plan-Nr. E 1: Grundrisse, Schnitt, M. = 1:100; 16.04.2008
- [2] Geologische Karte von Hessen einschl. Erläuterungen; Blatt 5919 Seligenstadt; Maßstab 1:25.000; W. SCHOTTLER; Herausgeber: Staatsverlag Darmstadt; 1922
- [3] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie – Dezernat W4 Hydrogeologie, Grundwasser (entnommen aus dem Internet, [www.hlug.de](http://www.hlug.de))
- Karte der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete; L5916 Frankfurt a. Main West; Stand: 01. November 2004 (entnommen aus dem Internet, [www.hlug.de](http://www.hlug.de))
  - Hydrologisches Kartenwerk Hessische Oberrheinebene; Bearbeitung durch WOLF-PETER VON PAPE; Stand: Oktober 2007
    - Grundwasserhöhengleichen im April 2001 (hoher Grundwasserstand)
    - Grundwasserhöhengleichen im Oktober 1993 (niedriger Grundwasserstand)
- [4] Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; GFA-Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.; Januar 2002
- [5] Schreiben vom Regierungspräsidium Darmstadt, Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen vom 07.08.2008; Aktenzeichen: I 18 KMRD- 6b 06/05- R 269-2008
- [6] Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure –Bernd Heinen und Thilo Fischer, Im Rauhen See 1, 64846 Groß-Zimmern
- Übersichtsplan, Kataster Juli08, Grundstücke Stadt H17 ( Juli 2008)
- [7] Zweckverband Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach, Am Bahndamm 2, 63500 Seligenstadt
- Grundwasserganglinien und Pegelstände
  - GW-Stand Jahres-/Monatsmittelwerte, Zeitraum 01.01.2000 bis 31.12.2008 für
  - ZWO-06-011
  - LHE-00-508027

## 1. Vorgang

Im Rahmen des Bebauungsplanes Nr. 17 in Hainhausen "Wohngebiet Hainhausen West" werden von der Stadt Rodgau Angaben zu der generellen Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser benötigt.

Für die Beurteilung der generellen Versickerungsfähigkeit der Böden im Bereich des Bebauungsplanes Nr. 17 wurde die ISK Ingenieurgesellschaft mbH, Rodgau, von der Stadt Rodgau mit der Durchführung von Baugrundaufschlüssen und der Ausführung von Versickerungsversuchen beauftragt.

Die zu beurteilende Fläche umfasst rd. 11,1 ha. und liegt südlich der Offenbacher Landstraße und östlich der Rodgau-Ring-Straße.

Bisher ist angedacht, das Oberflächenwasser mittels Rigolensystems im Bereich der vorhandenen Gräben bzw. mittels Mulden zur Versickerung zu bringen. Konkrete Planungsvorgaben zur Versickerung liegen derzeit noch nicht vor.

In der vorliegenden Gutachtlichen Stellungnahme werden die Ergebnisse der durchgeführten Rammkernsondierungen, Versickerungsversuche und bodenmechanischen Laborversuche dokumentiert und bewertet sowie eine Abschätzung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für die Vorplanung von Versickerungsanlagen vorgenommen.

## 2. Geografische Lage/ Örtliche Verhältnisse

Die für den Bebauungsplan Nr. 17 zu beurteilende Fläche liegt westlich von Hainhausen (siehe Anlage 1.2). Die Fläche ist L-förmig und wird im Norden von der Offenbacher Landstraße und im Westen von der Heusenstammer Straße begrenzt.

Die östlich zum Baugebiet Nr. 17 gelegenen Flächen sind überwiegend bebaut. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilienhäusern mit Gärten. Die westlich, nördlich und südlich zum Baugebiet Nr. 17 gelegenen Flächen sind landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Das Gelände ist weitgehend eben und weist nach [6] eine mittlere Geländehöhe um etwa 122,13 bis 125,4 mNN auf.

Bei einer Länge von ca. 620 m und einer Breite von ca. 141 bis 412 m beträgt die Fläche ca. 11,1 ha.

Die Lage sowie die Fläche (rote Umrandung) des Baugebietes Nr. 17 ist in *Abbildung 1* dargestellt.



Abbildung 1: Luftbild Bebauungsgebiet Nr. 17 (rote Umrandung), Quelle: Google Earth

### 3. Baugrundverhältnisse

#### 3.1 Geologische Situation

Entsprechend den Angaben in der geologischen Karte [2] sind in dem zu untersuchenden Bereich zuoberst ältere diluviale Mainsande zu erwarten, in denen bereichsweise undurchlässige Einlagerungen von diluvialem Lehm oder Ton enthalten sein können.

#### 3.2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse sowie zur Abschätzung der im Untergrund vorhandenen Wasserdurchlässigkeiten für eine Versickerung von Niederschlagswasser wurden am 11.09.2008, 15.09.2008 und 16.09.2008 auf dem Baugebiet Nr. 17 insgesamt 6 Rammkernsondierungen nach DIN EN ISO 22475-1, Tab. 2, bis maximal 5,0 m unter GOK abgeteuft sowie 3 Schluckversuche in einem Schurf in einer Tiefe von 30 bis 50 cm unter GOK durchgeführt.

Die Rammkernsondierungen wurden zunächst bis ca. 2,0 m unter GOK niedergebracht und dann zu temporären Grundwasserpegeln 1 ¼" ausgebaut, in denen Versickerungsversuche mit bis zu 3 Einzelversuchen durchgeführt wurden. Nach Abschluss der Versickerungsversuche wurden die Sondierungen bis zur planmäßigen Endtiefe weitergeführt, um den unterhalb des Versickerungshorizontes anstehenden Untergrund zu beurteilen.

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen und der Schürfe sind im Lageplan Anlage 1.2 dargestellt. Die festgestellten Baugrundsichtungen sind in der Anlage 2 als Baugrundschnitt dargestellt. Die Schnittführung kann der Anlage 1.2 entnommen werden. Des Weiteren sind die Bohrprofile in der Anlage 3 (Blatt 1 bis 9) als Einzelblatt aufgetragen.

Die Auswertung der einzelnen Versickerungsversuche ist als Anlage 5, die Ergebnisse der an den Bodenproben durchgeführten Laborversuche - Korngrößenverteilungskurven - sind als Anlage 4 beigefügt.

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen wurden vom Vermessungsingenieurbüro Bernd Heinen und Thilo Fischer, Groß-Zimmern, höhenmäßig eingemessen [6]. Beim Sondieren wurden aus dem Bohrgut gestörte Bodenproben für bodenmechanische Laboruntersuchungen entnommen.

An 9 ausgewählten Proben wurden die Korngrößenverteilungen mittels Sieben nach nassem Abtrennen der Feinanteile nach DIN 18123 bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Anlage 4 beigefügt.

In der nachfolgenden *Tabelle 1* sind die durchgeführten Rammkernsondierungen bezüglich der entnommenen Bodenproben, der Höhenlage sowie deren Endteufe zusammengefasst.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Angaben zu den Untersuchungspunkten

Bezeichnung	gestörte Bodenproben	Höhe des Ansatzpunktes [mNN]	Endteufe	
	[GP]		[m u. GOK]	[mNN]
RKS 1/08	5	123,92	5,00	118,92
SCH 2/08	3	124,67	1,50	123,17
RKS 3/08	8	124,18	5,00	119,18
RKS 4/08	3	123,28	3,00	120,28
RKS 5/08	5	124,09	5,00	119,09
SCH 6/08	2	123,39	1,50	121,89
RKS 7/08	2	124,50	4,00	120,50
SCH 8/08	2	123,09	1,50	121,59
RKS 9/08	5	122,17	5,00	117,17

Umwelt-/abfalltechnische Untersuchungen sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen. Sollte nach Konkretisierung der Planung ergänzende abfalltechnische Untersuchungen erforderlich werden sind Rückstellproben bei ISK eingelagert.

### 3.3 Schichtenbeschreibung

#### 3.3.1 Oberboden / Auffüllungen

Mit den Rammkernsondierungen RKS 1, RKS 2, RKS 4, RKS 5 und dem Schurf SCH 6, die im Bereich der geplanten Versickerungsmulden angesetzt worden sind, wurde zuoberst vermutlich aufgefüllter Oberboden in einer Dicke von bis zu etwa 40 cm vorgefunden, der sich im Wesentlichen aus feinsandigen, schwach tonigen Schluffen zusammensetzt.

Mit den Rammkernsondierungen RKS 7, RKS 9 und den Schürfen SCH 2, SCH 8, RKS 5 wurden zuoberst Auffüllungen in einer Dicke von bis zu etwa 60 cm angetroffen.

Die Auffüllungen enthalten schwach schluffige bis schluffige sowie örtlich schwach kiesige bis kiesige Anteile sowie vereinzelte Steine.

Örtlich waren in den Auffüllungen Schlackesplitter sowie Schotter und Bauschutt vorhanden.



### 3.3.2 Quartäre Mittelsande

Unter dem Oberboden wurden mit sämtlichen Rammkernsondierungen schwach schluffige bis schluffige, feinsandige Mittelsande angetroffen. Diese wurden bis zur Endtiefe von 5,0 m unter GOK erbohrt.

Mit den Rammkernsondierungen RKS 1, RKS 3 und RKS 4 wurden innerhalb und in unterschiedlicher Tiefenlage der Sande bindige schluffige Zwischenschichten vorgefunden.

#### Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung wurde an aus den Mittelsanden entnommenen Proben nach DIN 18123 mittels Siebanalyse nach nassem Abtrennen der Feinanteile bestimmt und grafisch aufgetragen (siehe Anlage 4).

Die damit festgestellten Anteile der einzelnen Kornfraktionen sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 2: Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Probe *)	Labor Nr.	Entnahmetiefe	Siebanalyse n. DIN 18123			Bodenart n. DIN EN ISO 14688
			Fein- und Feinstanteil (d ≤ 0,06 mm)	Sandanteil (0,06 mm < d ≤ 2 mm)	Kiesanteil (2 mm < d ≤ 63 mm)	
		[m u. GOK]	[Massen-%]	[Massen-%]	[Massen-%]	
GP 1/2	016.601	1,20 – 2,10	16,9	67,1	16,0	S, u, g
GP 2/3	016.607	0,80 – 1,50	13,3	86,6	0,2	S, u'
GP 3/3	016.610	1,40 – 2,60	3,0	94,4	2,6	S
GP 4/2	016.616	1,00 – 2,60	5,8	86,7	7,5	S, g', u'
GP 5/2	016.619	1,50 – 2,50	6,1	78,2	15,7	S, g, u'
GP 6/2	016.624	0,90 – 1,50	6,9	86,2	6,9	S, u', g'
GP 7/2	016.626	1,50 – 3,00	7,2	68,3	24,6	S, g, u'
GP 8/2	016.628	1,00 – 1,50	10,6	86,2	3,2	S, u'
GP 9/1	016.629	0,60 – 1,50	7,4	81,4	11,2	S, g', u'

\*) Die erste Zahl nach S .../... bzw. GP .../... gibt die Nummer des Schurfes bzw. der Rammkernsondierung, die zweite Zahl (nach dem Schrägstrich) gibt die Nummer der Probe an.

### 3.4 Bodenmechanische Kennwerte und erdstatische Rechenwerte

Aufgrund unserer Erfahrungen und den Angaben in der Fachliteratur können für die vorgefundenen Schichten folgende Bodenklassen und -gruppen sowie bodenmechanische Kennwerte und erdstatische Rechenwerte zugrunde gelegt werden:

Oberboden: Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch:

Bodengruppe nach DIN 18196	OH, OU, z. T. [OH]
Bodenklasse nach DIN 18300	Klasse 1
Wichte des Bodens	cal $\gamma/\gamma'$ = 20/10 kN/m <sup>3</sup>

Auffüllung: Feinsand, schwach schluffig bis schluffig, schwach mittelsandig, kiesig, steinig, Bauschutt, Schlackesplitter

Bodengruppe nach DIN 18196	[SU], [SU*]
Bodenklasse nach DIN 18300	Klasse 3, 4
Frostempfindlichkeitsklasse	überwiegend F3, (F2)
Wichte des Bodens	cal $\gamma/\gamma'$ = 18/10 kN/m <sup>3</sup>
Ersatzreibungswinkel	cal $\varphi_E$ = 30°

Sande: Mittelsande, grobsandig, schwach feinsandig, schwach schluffig, örtlich schluffig, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig; überwiegend mitteldicht gelagert:

Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SU, SE-SU, SU*,SI, SI-SU
Bodenklasse nach DIN 18300	Klasse 3, 4
Frostempfindlichkeitsklasse	F1- F3
Wichte des Bodens	cal $\gamma/\gamma'$ = 19/11 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\varphi'$ = 32,5°
Steifemodul, mitteldicht gelagert	cal $E_s$ ≥ 60 MN/m <sup>2</sup>

Zwischenschichten: Schluff, schwach bis stark feinsandig, schwach bis stark tonig

Bodengruppe nach DIN 18196	TM, UM-TL, TL
Bodenklasse nach DIN 18300	Klasse 4
Wichte	cal $\gamma/\gamma'$ = 20/10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	cal $\varphi'$ = 27,5°
Kohäsion	cal $c'$ = 2 kN/m <sup>2</sup>

#### 4. Grundwasserverhältnisse

Der Projektbereich liegt nach den Angaben in [3] in einem Trinkwasserschutzgebiet der weiteren Schutzzone (Zone III B). Nordwestlich vom Bebauungsgebiet Nr.17 sind angrenzend Bereiche der Trinkwasserschutzzone II (engere Schutzzone) vorhanden.

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Gegenüberstellung

Zone	Definition	Versickerung	Lage Grundstück
außerhalb	-	Zulässig	X
III B	äußerer Einzugsbereich	Zulässig	X
III A	Innerer Einzugsbereich	Zulässig	-
II	Fließzeit bis zur Fassung kleiner 50 Tage	Verboten	-
I	direkter Fassungsbereich	Verboten	-

Mit den am 11.09.2008, 16.09.2008 und 16.09.2008 durchgeführten Baugrundaufschlüssen (Rammkernsondierungen und Handschürfe) wurde kein Grundwasser angetroffen.

Zu der südlich des Baugebietes Nr. 17 liegenden Messstelle 06.011 liegen Messdaten in der Zeit vom Januar 2000 bis August 2008 vor.

In der nachfolgenden *Tabelle 3* sind die Grundwasserstände für die Messstelle 06.011 im Zeitraum 2000 bis Mai 2008 dargestellt.

*Tabelle 3: Langzeitbericht, Statistikbericht - GW-Stand Jahres-/Monatsmittelwerte [mNN]-  
Objekt ZWO -06-011, Zeitraum: 01.01.2000 bis 31.12.2008*

Jahr	min. Grundwasserstand		max. Grundwasserstand		Ø- Jahr Grundwasserstand
	Monat	[mNN]	Monat	[mNN]	
2000	Januar	118,18	Mai	118,49	118,38
2001	Januar	118,38	April	119,06	118,74
2002	Januar	118,58	Dezember	119,45	119,05
2003	Dezember	118,96	Januar	119,83	119,37
2004	Januar	118,95	Dezember	119,11	119,03
2005	Januar	119,09	Februar	119,10	119,10
2006	Oktober	118,49	Juni	118,73	118,58
2007	November	118,53	April	118,85	118,64
2008	Februar	118,64	Mai	118,95	118,79

Mit diesen Messungen sind Wasserstände zwischen 117,18 mNN bis 119,38 mNN dokumentiert, wobei die tendenziell höheren Wasserstände zwischen 2001 und 2005 gemessen wurden.

Nach den in *Tabelle 3* aufgeführten Pegelaufzeichnungen aus dem Jahr 2000 bis 2008 des Zweckverbandes Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach (ZWO) liegt der Wasserstand im Umfeld des Baugebiet Nr. 17 bei etwa 118 bis 119 mNN; für eine etwas weiter westlich liegende Messstelle sind Pegelstände bis 120,7 mNN benannt.

Diese generellen Grundwasserverhältnisse werden auch in dem Grundwasser-Höhengleichenplan des ZWO vom 10/2000 sowie 10/2001 bestätigt. Zu den Wasserständen ist anzumerken, dass diese im Einflussbereich der Wasserwerke des Verbandes in Hainhausen, Rembrücken und Obertshausen des ZWO liegen dürfen. Eine verlässliche Abschätzung des unbeeinflussten Wasserstandes ist schwierig, da kaum Datenmaterial zur Verfügung steht.

## **5. Auswertung der Feld- und Laborversuche zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit**

### **5.1 Felduntersuchungen zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit**

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit wurden folgende Felduntersuchungen durchgeführt:

- Versickerungsversuche im temporären Pegel
- Versickerungsversuche mittels Doppelzylinder-Infiltrometer nach DIN 19682-7:1994-07

Die Festlegung der für die Bemessung von Versickerungseinrichtungen zugrunde zu legenden Durchlässigkeitsbeiwerte (k-Werte) erfolgt unter Zugrundelegung der ATV-DVWK-A 138 [4].

Gemäß [4] sind auf die durch Versickerungsversuche im Feld ermittelten Durchlässigkeitswerte Korrekturfaktoren anzusetzen, die auf Erfahrungswerten beruhen.

Bei Anwendung der Feldmethode (Versickerungsversuche) in der ungesättigten Zone wird dagegen kaum eine vollständige Sättigung des umgebenden Bodens erreicht. Dies führt dazu, dass oft zu ungünstige (d.h. zu niedrige) k-Werte ermittelt werden. Entsprechend den Angaben nach [4] wird diesem Umstand durch einen Korrekturfaktor von 2,0 Rechnung getragen.

Die Durchführung und Auswertung der o.g. Felduntersuchungen sind im Abschnitt 4.1.1 und Abschnitt 4.1.2 dokumentiert.

#### **5.1.1 Versickerungsversuche im temporären Pegel**

Zur Durchführung der Versickerungsversuche wurden 1¼-Zoll Filterrohre mit einem geschlossenen Aufsatzrohr in die Bohrlöcher der Rammkernsondierungen eingestellt. Die Versickerungsversuche wurde nach einer Sättigungsphase durch laufende Messung des fallenden Wasserspiegels im Pegelrohr vorgenommen. Der abfallende Wasserspiegel (Versickerungsleistung) wurde dabei mit mehreren Einzelmessungen bestimmt.

Die Versuchsdurchführungen sind in den als Anlage 4 beigefügten Formblättern dokumentiert. Darin wurden jeweils die gemessenen Wasserstände über die Zeit festgestellt und auf Grundlage der während der einzelnen Zeitintervalle herrschenden Wasserstands- und -druckverhältnisse die für die wasserwegsame Sandschicht mittleren Durchlässigkeitsbeiwerte (k-Werte) ermittelt. Für die Mittelwertbildung der k-Werte wurden die in den Anlagen 5 fettgedruckten Versuchsintervalle berücksichtigt.

Anhand der Messwerte bei der Versuchsdurchführung wurden für die angetroffenen Sande (Tiefe siehe mittlere Spalte) folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte rechnerisch ermittelt.

Tabelle 4: Wasserdurchlässigkeitswerte – Versickerungsversuch im temporären Pegel

Bezeichnung	Versickerungsversuch Nr.:	Tiefenlage der Versickerungszone	k-Wert aus Feldmethode (Versickerungsversuch im Borloch)	Bemessungs-k-Wert nach ATV-DVWK-A 138 [4]
RKS 1/08	1.1	1,35 bis 2,95 m unter GOK	$3,2 \cdot 10^{-5}$ m/s	$6,4 \cdot 10^{-5}$ m/s
	1.2		$9,4 \cdot 10^{-6}$ m/s	$1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s
	1.3		$9,2 \cdot 10^{-6}$ m/s	$1,8 \cdot 10^{-5}$ m/s
RKS 3/08	3.1	1,67 bis 2,77 m unter GOK	$3,2 \cdot 10^{-5}$ m/s	$6,4 \cdot 10^{-5}$ m/s
	3.2		$2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s	$4,0 \cdot 10^{-5}$ m/s
	3.3		$1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s	$3,8 \cdot 10^{-5}$ m/s
RKS 4/08	4.1	1,36 bis 2,76 m unter GOK	$5,1 \cdot 10^{-6}$ m/s	$1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s
	4.2		$3,2 \cdot 10^{-6}$ m/s	$6,4 \cdot 10^{-6}$ m/s
	4.3		$5,1 \cdot 10^{-6}$ m/s	$1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s
RKS 5/08	5.1	1,40 bis 2,80 m unter GOK	$1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s	$2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s
	5.2		$9,3 \cdot 10^{-6}$ m/s	$1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s
RKS 7/08	7.1	1,20 bis 2,80 m unter GOK	$1,8 \cdot 10^{-5}$ m/s	$3,6 \cdot 10^{-5}$ m/s
	7.2		$1,4 \cdot 10^{-5}$ m/s	$2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s
	7.3		$1,4 \cdot 10^{-5}$ m/s	$2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s
RKS 9/08	9.1	2,09 bis 2,79 m unter GOK	$3,6 \cdot 10^{-5}$ m/s	$6,4 \cdot 10^{-5}$ m/s
	9.2		$2,9 \cdot 10^{-5}$ m/s	$5,8 \cdot 10^{-5}$ m/s
	9.3		$1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s	$3,8 \cdot 10^{-5}$ m/s

Bei den ermittelten k-Werten ist zu berücksichtigen, dass mit dem gewählten Versuchsverfahren keine vollständige Wassersättigung des untersuchten Bodens erreicht wird und entsprechend der erreichten Teilsättigungen niedrigere Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ermittelt werden als bei einer vollständigen Sättigung. Diese Vorgehensweise entspricht jedoch den bei der Niederschlagsversickerung vorliegenden Randbedingungen, so dass die ermittelten k-Werte für den teilgesättigten Zustand u.E. realitätsnäher sind als die (höheren) k-Werte bei Vollsättigung.

### 5.1.2 Versickerungsversuche mit Doppelzylinder-Infiltrometer

Im Bereich der vorhandenen Gräben, in denen bisher angedacht ist, das Oberflächenwasser mittels Rigolensystems bzw. mittels Mulden zu Versickern zu bringen, wurden mit Doppelzylinder-Infiltrometer Versickerungsversuche gemäß DIN 19682-7 ausgeführt, mit denen die Infiltrationsrate und die Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens bestimmt wird. Die Infiltrationsrate ist die Wassermenge, die bezogen auf eine gegebene Fläche und eine gegebene Zeit senkrecht in den Boden eintritt.

Die Protokolle und Auswertung der durchgeführten Versickerungsversuche sind in Anlage 5 dokumentiert. Nachfolgend sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengestellt:

Tabelle 5: Wasserdurchlässigkeitswerte – Versickerungsversuch mit Doppelzylinder-Infiltrometer

		Ansatzpunkt		
		SCH 2/08	SCH 6/08	SCH 8/08
k-Wert aus Feldmethode (Versickerungsversuch mit Doppelzylinder-Infiltrometer)	[m/s]	$1,26 \times 10^{-5}$	$5,69 \times 10^{-5}$	$7,04 \times 10^{-6}$
Bemessungs-k-Wert nach ATV-DVWK-A 138 [4]	[m/s]	$2,52 \times 10^{-5}$	$1,14 \times 10^{-4}$	$1,41 \times 10^{-5}$
von ISK empfohlener k-Wert	[m/s]	$1,2 \times 10^{-5}$	$5,6 \times 10^{-5}$	$7,0 \times 10^{-6}$

**Anmerkung:** Bei Anwendung der Feldmethode in der ungesättigten Zone wird kaum eine vollständige Sättigung des umgebenden Bodens erreicht. Das führt oft zu ungünstigen (d.h. zu geringen) k-Werten. Entsprechend den Angaben nach [4] wird diesem Umstand durch einen Korrekturfaktor von 2,0 Rechnung getragen.  
Um jedoch evtl. späteren Einflüssen durch auch bei vorgeschalteten Opferschichten nicht ganz auszuschließender Kolmation zu berücksichtigen, empfehlen wir, den im Rahmen der Versickerungsversuche ermittelten k-Wert als Bemessungswert ohne Korrekturfaktor zugrunde zu legen.

Die Ansatzpunkte, die zur Überprüfung der Wasserdurchlässigkeit an der Aushubsohle (UK Rigole) gewählt wurden, sind im Lageplan der Anlage 1.2 eingetragen.

## 5.2 Laborversuche zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

Aus einzelnen Bodenhorizonten wurden Proben für eine Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 Siebanalyse zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte entnommen.

Nach ATV-DVWK-A 138 [4] sind auf die durch Laborversuche ermittelten Durchlässigkeitswerte Korrekturfaktoren anzusetzen, die auf Erfahrungswerten beruhen.

Der bei der Auswertung von Sieblinien (z.B. nach BEYER) abgeschätzte Durchlässigkeitsbeiwert bezieht sich auf einen gesättigten Grundwasserleiter mit horizontaler Strömungsrichtung, was bei der Niederschlagsversickerung im Regelfall nicht zutrifft. Die nach BEYER deshalb i.d.R. zu günstig (d.h. zu hoch) eingeschätzten k-Werte sind aus diesem Grund mit einem Korrekturfaktor von 0,2 zu beaufschlagen.

Die an den untersuchten Bodenproben nach DIN 18123 ermittelten Korngrößenverteilungen sind in der Anlage 4 aufgetragen.

Nach der Korngrößenverteilung sind die Sande gemäß DIN 4022 als schwach schluffiger Mittelsand mit wechselnden Feinsand- und Grobsandanteilen einzustufen.

Anhand der Korngrößenverteilung wurde nach BEYER eine Abschätzung der Wasserdurchlässigkeit unter Zugrundelegung einer mitteldichten Lagerung vorgenommen. In der letzten Spalte der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse angegeben.

Tabelle 6: Durchlässigkeitsbeiwerte für die Mittelsande

Probenbezeichnung **)	Schichtbeschreibung n. DIN EN ISO 14688	Entnahmetiefe	k-Wert		Bemessungs-k-Werte (unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors)
			Bestimmung	[m/s]	
[-]	[-]	[m u. GOK]		[m/s]	[m/s]
GP 1/2	S, u, g	1,20 – 2,10	nach WITTMANN *)	$4,7 \times 10^{-4}$	$9,4 \times 10^{-5}$
GP 2/3	S, u'	0,80 – 1,50	nach WITTMANN *)	$7,8 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-5}$
GP 3/3	S	1,40 – 2,60	nach BEYER	$3,3 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-5}$
GP 4/2	S, g', u'	1,00 – 2,60	nach BEYER	$2,2 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-5}$
GP 5/2	S, g, u'	1,50 – 2,50	nach BEYER	$2,4 \times 10^{-4}$	$4,8 \times 10^{-5}$
GP 6/2	S, u', g'	0,90 – 1,50	nach BEYER	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-5}$
GP 7/2	S, g, u'	1,50 – 3,00	nach BEYER	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-5}$
GP 8/2	S, u'	1,00 – 1,50	nach WITTMANN *)	$7,8 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-5}$
GP 9/1	S, g', u'	0,60 – 1,50	nach BEYER	$1,5 \times 10^{-4}$	$3,0 \times 10^{-5}$

\*) Eine Auswertung nach BEYER ist nicht möglich (außerhalb Gültigkeitsbereich).

\*\*\*) Die erste Zahl nach GP .../... gibt die Nummer des Schurfes bzw. der Rammkernsondierung, die zweite Zahl (nach dem Schrägstrich) gibt die Nummer der Probe an.



## **6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen zur Versickerung**

Die Versickerungsanlagen müssen den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Als anerkannte Regel gilt das Arbeitsblatt A 138 der abwassertechnischen Vereinigung. In diesem Regelwerk sind die technische und die rechtliche Realisierbarkeit von Versickerungsanlagen dargestellt.

Wesentliche Voraussetzung für die Versickerung von Niederschlagswasser ist die ausreichende Durchlässigkeit des Bodens sowie die Mächtigkeit der Schichten über dem Grundwasserstand. Der Bodendurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) trifft eine Aussage über die Versickerungsfähigkeit des Bodens. Für Versickerungsanlagen kommen nur Böden in Betracht, deren Durchlässigkeitsbeiwert im Bereich zwischen  $5 \times 10^{-3}$  m/s bis  $5 \times 10^{-6}$  m/s liegt.

Nach der ATV-DVWK-A 138 [4] ist bei der Planung, dem Bau und dem Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser eine Mächtigkeit des Sickerraumes von mindestens 1 m – bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand – zu gewährleisten.

Für den anstehenden Sand wurden in situ in etwa 0,4 bis 0,5 m unter GOK Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte durch Versickerungsversuche mittels Doppelzylinder-Infiltrimeter und in etwa 1,50 bis 2,90 m unter GOK Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte durch Versickerungsversuche im temporären Pegel ermittelt.

Des Weiteren wurden zur Korrelation in etwa 0,6 bis 2,5 m unter GOK Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte indirekt über die Bestimmung der Korngrößenverteilung ermittelt.

Eine Zusammenfassung der Durchlässigkeiten der Versickerungsversuche sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt. Hier sind die mit den Feld- und Laborversuchen ermittelten Wasserdurchlässigkeiten (Korrekturfaktor gemäß ATV berücksichtigt) entsprechend ihrer Tiefenlage aufgetragen.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Wasserdurchlässigkeitswerte

Tiefe Versickerungshorizont	k-Wert aus Felduntersuchungen (unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors)		k-Wert aus Laborversuch (unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors)	von ISK empfohlener k <sub>r</sub> -Wert (ohne Berücksichtigung des Einflusses aus Kolmation)
	Versickerungsversuch mit Doppelzylinder- Infiltrometer	Bohrloch	Körnungslinie	
0,40 m bis 0,50 m	1,4 bis 2,5*10 <sup>-5</sup> m/s (SCH 2/08, 8/08)	-	-	1,4*10 <sup>-5</sup>
	1,1 *10 <sup>-4</sup> m/s (SCH 6/08)			
0,60 m bis 1,50 m	-	-	1,6 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 2/08)	1,6 x 10 <sup>-5</sup>
			2,6 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 6/08)	
			1,6 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 8/08)	
			3,0 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 9/08)	
1,50 m bis 2,50 m	-	1,9 *10 <sup>-5</sup> m/s (RKS 1/08)	9,4 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 1/08)	1,9 x 10 <sup>-5</sup>
		3,9 *10 <sup>-5</sup> m/s (RKS 3/08)	6,6 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 3/08)	
		6,4 *10 <sup>-5</sup> m/s (RKS 4/08)	4,4 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 4/08)	
		1,9 *10 <sup>-5</sup> m/s (RKS 5/08)	4,8 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 5/08)	
		2,8 *10 <sup>-5</sup> m/s (RKS 7/08)	2,6 x 10 <sup>-5</sup> (RKS 7/08)	
2,50 m bis 2,90 m	-	4,8 *10 <sup>-5</sup> m/s (RKS 9/08)	-	4,8 x 10 <sup>-5</sup>

Unter Berücksichtigung der angetroffenen Bodenschichtung sowie der ermittelten Siebanalysen und eines nach ATV-DVWK-A 138 [4] anzusetzenden Sicherheitsbeiwertes kann für die Bemessung ei-

ner Versickerungsanlage im vorgesehenen Bereich für Tiefen ab etwa 0,2 m bis 5 m unter GOK – schwach schluffige Mittelsande (vgl. Abschnitt 3.3.2) – folgende Größenordnung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes (Bemessungswert) zugrunde gelegt werden:

$$k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s (Bemessungswert ATV A138)}$$

Aufgrund des geringen Porendurchmessers des feinsandigen Mittelsandes kann eine Abnahme der Versickerungsleistung infolge Kolmationseffekten auftreten. Das zu versickernde Wasser sollte daher einer vorhergehenden Reinigung (Abscheiden von Schwebstoffen zum Beispiel durch Regenwasser - Nutzungsanlagen oder durch Passage einer belebten Bodenzone [Filterung, Sedimentation]) unterzogen werden.

Nach Festlegung des Standorts und der Art der einzelner Versickerungsanlagen und Konkretisierung der Planung wird für die Planung und Dimensionierung eine Überprüfung der lokalen Versickerungseigenschaften anhand standortbezogener Versuche/Untersuchungen dringend angeraten.

Dipl.-Ing. I. Gaidatzis

ppa. Dipl.-Ing. J Teschke