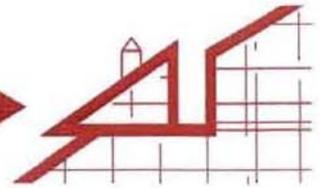


ANLAGE 4

Hydrogeologischer Untersuchungsbericht



Geotechnik GmbH • Geohaus, Nikolaus-Otto-Straße 6 • 55129 Mainz

Dr. Pecher AG

Am Ockenheimer Graben 30
55411 Bingen

- Baugrund
- Altlastensanierung
- Grundwasser- und
- Bodenverunreinigungen
- Hydrogeologie
- Deponien
- Rutschungssanierung
- Lagerstätten
- Grundbaulabor

Ihr Zeichen	Ihre Nachricht vom	Ansprechpartner	unser Zeichen	Datum
Auftragsnummer 0017-100181	30.11.2011	Markus Hering (06131/913524-80)	G 5066	16.12.2011

Hydrogeologischer Untersuchungsbericht

zu den Möglichkeiten der gezielten Versickerung von Regenwasser im Bereich des Bauvorhabens der VG Gau-Algesheim in Ockenheim, Bereich „Ockenheimer Graben“

Anlagen: - 7 -



Inhaltsverzeichnis

1. BENUTZTE UNTERLAGEN.....	2
2. ANLAGEN.....	3
3. ANLASS.....	3
4. UNTERSUCHUNGEN.....	3
4.1 GELÄNDEUNTERSUCHUNGEN.....	3
4.2 LABORUNTERSUCHUNGEN.....	4
5. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	4
5.1 GEOLOGISCHER SCHICHTENAUFBAU.....	4
5.2 GRUNDWASSER.....	5
5.3 UNTERGRUNDDURCHLÄSSIGKEIT.....	5
5.4 UNTERSUCHUNG AUF MÖGLICHE SCHADSTOFFE IM BODEN.....	6
6. BEURTEILUNG UND FOLGERUNGEN.....	6
6.1 VERSICKERUNG	6
6.1.1 Beurteilung.....	6
6.1.2 Folgerungen.....	7
6.2 EMPFEHLUNGEN.....	8
7. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNG.....	10

1. BENUTZTE UNTERLAGEN

- [1] DWA-A (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser u. Abfall e.V. - Hennef.
- [2] LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT des Landes Rheinland-Pfalz (1998): Leitfaden Flächenhafte Niederschlagsversickerung. - Mainz.
- [3] REITMEIER, W. (1995): Zur Abschätzung der Versickerungsmenge in teilgesättigten Böden. Geotechnik 1995, Heft 2, S. 65-73, Verlag Polyfoto Vogt KG. - Stuttgart.
- [4] Planungsbüro Dr. Pecher AG, Bingen: Diverse Planunterlagen zum Bauvorhaben.
- [5] Ministerium für Umwelt und Forsten, Abteilung Wasserwirtschaft (1998): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Rheinhessen. - Mainz.
- [6] Hessische Geologische Landesanstalt (1930): Geologische Karte von Hessen 1 : 25.000, Blatt 6013 Bingen-Rüdesheim.



2. ANLAGEN

- 1 Lageplan (mit Lage der Bohrungen und Testmulden)
- 2 Grafische Darstellung der Bohrungen (RKS) nach DIN 4022/4023
- 3 Protokolle der Versickerungsversuche in den Testmulden (TM)
- 4 Bestimmung der Bodenwassergehalte nach DIN 18121
- 5 Bestimmung der Kornverteilungen nach DIN 18123
- 6 Probennahmeprotokoll
- 7 Chemisch-analytische Untersuchungsergebnisse

3. ANLASS

Im Rahmen des Bauvorhabens „Ockenheimer Graben“ in Ockenheim (Flur 1, Flurstücke 642/3 bis /5 in der Gemarkung Gimbsheim), soll der Untergrund hinsichtlich der gezielten Versickerung von Regenwasser untersucht und bewertet werden.

Die **GEOTECHNIK BFW GmbH** wurde vom Planungsbüro Dr. Pecher AG, Bingen, beauftragt, die im Angebot vom 20.10.2011 aufgeführten Untersuchungen auszuführen und einen entsprechenden Untersuchungsbericht zu erstellen.

4. UNTERSUCHUNGEN

4.1 GELÄNDEUNTERSUCHUNGEN

- 2 x Bohrungen als Rammkernsondierung (RKS 1 und 2), jeweils 5 m tief
- 2 x Anlegen von Testmulden (TM 1 und 2) zur Durchführung von Versickerungsversuchen nach REITMEIER [3]

Die Lage der Bohrungen und Testmulden sind im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die zeichnerischen Darstellungen der Bohrungen (Bohrprofile) sind in Anlage 2 und die Protokolle der Versickerungsversuche in Anlage 3 dokumentiert.



4.2 LABORUNTERSUCHUNGEN

Bodenmechanische Untersuchungen

Im Grundbaulabor der GEOTECHNIK BFW GmbH wurden an ausgewählten Bodenproben die folgenden bodenmechanischen Versuche durchgeführt:

- 9 x Bestimmung der Bodenwassergehalte nach DIN 18121 (Anlage 4)
- 3 x Bestimmung der Kornverteilung nach DIN 18123 (Anlage 5)

Umwelttechnische Untersuchungen

Aus den Bohrungen RKS 1 und 2 wurden aus dem Tiefenbereich 0,3 bis 2,0 m eine Bodenmischprobe erstellt (siehe auch Probennahmeprotokoll in Anlage 6) und dem Umweltlabor ISEGA Umweltanalytik GmbH, Hanau, zur chemisch-analytischen Bestimmung der Parameterliste der LAGA (hier: Merkblatt 20, TR Boden). Die detaillierten Untersuchungsergebnisse können dem Laborbericht in Anlage 7 entnommen werden.

5. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

5.1 GEOLOGISCHER SCHICHTENAUFBAU

Geologischer Überblick

Gemäß Geologischer Karte von Hessen, Blatt 6013 Bingen-Rüdesheim [6] ist im Untersuchungsgebiet mit quartären, lehmigen Abschwemmsedimenten zu rechnen.

Schichtenbeschreibung

Folge 1: Oberboden / Pflughorizont / Bodenbildungshorizont

In beiden Bohrungen wurde unter einer Grasnarbe bis in eine Tiefe von 0,7 m (RKS 1) bzw. 0,3 m / 0,6 m (RKS 2) ein typisch brauner bis dunkelbrauner Oberboden bzw. Pflughorizont (ggf. mit unterlagerndem Bodenbildungshorizont) erschlossen. Das Substrat ist zumeist als stark schluffiger Sand mit steifer und halbfester Konsistenz zu beschreiben. Vereinzelt fanden sich (vermutlich untergepflügte) Backstein- und Verbrennungsreste.

Folge 2: Auenlehme / Abschwemmsedimente

Unterhalb der Böden der Folge 1 wurden in beiden Bohrungen graue und graubraune sandig-leh-



mige Schichten angetroffen. Die Basis der quartären Auenlehme und Abschwemmsedimente variiert stark: In Bohrung RKS 1 wurde sie in 4,2 m u. GOK angetroffen, in RKS 2 bereits in 1,1 m u. GOK.

Folge 3: Tertiäre Tonschichten

Unterhalb der Böden der Folge 1 wurden in beiden Bohrungen graugrüne, z.T. auch ockerfarbene, schluffige Tone, mit sandigen Zwischenlagen erkundet. Hierbei handelt es sich um Sedimente des Tertiärs. Die Basis der Tone wurde in beiden Bohrungen in 5 m Tiefe nicht erreicht.

5.2 GRUNDWASSER

Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen (05.12.2011) wurde das Grundwasser in Bohrung RKS 1 bei 0,81 m u. GOK angetroffen; in RKS 2 bei ca. 0,9 m u. GOK. In einem in der Nähe (auf dem Flurstück 642/3) vorhandenen Brunnen wurde der Grundwasserspiegel bei 0,78 m u. GOK eingemessen.

Der Grundwasserschwankungsbereich und der für Versickerungsanlagen maßgebende *mittlere höchste Grundwasserstand* (MHGW) kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht exakt angegeben werden; es ist aber davon auszugehen, dass sich der Grundwasserflurabstand temporär auch bis 0,5 m verringern kann.

5.3 UNTERGRUNDDURCHLÄSSIGKEIT

Zur Ermittlung der Infiltrationsrate und des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert) der oberflächennahen Bodenschichten wurden zwei Testmulden (TM 1 und 2) angelegt (siehe Lageplan in Anlage 1) und Versickerungsversuche nach REITMEIER [3] durchgeführt.

Die Testmulden wurden vorsichtig (manuell) ausgehoben (B/L/T ca. 50/40/40 cm), um die vorhandenen Bodenstrukturen möglichst zu erhalten. Dabei wurden Grubenwände und -sohle bodenkundlich beschrieben; besonderes Augenmerk galt dem anstehenden Substrat, möglichen Makroporen und dem vorhandenen Bodengefüge. Die Testmulden wurden anschließend mit Vliesstoff ausgekleidet, um beim vorsichtigen Befüllen mit Wasser keine Porenverschlämmungen zu verursachen. Die Probeversickerungen fanden in Form von zwei aufeinander folgenden Befüllungen mit Wasser statt. Es wurde jeweils die Abnahme des Wasserspiegels gemessen und der verstrichenen Zeit seit Befüllung gegenübergestellt.

In der folgenden Tabelle 1 sind die Ergebnisse dargestellt. Die grafischen Darstellungen bzw. Protokolle der Versickerungsversuche sind der Anlage 3 zu entnehmen.



Testmulde	Muldentiefe	Durchlässigkeitsbeiwert nach REITMEIER (k_f -Wert)	Bemerkungen
TM 1	0,40 m	$6,1 \times 10^{-4}$ m/s	viele Makroporen, lockere Bodenlagerung und starke Durchwurzelung
TM 2	0,40 m	$4,6 \times 10^{-4}$ m/s	viele Makroporen, relativ lockere Bodenlagerung

Tab. 1: Ergebnisse der Versickerungsversuche in Testmulden

5.4 UNTERSUCHUNG AUF MÖGLICHE SCHADSTOFFE IM BODEN

Der potentielle Sickerraum unter möglichen Versickerungsmulden sollte bereits im Vorfeld umwelttechnisch untersucht werden. Hierzu wurden aus beiden Bohrungen Materialproben aus dem Tiefenbereich 0,3 bis 2,0 m u. GOK fachgerecht entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt (siehe auch Probennahmeprotokoll in Anlage 6). Die Bodenmischprobe wurde der ISEGA Umweltanalytik GmbH, Hanau, zur Untersuchung auf die Parameterliste der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), hier Merkblatt 20, Tab. II 1.2-2 bis -5 („TR Boden“) übergeben.

Die Analysenergebnisse blieben hinsichtlich der geprüften Schadstoffe unauffällig, lediglich der Bleigehalt im Feststoff zeigt mit 90,2 mg/kg eine geringfügige Überschreitung des Zuordnungswertes 0 (Z 0-Wert), was allerdings als völlig unkritisch zu bewerten ist (der nächst höhere Z 0*-Wert wird weit unterschritten).

Die Einzelergebnisse können dem Prüfbericht-Nr. 3144/11 vom 13.12.2011 in der Anlage 7 entnommen werden.

6. BEURTEILUNG UND FOLGERUNGEN

6.1 VERSICKERUNG

6.1.1 Beurteilung

Die in den oberflächennahen Bodenschichten (Oberboden / Pflughorizont) ausgeführten Versickerungsversuche erreichen rechnerische Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) von ca. 4 bis 6×10^{-4} m/s. Die vergleichsweise sehr gute Durchlässigkeit ist auf die relativ lockere Bodenlagerung und die hohe Anzahl von Makroporen (i. W. Wurm- und Wurzelbauten) zurückzuführen. Das hierdurch verursachte Sekundärporenvolumen wirkt sich günstig auf die hydraulische Grunddurchlässigkeit aus. Das Korngrößenabhängige Primärporenvolumen des stark schluffigen



Sandes trägt hingegen nur wenig zu den ermittelten Durchlässigkeiten der oberflächennahen Bodenschichten bei.

Das hydraulisch nutzbare Porenvolumen der Makroporen nimmt zur Tiefe hin drastisch ab, so dass die **tieferen Bodenbereiche der Folge 1 und der sandig-lehmigen Auenlehme und Abschwemmsedimente der Folge 2** geringer durchlässig sind. Die hydraulische Durchlässigkeit funktioniert hier nur noch über das Primärporenvolumen. Aus den Kornverteilungslinien können (u.a. nach KAUBISCH; mit Korrekturfaktor für Sieblinien von 0,2) Durchlässigkeitsbeiwerte im Größenbereich von etwa **4 bis 7×10^{-9} m/s** errechnet bzw. abgeschätzt werden (siehe auch Anlage 5), sodass hier nach DIN 18130 von sehr schwach durchlässigen Verhältnissen ausgegangen werden muss.

Die **tertiären Tone der Folge 3** sind als „quasi-Wasserstauer“ zu bezeichnen; hier sind Durchlässigkeitsbeiwerte **$< 10^{-10}$ m/s** anzusetzen.

Weitere Bewertungen zur Versickerung:

- Der **Grundwasserflurabstand erfüllt** (zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen) bezüglich einer Versickerung **NICHT die Anforderungen der DWA-A 138** (bei angenommen 30 cm tiefen Versickerungsmulden). [1].
- Die untersuchte Fläche liegt nicht innerhalb eines **Wasserschutzgebietes** [5].
- Bezüglich der **Schadstofffreiheit** des Untergrundes (Sickerraum) bestehen nach chemischer Analyse und organoleptischem (sensorischem) Befund keine Bedenken.
- Eine **Vorflut** ist in unmittelbarer Nähe vorhanden (Ockenheimer Bach),

6.1.2 Folgerungen

Eine **konzentrierte Versickerung** von Oberflächenwasser durch die vorhandenen (erbohrten) Bodenschichten sowohl in Mulden, als auch in Rigolen, ist aufgrund des sehr geringen Grundwasserflurabstandes und des sehr schwach durchlässigen Bodens **nicht zulässig**.

Eine dosierte Einlagerung bzw. Drosselung / zeitliche Pufferung in flachen Mulden (Retentionsanlagen) in Kombination mit einer Verminderung der zu versickernden Wassermengen (z.B. durch Reduzierung der angeschlossenen Versiegelung, Verminderung des mittleren Abflussbeiwertes ψ_m durch Dachbegrünung oder Brauchwassernutzung) ist hingegen denkbar.

Die Anforderungen des Merkblattes DWA-M 153 hinsichtlich einer möglichen Vorreinigung des Wassers sind zu beachten.



6.2 EMPFEHLUNGEN

Grundsätzlich ist zwischen **Versickerung und Einlagerung** (Zwischenspeicherung) von Niederschlagswasser zu unterscheiden:

Bei einer **Versickerung** von Niederschlagswasser wird ein Großteil des Wassers - zeitlich verzögert - in den tieferen Untergrund geleitet (hohe Grundwasserneubildungsrate).

Bei der **Einlagerung** hingegen wird ein großer Anteil des Wassers oberflächennah zwischengespeichert und durch die Vegetation oder durch direkte Verdunstung - ebenfalls zeitlich verzögert - in die Atmosphäre abgegeben. Hier kommt es zu keinem bzw. nur zu einem geringen Grundwasserzufluss (geringe Grundwasserneubildungsrate). Zudem wird bei stärkeren bzw. längeren Regenereignissen nur ein Teil des anfallenden Oberflächenwassers infiltriert. Bei erreichter Bodensättigung oder Wasserüberschuss, z. B. nach Starkregenereignissen, muss zeitweise ein Großteil der Niederschläge über einen unbedingt erforderlichen **Notüberlauf**, z. B. in die Kanalisation oder Vorflut (hier. Ockenheimer Graben) abgeleitet werden (was insbesondere in den Wintermonaten der Fall ist).

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse **eignet** sich der Untergrund im untersuchten Bereich **nicht zur zentralen Versickerung von Niederschlagswasser**.

Unter bestimmten Voraussetzungen und Inkaufnahme von Einschränkungen ist aber eine **zentrale oder dezentrale „Einlagerung“ bzw. Pufferung / Drosselung von Niederschlagswasser** (insbesondere in den Sommermonaten) **in Muldenform** durchaus denkbar.

Für Einlagerungsmulden gilt grundsätzlich:

Unter Berücksichtigung der nachfolgend beschriebenen Einschränkungen und Empfehlungen ist eine **Zwischenspeicherung in Einlagerungsmulden** aus geotechnischer Sicht möglich:

- Zur Einlagerung des Niederschlagswassers sollten Mulden ausgeformt werden (im folgenden auch **Einlagerungsmulden** genannt).
- Die Wassermenge je Flächeneinheit ist auf eine **definierte Einstauhöhe von 20 cm** zu begrenzen.
- **Notüberläufe** mit Anschluss an die Kanalisation oder Vorflut sind einzuplanen.
- Die Einlagerungsmulden sollten aufgrund des geringen Grundwasserflurabstandes **möglichst flach** in das bestehende Gelände eingebunden werden (wenn möglich Muldensohlen $< 0,2$ m unter momentaner GOK). Zudem ist eine Einlagerung im vorliegenden Fall meist nur in den obersten Bodenschichten (bis etwa 0,5 m Tiefe) möglich.
- Die entsprechenden **Muldenflächen** sowie das nähere Umfeld sollten vor Baubeginn unbedingt **gekennzeichnet und abgesperrt** werden, um eine Bodenverdichtung durch Befahren zu vermeiden.



- Der **Aushub** der Mulden sollte **rückschreitend** erfolgen. **Randwälle** können mit dem Aushubmaterial ausgebildet werden.
- Die **eigentlichen Muldenflächen** sollte dabei **so groß wie möglich** gewählt werden, um die Wasser-Speicherkapazität der oberflächennahen Bodenschichten ausnutzen zu können. Auf diese Weise wird im Sommerhalbjahr ein Teil des anfallenden Sickerwassers wieder verdunstet bzw. evapotranspiriert. Dies gilt insbesondere in Verbindung mit einer geeigneten Vegetation, die auch einen zusätzlichen Erosionsschutz bietet.
- Die **Muldeneinläufe** sind zur Erosionsminderung mit Steinen bis zum Muldentiefsten zu versehen; ggf. sind zusätzliche Absetzkästen einzuplanen.
- Die Muldenflächen selbst sollten mit geeignetem **Sickerrasen** versehen werden (ggf. Roll- bzw. Fertigrasen verwenden).
- Die **Inbetriebnahme** der (Versickerungs- bzw.) Einlagerungsmulden sollte nicht vor Ablauf einer ersten Vegetationsperiode (Anwachsphase) erfolgen (entfällt, wenn Fertigrasen verwendet wird).
- Grundsätzlich ist ein ausreichender **Abstand** der Einlagerungsmulden **zu den geplanten Gebäuden** einzuhalten (DWA-A 138 beachten).

Anmerkungen:

Es ist darauf hinzuweisen, dass im Laufe der Betriebszeit die Infiltrationsrate von Versickerungs- und Einlagerungsmulden erfahrungsgemäß abnimmt. Durch regelmäßige Wartungsarbeiten kann dieser Prozess vermindert werden.

Bei der partiellen Einlagerung von Niederschlagswasser in o. a. Form ist zu berücksichtigen, dass insbesondere bei Starkregenereignissen, möglicherweise auch bei lang anhaltenden Regenperioden ein Großteil des anfallenden Niederschlagswassers über den Notüberlauf abgeführt wird (insbesondere in den Wintermonaten).

Grundsätzlich sollte eine Regenwasserbewirtschaftung mittels **Dachbegrünung** und Überlauf in **Zisternen** mit **Brauchwassernutzung** angestrebt werden. Insbesondere durch eine Dachbegrünung können die zur Versickerung bzw. Einlagerung anfallenden Niederschlagsmassen (in den Sommermonaten) stark vermindert werden.



7. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNG

Die Ergebnisse dieses Untersuchungsberichtes basieren zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen. Im Umfeld der durchgeführten Bodensondierungen und Testmulden können daher Bodenverhältnisse vorliegen, die im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht erkannt wurden und von den beschriebenen Ergebniswerten abweichen. Relevante Planänderungen bzw. Aktualisierungen, die die Aussagen des vorliegenden hydrogeologischen Untersuchungsberichtes betreffen, sind mit dem Gutachter abzustimmen.

Der Untersuchungsbericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Mainz, den 16.12.2011

GEOTECHNIK
Büdinger Fein Welling GmbH

Dipl.- Geol. M. Hering

ISEGA Umweltanalytik GmbH

Chemisch-analytisches Laboratorium

Untersuchungsmethoden

Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Arsen	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)
Blei	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)
Cadmium	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)
Chrom	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)
Kupfer	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)
Nickel	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)
Quecksilber	analog DIN EN 1483 (08.97)
Thallium	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)
Zink	analog DIN EN ISO 11885 (4.98)

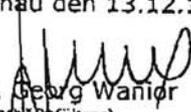
Untersuchungen in der Originalsubstanz

Cyanide	10g Boden in 100 ml Wasser suspensieren, weiter analog DIN 38405 D 13 (1981)
EOX	gemäß Hausmethode H 1000.001.XX (akkreditiert)
Kohlenwasserstoffindex	gemäß DIN ISO16703
LHKW und BTEX	5 g Boden mit 10 ml Wasser in 20 ml HS- Fläschchen versetzen, weiter analog DIN EN 10301 F4 und DIN 38407-F9
PAK nach EPA 610	Extraktion mit Acetonitril, Quantifizierung mittels HPLC/DAD Merkblatt Nr. 1 des LUA-NRW 1994
PCB	E DIN ISO 10382 (02.98)
pH-Wert	feldfrischer Boden in CaCl ₂ Lösung (0,01 mol/l) suspensieren DIN ISO 10390 (05.97)
TOC	EN 13137

Untersuchungen im Eluat

pH Wert	DIN 38 404 C5
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Cyanide	DIN 38405 D13
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
Phenol Index	DIN 38409 H16-1 (06.84)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (4.98)
Blei	DIN EN ISO 11885 (4.98)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (4.98)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (4.98)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (4.98)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (4.98)
Quecksilber	DIN EN 1483 (08.97)
Thallium	DIN EN ISO 11885 (4.98)
Zink	DIN EN ISO 11885 (4.98)

Hanau den 13.12.11


Dr. Georg Wanior
(Geschäftsführer)

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die uns vorliegende Probe. Die Veröffentlichung von Ergebnissen unserer Arbeiten sowie die Verwendung für Werbezwecke bedürfen auch auszugsweise unserer schriftlichen Genehmigung.