

„Gutachterliche Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten, Erweiterung, Taunus Wunderland Schlangenbad“

(HYDRODATA GmbH, 13.10.2016)

Vorbemerkung

Mit E-Mail-Nachricht vom 20.01.2020 wurde die HYDRODATA GmbH angefragt, ob die 2016 gefertigte Unterlage „Gutachterliche Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten, Erweiterung, Taunus Wunderland Schlangenbad“ bei unveränderten Festsetzungen des Bebauungsplans noch den fachlichen Anforderungen und der gegebenen Datenlage entsprechen und unverändert in das Bauleitplanverfahren „1. Änderung und Erweiterung Bebauungsplan Taunus Wunderland“ integriert werden kann.

Die entsprechende Rückantwort der HYDRODATA GmbH erfolgte per Mail am 31.01.2020 im Rahmen einer zweiseitigen Stellungnahme „Aktualitätsprüfung der gutachterlichen Beurteilung von Versickerungsmöglichkeiten, BV Erweiterung Taunus Wunderland“.

In der Stellungnahme wird festgestellt, dass die ermittelten Werte der „Gutachterlichen Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten, Erweiterung, Taunus Wunderland Schlangenbad“ (HYDRODATA GmbH, 13.10.2016) weiterhin als Bemessungsgrundlage im Bauleitplanverfahren verwendet werden können und nicht neu zu berechnen sind.

Anlage

Die Stellungnahme „Aktualitätsprüfung der gutachterlichen Beurteilung von Versickerungsmöglichkeiten, BV Erweiterung Taunus Wunderland“ der HYDRODATA GmbH vom 31.01.2020 ist nachfolgend angefügt.

Gemeinde Schlangenbad
FB 60, Bauplanung- und -verwaltung
Frau Dorothee Petri
Rheingauer Str. 23
65388 Schlangenbad

31.01.2020

BV Erweiterung Taunus Wunderland Aktualitätsprüfung der gutachterlichen Beurteilung von Versickerungsmöglichkeiten

Sehr geehrte Frau Petri,

wie von Ihnen beauftragt, haben wir gemäß unseres Angebots AN202001_028 vom 27.01.2020 eine Aktualitätsprüfung der gutachterlichen Beurteilung von Versickerungsmöglichkeiten vom 13.10.2016 für das Bauvorhaben Erweiterung Taunus Wunderland durchgeführt.

Die im Rahmen der o.g. gutachterlichen Beurteilung durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen wurden zu den zum Zeitpunkt der Beauftragung gültigen Normen und Empfehlungen ausgeführt.

Zwischen der Aushändigung der gutachterlichen Bewertung und Ihrer Anfrage auf Prüfung der Aktualität sind für die Betrachtung der Versickerungsleistung der angetroffenen Böden folgende Änderungen in den relevanten Normen erfolgt:

- Die DIN 18123:2011-04 (Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung) wurde zurückgezogen. Die bodenmechanischen Laboruntersuchungen erfolgen seit 04/2017 gem. DIN EN ISO 17892-4

Eine geänderte Aussage über die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte (Kf-Werte) aus den 2016 ausgeführten Sieblinienanalysen ist ohne nochmalige Siebung des Probenmaterials nicht möglich. Wir empfehlen daher die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte weiterhin für die Bemessung von Versickerungseinrichtungen anzusetzen.

- Die DIN 18130-1 (Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 1: Laborversuche) wurde zurückgezogen und 05/2019 durch DIN EN ISO 17892-11 ersetzt.

In der DIN EN ISO 17892-11 werden keine Angaben über die Einteilung der Durchlässigkeiten wie in der zurückgezogenen DIN 18130-1 mehr gegeben.

Geschäftsführer:
Georg Bodenseh
Daniel Huth
Dr. Horst Schmidt
Sitz der Gesellschaft:
Oberursel, HRB 3920
AG Bad Homburg
USt.-ID-Nr.: DE114167464



Wir empfehlen für die Vorbemessung der zur Verwendung kommenden Versickerungseinrichtungen die in der gutachterlichen Bewertung von 2016 ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte der auf dem Niveau der Unterkante der Versickerungseinrichtung anstehenden Böden weiterhin anzusetzen. Die Angaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 bezüglich der Eignung der jeweiligen Böden mit den ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten sowie des einzuhaltenden Mindestabstands zum Grundwasser für die jeweiligen Versickerungseinrichtungen sind weiterhin gültig und zu beachten.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

HYDRODATA GmbH



Simon Kretschmer
Dipl.-Geol.
Projektleiter

Projekt : Taunus Wunderland, Schlangenbad
Projekt-Nr. : 2016076

Gutachterliche Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten

Erweiterung,
Taunus Wunderland
Schlangenbad

Bearbeiterin:
Ulrike Scheitel, Dipl.-Geol.
Projektleiterin

Auftraggeber : Herr Otto Barth
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Datum : 13.10.2016

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass, Zweck und Auftrag	1
2	Unterlagen	1
3	Projektbeschreibung	2
4	Untersuchungsgebiet	2
5	Durchgeführte Untersuchungen.....	3
6	Schichtbeschreibung, Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte.....	4
7	Wasser im Baugrund.....	6
8	Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen	6
9	Empfehlungen zu Versickerungseinrichtungen.....	8
10	Empfehlungen	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der bodenmechanisch untersuchten Proben	3
Tabelle 2: Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen.....	6
Tabelle 3: Ergebnisse der In-Situ-Versickerungsversuche	7

Anlagen

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 2	Bohrprofile
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4	Auswertung der Versickerungsversuche
Anlage 5	Prüfbericht der Korngrößenverteilungen

1 Anlass, Zweck und Auftrag

Der Bauherr, Herr Otto Barth, beabsichtigt langfristig die Erweiterung des Taunus Wunderlandes in östlicher Richtung auf der Baufläche VIII (**Anlage 1.1**).

Die HYDRODATA GmbH wurde am 27.07.2016 vom vorgenannten Bauherrn mit der Durchführung von Feldarbeiten und der Ausarbeitung eines Versickerungsgutachtens beauftragt.

Die Untergrundverhältnisse sollten untersucht werden, um dem Planungsbüro Herrchen & Schmitt Landschaftsarchitekten GbR die erforderlichen Planungsunterlagen und Informationen im Hinblick auf Versickerungsmöglichkeiten für Niederschlagswasser auf dem Erweiterungsgelände bereitzustellen.

2 Unterlagen

Zur Ausarbeitung dieses Gutachtens standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Planunterlagen

- (U1) Geologische Übersichtskarte von Hessen, Maßstab 1:300 000, 2. Auflage von 1973.
- (U2) Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5814, Bad Schwalbach, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 1930.
- (U3) Topographische Karte von Hessen 1:25.000, Blatt 5814, Bad Schwalbach, Hessisches Landesvermessungsamt.
- (U4) Planungskarte zur DIN 4149:2005-04, Erdbebenzonen und geologische Untergrundklassen für Hessen, Maßstab 1:200 000, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2007).
- (U5) Übersichtslagepläne des Planungsbüros Herrchen und Schmitt Landschaftsarchitekten, verschiedene Maßstäbe.
- (U6) Übersichtskarte der Trinkwasserschutzgebiete, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV), URL: <http://wrrl.hessen.de/> (10.10.2016).

Regelwerke und Normen

- (R1) DIN EN 1997-1:2014-03 (Eurocode 7): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013.
- (R2) DIN EN 1997-2:2010-10 (Eurocode 7): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010 – Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe Oktober 2010.
- (R3) DIN Taschenbuch 113: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes – Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe August 2014.
- (R4) DIN 4021: Baugrund: Aufschluss durch Schürfe- und Bohrungen sowie Entnahme von Bodenproben. Ausgabe Oktober 1991.
- (R5) DIN 4022: Baugrund und Grundwasser. Benennen und Beschreiben von Boden und Fels. Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben in Boden und im Fels. 09/87.
- (R6) DIN 4023: Baugrund- und Wasserbohrungen. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse.

Ausgabe 03/84.

- (R7) DIN 18300: VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Erdarbeiten. Ausgabe September 1988 und 2015.
- (R8) Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Arbeitsblatt, DWA-M 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005.
- (R9) Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Merkblatt DWA-M 153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, August 2007.

3 Projektbeschreibung

Bezüglich der geplanten Baumaßnahmen wurden uns vom Planungsbüro Herrchen und Schmitt aus Wiesbaden Übersichtslagepläne zur Verfügung gestellt.

Vertiefende Details zu den Bauvorhaben auf dem Erweiterungsgelände liegen uns keine vor. Nach mündlicher Aussage des Landschaftsarchitekten Herrn Herrchen ist eine Bebauung analog zum angrenzenden Bestandsgelände geplant.

Der vorliegende Bericht beinhaltet eine Dokumentation der durchgeführten Untersuchungen sowie eine Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich der grundsätzlichen Eignung des Erweiterungsgeländes im Hinblick auf die Einrichtung von Versickerungsanlagen. Sollten im Zuge der weiteren Planung genauere Angaben erforderlich werden, so sind diese in Form ergänzender Empfehlungen anzufordern.

4 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordwesten von Wiesbaden, nördlich von Schlangenbad (vgl. **Anlage 1.1**). Das Gelände ist derzeit, ein durch Forstwege, erschlossenes Waldgebiet. Im Nordwesten des Areals befindet sich ein ehemals als Parkplatzfläche genutzter Bereich. Im Norden wird das Gelände von der Straße L3037, ‚Hohe Straße‘, begrenzt. Im Westen grenzt das Untersuchungsgebiet an das Bestandsgelände des Taunus Wunderlands. Das Gelände weist insgesamt eine leichte Hanglage nach Süden bzw. Südwesten auf.

Das auf dem Erweiterungsgelände anfallende Regenwasser soll nach Möglichkeit auf dem Grundstück versickert werden. Die Umgebung des Erweiterungsgeländes setzt sich sowohl aus Waldgebieten als auch einem Freizeitpark zusammen.

Gemäß der Planungskarte zur DIN 4149: 2005-04 (U4) liegt das Untersuchungsgebiet in der Erdbebenzone 0, Untergrundklasse R.

In der unmittelbaren Umgebung des Untersuchungsgebiets sind keine offenen Gewässer vorhanden.

Das Grundwasser wird erst in größerer Tiefe erwartet. In der Auffüllung bzw. im tonigen Untergrund ist in unregelmäßigen Tiefen oberhalb von bindigen Schichten mit der Bildung und einem Aufstau von Schicht- und Sickerwasser zu rechnen.

Gemäß dem Fachinformationsdienst Grund- und Trinkwasserschutz Hessen (U6) liegt das Untersuchungsgebiet in keinem Wasserschutzgebiet.

5 Durchgeführte Untersuchungen

Von der HYDRODATA GmbH wurden im Zeitraum vom 19.08.2016 bis 24.08.2016 zur Erkundung des Untergrundes insgesamt 11 Kleinrammbohrungen (KRB 01 bis KRB 11) mit einem Durchmesser zwischen 40 mm und 80 mm nach DIN 4021, Tabelle 3, Zeile 2, mit Tiefen von maximal 3,80 m unter Geländeoberkante (GOK) ausgeführt. Zusätzlich wurden in ausgewählten Kleinrammbohrungen In-Situ-Versickerungsversuche durchgeführt (**Anlage 4**). Die ursprünglich geplanten Bohrtiefen wurden aufgrund von hohen Eindringwiderständen nicht erreicht.

Die Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage der Kleinrammbohrungen und Geländepunkte geht aus der Lageskizze der **Anlage 1.2** hervor. Die Ansatzhöhen sind mit den vorliegenden Planunterlagen zu vergleichen, zumal die Schichtenprofile ab jeweiliger Geländeoberfläche zum Bohrzeitpunkt gelten.

Aus allen in den Kleinrammbohrungen angetroffenen Schichten wurden Bodenproben entnommen und – abgesehen von den einer bodenmechanischen Untersuchung zugeführten Proben – als Rückstellproben im Probenarchiv eingelagert. Die Beprobung des Bodens bzw. des Bohrgutes wurde nach organoleptischen sowie geologischen Kriterien gemäß DIN 4021 vorgenommen.

Die geologische Beschreibung des Bodenaufbaus erfolgte nach DIN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688 und 14689 sowie DIN 4022. Außerdem wurden die Proben geologisch eingestuft.

Die Kleinrammbohrungen wurden als höhengerechte Profile nach DIN 4023 gezeichnet und sind in der **Anlage 2** dargestellt. Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen sind nach DIN 4022 in Schichtenverzeichnisse in der **Anlage 3** eingetragen.

Im Hinblick auf die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden exemplarisch für einige Bodenproben – entnommen aus ausgewählten Bohrungen bzw. Bodenhorizonten – bodenmechanische Untersuchungen (Kornverteilungen nach DIN 18123) durchgeführt (**Anlage 5**). Eine Mischprobe MP 01 aus der Auffüllung wurde im Probenarchiv als Rückstellprobe eingelagert.

Die nachfolgend in *Tabelle 1* aufgeführten Bodenmischproben wurden nach Abschluss der Feldarbeiten umgehend dem mit der Durchführung der bodenmechanischen Untersuchungen beauftragten Ingenieurbüro „S-BB Stracke - Baugrund & Beton GbR“ in 66989 Höheinöd überstellt.

Tabelle 1: Übersicht der bodenmechanisch untersuchten Proben

Probe	Bohrpunkt	Bodenschicht	Material	Laboranalyse
MP 02	KRB 01 - KRB 03, KRB 08	Deckschicht	Feinsand, schluffig und Schluff, feinsandig	Korngrößenverteilung
MP 03	KRB 01, KRB 02, KRB 07	Hangschutt	Kies, sandig, schluffig, tonig	Korngrößenverteilung
MP 04	KRB 01, KRB 02, KRB 08, KRB 09, KRB 10	Felszersatz	Tonschiefer (Kies, steinig, tonig)	Korngrößenverteilung

Zusammenfassung

- elf Kleinrammbohrungen KRB 01 - KRB 11 bis zu einer Tiefe von max. 3,80 m
- Darstellung der Bodenschichtung in Profilen und Schichtenverzeichnissen
- Bodenmechanische Untersuchung von drei Bodenmischproben MP 02 – MP 04
- Durchführung von neun Versickerungsversuchen

6 Schichtbeschreibung, Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

In den Kleinrammbohrungen wurde entsprechend der geologischen Situation folgender Schichtenaufbau angetroffen:

Schichtenfolge

- Schicht 0 Oberboden
- Schicht 1 Auffüllung - Kies, sandig, steinig
- Schicht 2 Deckschicht - Feinsand, schluffig bzw. Schluff, feinsandig (Quartär)
- Schicht 3 Hangschutt - Kies, sandig, schluffig, tonig (Quartär)
- Schicht 4 Felsersatz - Tonschiefer (Kies, steinig, tonig)

Der Schichtenaufbau wurde vom Hangenden ins Liegende ermittelt. Es werden die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen beschrieben.

Schichtbeschreibung

Die Bohrstellen KRB 01 bis KRB 08 liegen im Wald. Die Bohrstellen KRB 09 bis KRB 11 wurden im Grünstreifen, der unmittelbar an den ehemaligen Parkplatz angrenzt, positioniert.

Schicht 0 – Oberboden

Im Untersuchungsgebiet wurde mit Ausnahme der Kleinrammbohrungen KRB 08 bis KRB 11 in den Kleinrammbohrungen ein geringmächtiger Oberboden in Form eines Waldbodens bis zu einer Tiefe von 0,10 m unter Geländeoberkante (GOK) angetroffen. Unter dem Oberboden folgt die Deckschicht. Im Bereich der Bohrungen KRB 08 bis KRB 11 wurde kein Oberboden angetroffen, da dieser Bereich in der Vergangenheit aufgefüllt wurde.

Schicht 1 – Auffüllung

Mit Ausnahme des Bereiches der Kleinrammbohrungen KRB 01 bis KRB 07, die im Wald positioniert wurden, ist im Zuge der forstwirtschaftlichen Nutzung (Forstwegebau, KRB 08) und der Nutzung als Parkplatzfläche (KRB 09 – KRB 11) der Untergrund in der Vergangenheit bereichsweise aufgefüllt worden.

Die Auffüllung besteht oberflächennah aus einem sandigen und steinigen Kies, der als Tragschichtmaterial anzusprechen ist. In den Bohrungen KRB 10 und KRB 11 folgt im Liegenden der geringmächtigen kiesigen Auffüllung ein toniger Schluff. An bodenfremden Bestandteilen wurden in der schluffigen Auffüllung Ziegel- und Tonschieferbruchstücke nachgewiesen.

Die Unterkante der Auffüllung reicht an den einzelnen Bohransatzpunkten bis in folgende Tiefen unter GOK:

Bohrpunkt	Unterkante [m üNN]	Unterkante [m u. GOK]
KRB 08	481,90	0,10
KRB 09	480,90	0,20
KRB 10	480,00	0,80
KRB 11	480,05	0,90

Die Auffüllung ist 0,10 m bis max. 0,90 m mächtig. Unter der Auffüllung folgt entweder der Hangschutt oder der Felszersatz. In den Bohrpunkten KRB 08 – KRB 11 wurde keine Deckschicht angetroffen.

Schicht 2 – Deckschicht

Unter dem Oberboden folgt eine **Deckschicht**, die aus einer Wechselfolge aus Schluff und Feinsand aufgebaut wird. Im Bereich des ehemaligen Parkplatzes (KRB 08 bis KRB 11) wurden keine Deckschicht angetroffen.

Die Unterkante der Deckschicht reicht an den einzelnen Bohransatzpunkten bis in folgende Tiefen unter GOK:

Bohrpunkt	Unterkante [m üNN]	Unterkante [m u. GOK]
KRB 01	489,20	0,70
KRB 02	486,30	0,80
KRB 03	482,35	0,45
KRB 04	479,70	0,60
KRB 05	477,65	0,60
KRB 06	475,30	0,50
KRB 07	473,50	0,60

Die Mächtigkeit der Deckschicht schwankt zwischen 0,35 m und 0,70 m. Im Liegenden der Deckschicht folgt ein Hangschutt.

Schicht 3 – Hangschutt

Der Hangschutt wurde beinahe flächendeckend im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Der Hangschutt wird aus einem meist sehr dicht gelagerten, sandigen, schluffigen und tonigen Kies aufgebaut. In den Kleinrammbohrungen KRB 10 und KRB 11 liegt augenscheinlich geringer verwittertes Bodenmaterial vor, das in Schicht 4 – Felszersatz – gestellt werden kann.

Die Unterkante des Hangschuttes reicht an den einzelnen Bohransatzpunkten bis in folgende Tiefen unter GOK:

Bohrpunkt	Unterkante [m üNN]	Unterkante [m u. GOK]
KRB 01	487,30	2,60
KRB 02	485,05	2,05
KRB 03	480,20	2,60
KRB 04	478,00	2,30
KRB 05	476,40	1,80
KRB 06	473,80	2,00
KRB 07	472,00	2,10
KRB 08	480,20	1,80
KRB 09	480,50	1,60

Der Hangschutt erreicht im Untersuchungsgebiet stark unterschiedliche Mächtigkeiten, die zwischen 0,40 m und 2,15 m variieren.

Im Liegenden des Hangschuttes vollzieht sich allmählich der Übergang zum Tonschiefer, der im Hangenden zunächst durch eine mehr oder weniger stark verwitterte Felszersatzzone charakterisiert wird. Der Übergang zwischen Hangschutt und Zersatzzone ist teilweise aufgrund der unterschiedlichen Verwitterungsintensität fließend.

Schicht 4 - Felszersatz

Unter dem Hangschutt wird der natürliche Untergrund aus einem Boden mit sehr hoher Lagerungsdichte bzw. fester Konsistenz aufgebaut, der als Zersatzzone des in der Tiefe anstehenden Tonschiefergesteins interpretiert wird. Der Übergang vom Hangschutt in diese Zersatzzone ist fließend. In zunehmender Tiefe wird mit dem Einsetzen des nur noch gering verwitterten Tonschiefers gerechnet.

Der Felszersatz setzt im Untersuchungsgebiet an den Bohransatzpunkten KRB 01 bis KRB 11 zwischen 1,20 m und 2,60 m Tiefe ein und wurde mit den bis zu 3,60 m tiefen Bohrungen nicht durchteuft. Im Bereich der Bohrungen KRB 03 und KRB 04 wurde die Zersatzzone aufgrund von hohen Eindringwiderständen nicht aufgeschlossen.

7 Wasser im Baugrund

Die Grundwasserbeobachtungen im Bohrloch sind in den Profilen der **Anlage 2** dargestellt. Während der Durchführung der Aufschlussarbeiten im Zeitraum vom 19.08.2016 bis 24.08.2016 wurde in den Kleinrammbohrungen KRB 1 – KRB 11 weder Schicht- noch Grundwasser angetroffen.

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten können zum Grundwasserflurabstand keine näheren Angaben gemacht werden, da für die sichere Festlegung eines Bemessungswasserstandes Messdaten aus langjährigen Grundwasserbeobachtungen erforderlich sind. Detaillierte Angaben hierzu, wie auch zu Grundwasserständen benachbarter Pegel oder Brunnen liegen uns jedoch nicht vor. Es wird erwartet, dass das Grundwasser in größerer Tiefe in Form von Kluftgrundwasser vorliegt.

Infolge von Starkregen oder Schneeschmelze ist jahreszeitlich bedingt mit einem Zulaufen von Schicht- und Stauwasser oberhalb und innerhalb der Deckschichten zu rechnen. Solche Schicht- und Stauwässer können unsystematisch im gesamten Untersuchungsgebiet vorkommen. Es ist davon auszugehen, dass ein Abfluss von Oberflächenwasser der Geländemorphologie folgend, nach Süden gerichtet ist.

8 Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen

Als Methode zur Beurteilung der Durchlässigkeit werden i.d.R. Kornverteilungen der Bodenmaterialien mittels **Siebanalysen** nach DIN 18123-7 herangezogen. Zur Bestimmung der Kornverteilungen wurden dementsprechend aus den Kleinrammbohrungen KRB 01 – KRB 11 aus ausgewählten Horizonten Mischproben erstellt (MP02 – MP04).

Die aus diesen Proben ermittelten Kornverteilungskurven sind der **Anlage 5** zu entnehmen. Da die Sieblinien jedoch außerhalb der Gültigkeitsbereiche aller gängigen Berechnungsverfahren (Beyer, Hazen, USBR, u.a.) liegen, können vorgenannte Auswertemethoden hier nicht zur Anwendung kommen. Die Ergebnisse der kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen wurden demzufolge nach Mallet & Pacquant näherungsweise ausgewertet:

Tabelle 2: Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen

Kornfraktion	Dim	MP02 Deckschicht	MP03 Hangschutt	MP04 Felszersatz
Kies	%	34,3 %	43,6 %	54,5 %
Sand	%	21,3 %	32,5 %	28,0 %
Schluff	%	35,1 %	21,5 %	16,2 %
Ton	%	9,3 %	2,4 %	1,3 %
Ungleichförmigkeit U		336,5	286,9	350,7

Krümmungszahl C		0,2	0,9	6,1
Bodengruppe DIN 18196		UL – TL	GU*	GU*
k_f -Wert (gem. Mallet & Pacquant)	[m/s]	$6,2 * 10^{-8}$	$3,7 * 10^{-6}$	$1,8 * 10^{-5}$
k_f -Wert korrigiert nach ATV-A 138	[m/s]	$1,24 * 10^{-8}$	$7,4 * 10^{-7}$	$3,6 * 10^{-6}$

Die aus der Sieblinie nach *Mallet & Pacquant* näherungsweise errechneten k_f -Werte sind entsprechend der ATV-A 138 mit dem Faktor 0,2 zu korrigieren.

Nach der DIN 18 130 kann im vorliegenden Fall die Deckschicht als sehr gering durchlässig bewertet werden. Eine ausreichende Versickerung von Niederschlagswasser ist in diesem Material daher nicht möglich. Der Hangschutt stellt sich – nach den Korngrößenanalysen zu urteilen – als durchlässig bis gering durchlässig dar. Das Material in der Zersatzzone ist - nach den Siebanalysen zu urteilen - mit einem k_f -Wert von $4 * 10^{-6}$ m/s dagegen als durchlässig zu bewerten.

Zur Ermittlung der Durchlässigkeit des Untergrunds wurden an ausgewählten Kleinrammbohrungen Versickerungsversuche durchgeführt. Aus den Endergebnissen der In-Situ-Einzelversuche wurden für jeden Bodentyp Mittelwerte errechnet. Diese ergaben folgende Ergebnisse:

Tabelle 3: Ergebnisse der In-Situ-Versickerungsversuche

Kornfraktion	Dim	KRB02	KRB03	KRB 05	KRB07	KRB10	KRB 11
Versickerungsschicht		Fels-zersatz	Hangschutt	Hangschutt	Hangschutt	Hangschutt	Fels-zersatz
Tiefe Bohrloch	[m]	3,06	1,12	1,20	1,04	0,99	1,80
k_f -Wert	[m/s]	$9,9 * 10^{-9}$	$4,31 * 10^{-7}$	$6,24 * 10^{-7}$	$4,7 * 10^{-6}$	$8,64 * 10^{-6}$	$1,88 * 10^{-8}$
k_f -Wert korr. nach ATV	[m/s]	$1,9 * 10^{-8}$	$8,62 * 10^{-7}$	$1,25 * 10^{-6}$	$9,4 * 10^{-6}$	$1,73 * 10^{-5}$	$3,76 * 10^{-8}$

Entsprechend den Vorgaben der ATV 138 kann der mittels Felduntersuchung ermittelte Durchlässigkeitswert mit dem Faktor 2 multipliziert werden.

Dadurch ergibt sich für den Hangschutt anhand der Versickerungsversuche im Mittel eine Durchlässigkeit von $k_f = 7 * 10^{-6}$ m/s, was eine Einstufung nach DIN 18130 als durchlässig erlaubt. Im ATV-Arbeitsblatt A-138 wird als Orientierungshilfe ein unterer Grenzwert der Versickerungseignung von $k_f = 5 * 10^{-6}$ m/s (gesättigte Durchlässigkeit) angegeben.

Für die „Zersatz“-Zone wurde eine Durchlässigkeit von $k_f = 3 * 10^{-8}$ m/s ermittelt, so dass das Material als gering durchlässig bis sehr gering durchlässig eingestuft werden kann.

Aus den Ergebnissen der Siebanalysen und Versickerungsversuche wird deutlich, dass die Ergebnisse auch in lithologisch ähnlichen Schichten lokal stark differieren. Hier zeigt sich u.a. der Einfluss der lokal unterschiedlich ausgeprägten Lagerungsdichte.

9 Empfehlungen zu Versickerungseinrichtungen

Nach technischer Ausführung werden u. a. folgende Versickerungsanlagen unterschieden:

- - Oberflächen- und Flächenversickerung
- - Muldenversickerung
- - Schachtversickerung
- - Rigolenversickerung

Oberflächen-, Flächen- und Muldenversickerung

Im Falle dieser oberflächennahen Versickerungsanlagen ist der humose Oberboden und die darunter folgende Deckschicht (vgl. Kapitel 6) als versickerungsrelevante Bodenzone anzusehen. Für die Deckschicht wurde eine Durchlässigkeit $k_f = 1,24 \cdot 10^{-8}$ m/s ermittelt, so dass dieses Bodenmaterial als gering bis sehr gering durchlässig eingestuft wurde (vgl. *Tabelle 2*).

Bereichsweise sind im Waldgebiet vernässte Stellen zu erkennen, die auf einen Aufstau von Oberflächenwasser in den Deckschichten hindeuten. Hangabwärts erkennt man zudem auf den Waldwegen aufgrund von Regenereignissen entstandene rinnenförmige Oberflächenabflüsse.

Gegen eine flächenhafte Versickerung der zu erwartenden Oberflächenwässer im talseitigen Waldabschnitt der Erweiterungsfläche bestehen aus gutachtlicher Sicht aufgrund der oben genannten Ergebnisse Bedenken.

Für eine Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers könnten zentrale Versickerungseinrichtungen (Rigolen, Schächte) in Betracht gezogen werden. Allerdings ist hierbei für ein entsprechend großes Rückhaltevolumen zu sorgen und dementsprechend eine ausreichende Dimensionierung notwendig.

Zur vorläufigen Bemessung einer diesbezüglichen Versickerungseinrichtung können die korrigierten Mittelwerte aus den Sieblinien und den Versickerungsversuchen angesetzt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Bemessung einer Versickerungsanlage eine Verringerung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Verringerung der Versickerungsleistung) während der Betriebszeit aufgrund des hohen Feinkornanteils des Untergrundmaterials zu berücksichtigen ist.

Schacht- und Rigolenversickerung

Schacht- und Rigolenversickerungen sind gleichermaßen geeignet, die im vorliegenden Fall anstehenden, eher geringdurchlässigen Bodenschichten (Deckschichten) zu durchstoßen und Kontakt zu aufnahmefähigeren Schichten im Untergrund herzustellen.

Die vorgenannten Ausführungen zur Bauausführung gelten auch für Schacht- und Rigolenversickerungen entsprechend.

10 Empfehlungen

Der vorliegende Bericht beschreibt die durch die punktuellen Bodenaufschlüsse festgestellten Untergrundverhältnisse in geologischer und hydrologischer Sicht. Das vorliegende Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Nach einer Ortsbegehung am 24.08.2016 wurde festgestellt, dass im Wald unterhalb der bestehenden Anlage während Regenperioden Wasseraustritte aus dem Hang bzw. Untergrund vorhanden sind. Dies wurde uns auch durch einen Mitarbeiter des Taunus Wunderlands bestätigt. Diese

Wasseraustritte wurden von uns in Augenschein genommen. Zum Zeitpunkt der Begehung waren die fraglichen Bereiche jedoch oberflächlich trocken. Allerdings war deutlich erkennbar, dass an mehreren Stellen Material durch Wasser rinnenförmig ausgespült worden war.

Wir empfehlen, im Zuge der weiteren Planungen durch geeignete Untersuchungen (u.a. Kernbohrungen bis in das Festgestein, Tracer-Versuche, Pumpversuche) zu prüfen, ob es durch eine oberhalb dieses Bereiches platzierte Versickerungseinrichtung ggf. zu einer Verstärkung des Wasseraustritts infolge von Niederschlagsereignissen und damit zu einem zusätzlichen Wasserandrang im Bereich der talseitigen Nachbarbebauung kommen könnte.

Sämtliche oben aufgeführten Aussagen, Empfehlungen und Bewertungen basieren auf dem in diesem Bericht beschriebenen Erkundungsrahmen und den hierbei gewonnenen Erkenntnissen zu dem, zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten, Planungsstand.

Sollte im Zuge der Ausführungen der Bauvorhaben ein von der vorstehenden Dokumentation abweichender Bodenaufbau und/oder abweichende Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, ist der Bodengutachter unverzüglich hinzuzuziehen, so dass rechtzeitig mit entsprechenden Empfehlungen reagiert werden kann. Sollte sich die Planung gegenüber dem zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung bekannten Planungsstand ändern, so muss das Gutachten entsprechend überarbeitet werden, dies gilt auch für die von uns getroffenen Annahmen, falls diese angepasst werden müssen.

Bei Fragen oder Änderungen sind wir gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen.

HYDRODATA GmbH

Oberursel, den 13.10.2016



Frank Hirschberger,
Dipl.-Geol.

Ulrike Scheitel,
Dipl.-Geol.

Peter Sommer,
Dipl.-Geol.

Geschäftsführer

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für:
Erkundung und Sanierung von Boden- und Grundwasser-
verunreinigungen;

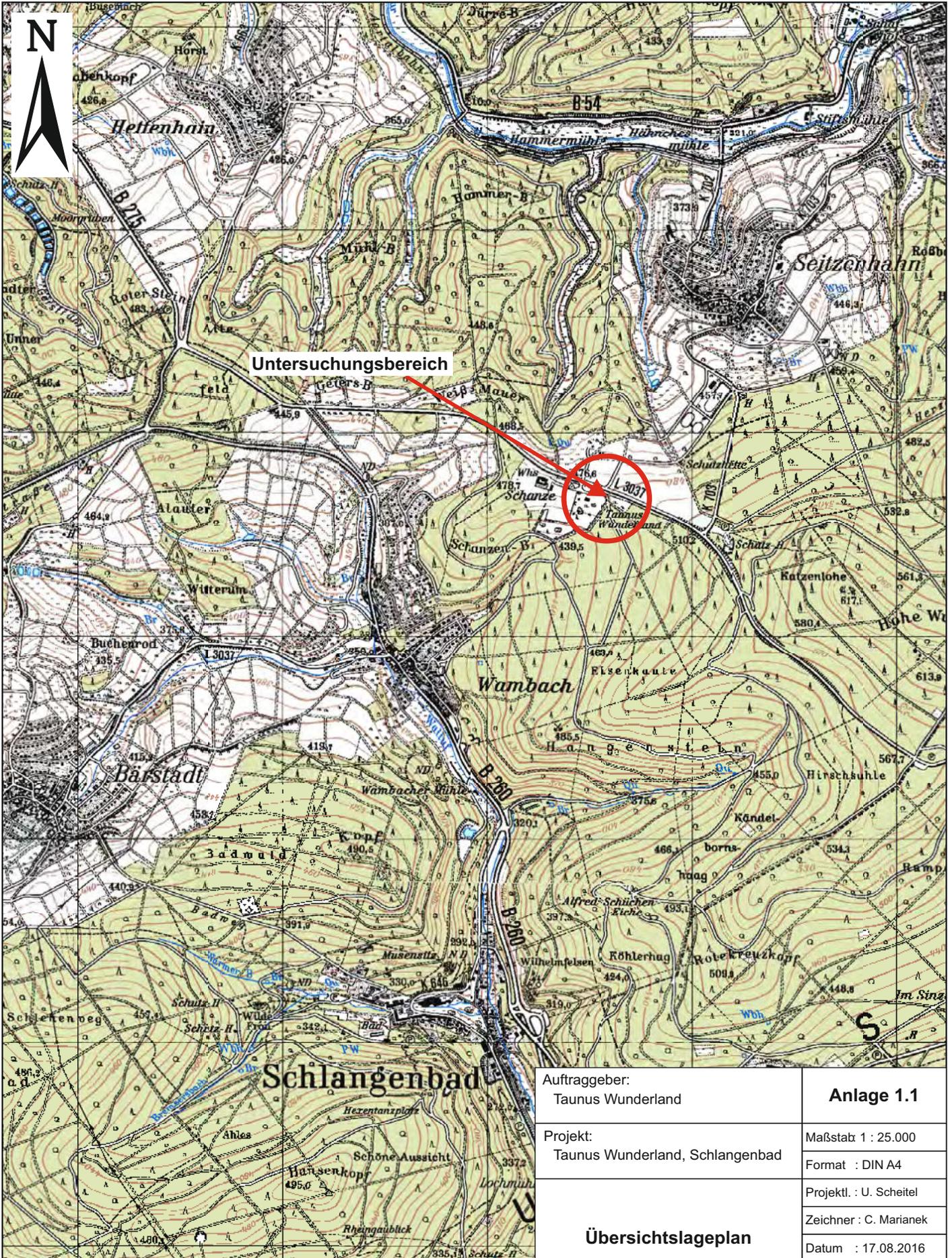
Projektleiterin

Projektleiter

Sachverständiger nach § 18 BBodSchG (Bundesbodenschutzgesetz): Sanierung (Bodenschutz-Altlasten, Sachgebiet 5)

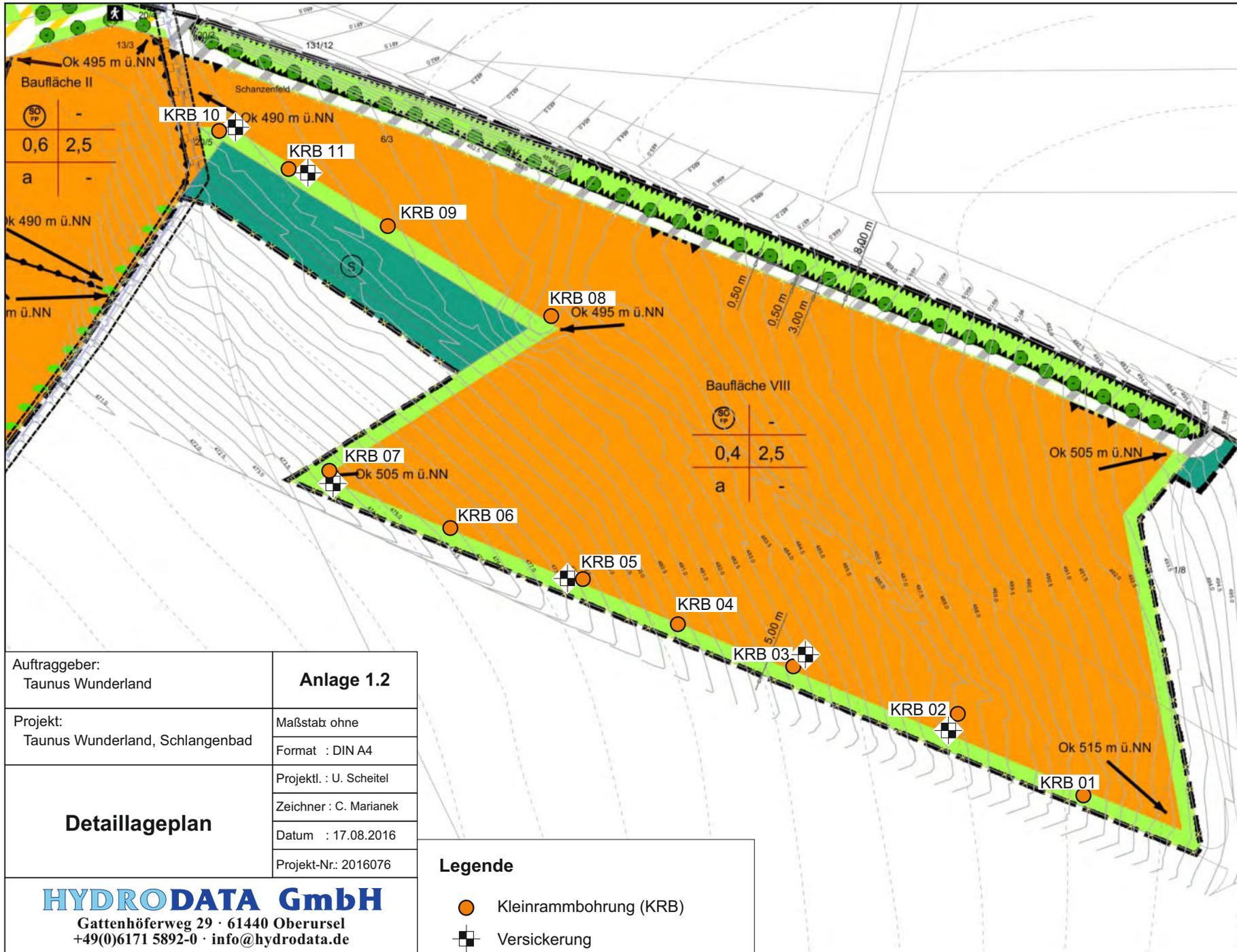
Anlage 1

Lagepläne der Aufschlüsse



Auftraggeber: Taunus Wunderland	Anlage 1.1
Projekt: Taunus Wunderland, Schlungenbad	Maßstab 1 : 25.000 Format : DIN A4
Übersichtslageplan	Projektl. : U. Scheitel
	Zeichner : C. Marianek
	Datum : 17.08.2016
	Projekt-Nr.: 2016076

HYDRODATA GmbH
 Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel
 +49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de



Auftraggeber: Taunus Wunderland	Anlage 1.2
Detaillageplan	Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad
	Maßstab: ohne
	Format : DIN A4
	Projektl. : U. Scheitel
	Zeichner : C. Marianek
	Datum : 17.08.2016
	Projekt-Nr.: 2016076

HYDRODATA GmbH
Gattenhöferweg 29 · 61440 Oberursel
+49(0)6171 5892-0 · info@hydrodata.de

Legende

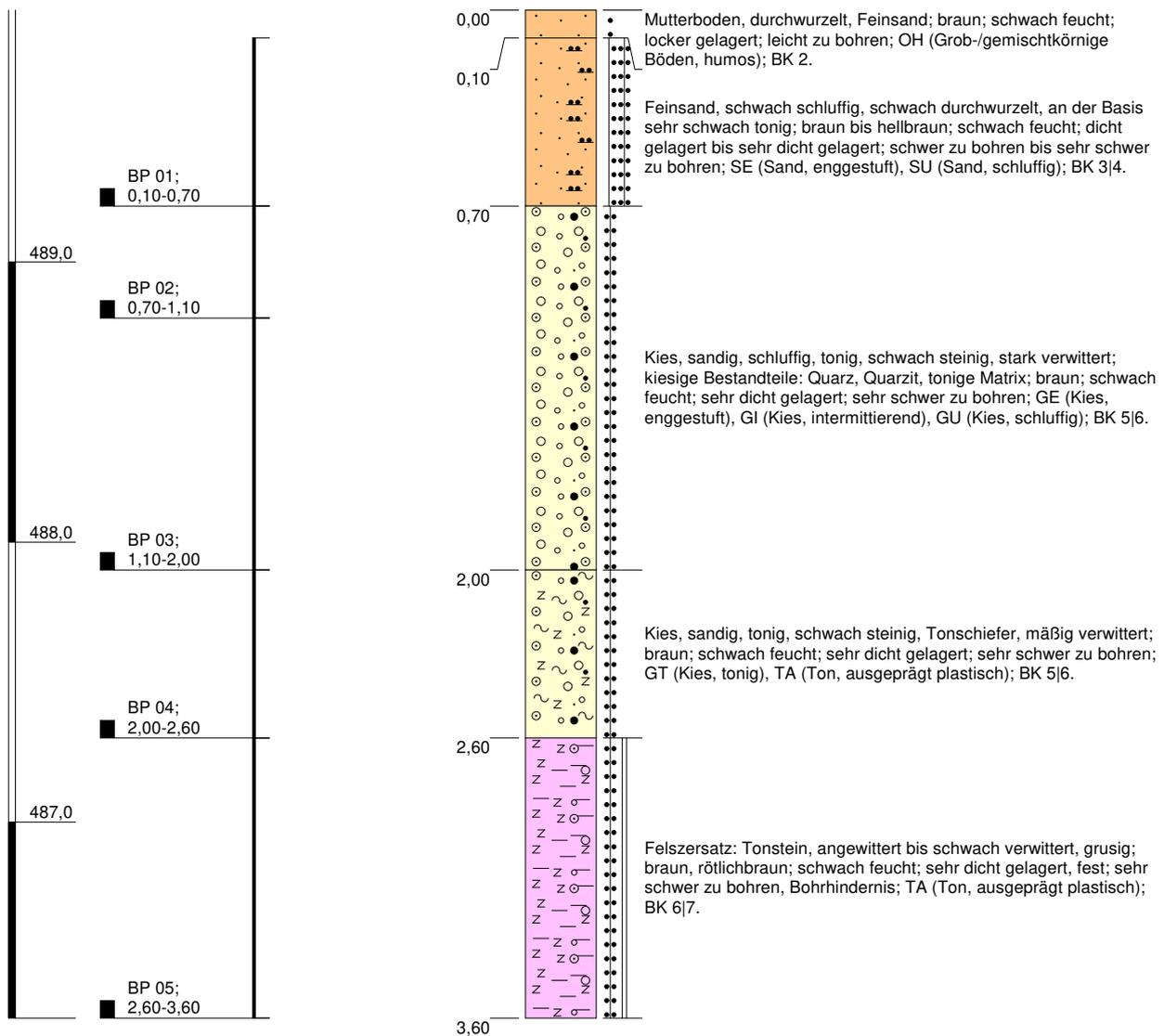
-  Kleinrammbohrung (KRB)
-  Versickerung

Anlage 2

Bohrprofile

KRB 01

m u. Ansatzhöhe (489,90 m ü.NN)



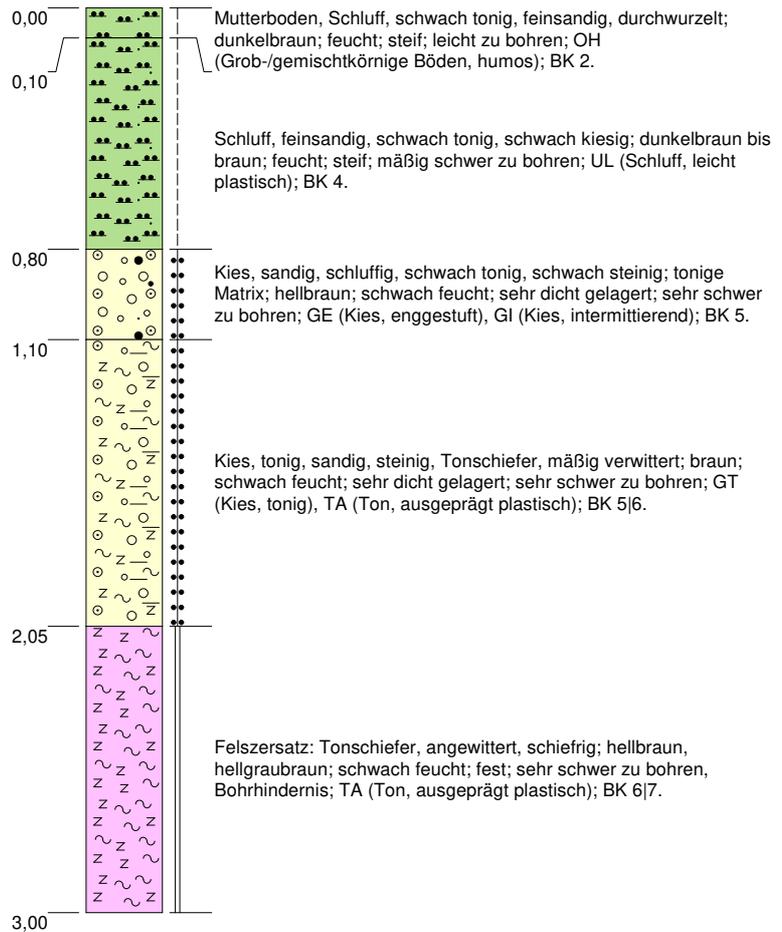
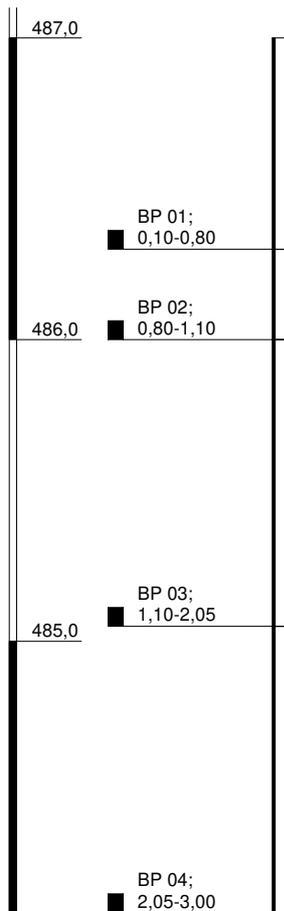
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 <p>HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40</p>
Bohrung: KRB 01			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert: 0,0		
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert: 0,0		
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 489,90 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 3,60 m u. AH	

KRB 02

m u. Ansatzhöhe (487,10 m ü.NN)



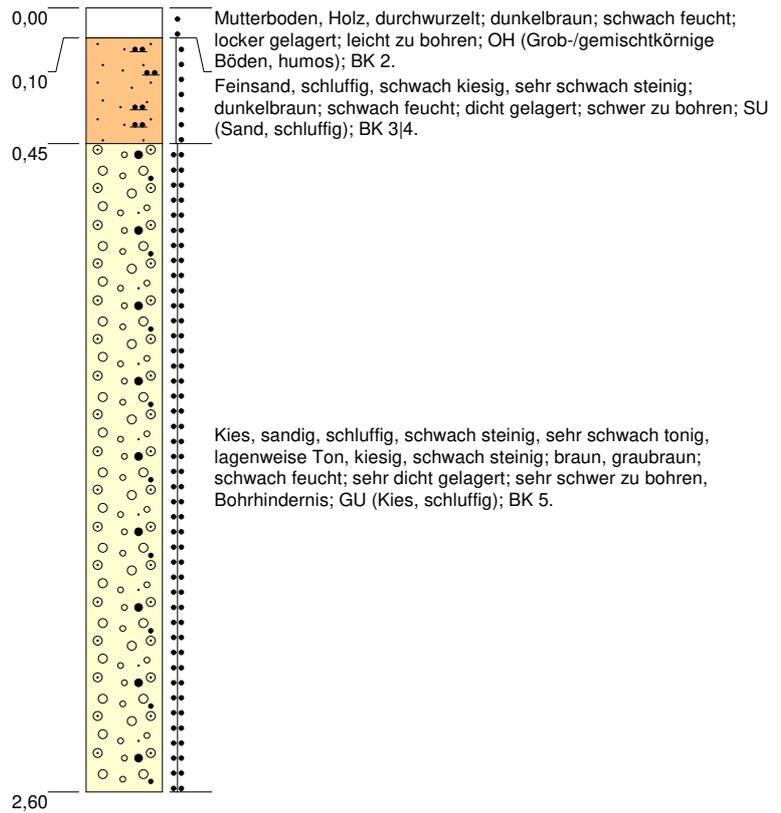
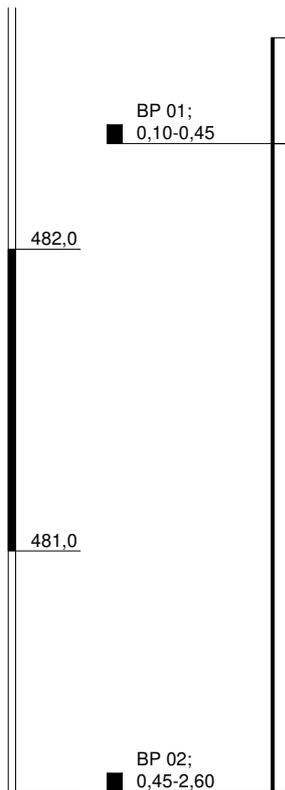
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 <p>HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40</p>
Bohrung: KRB 02			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert:	0,0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert:	0,0	
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 487,10 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 3,00 m u. AH	

KRB 03

m u. Ansatzhöhe (482,80 m ü.NN)



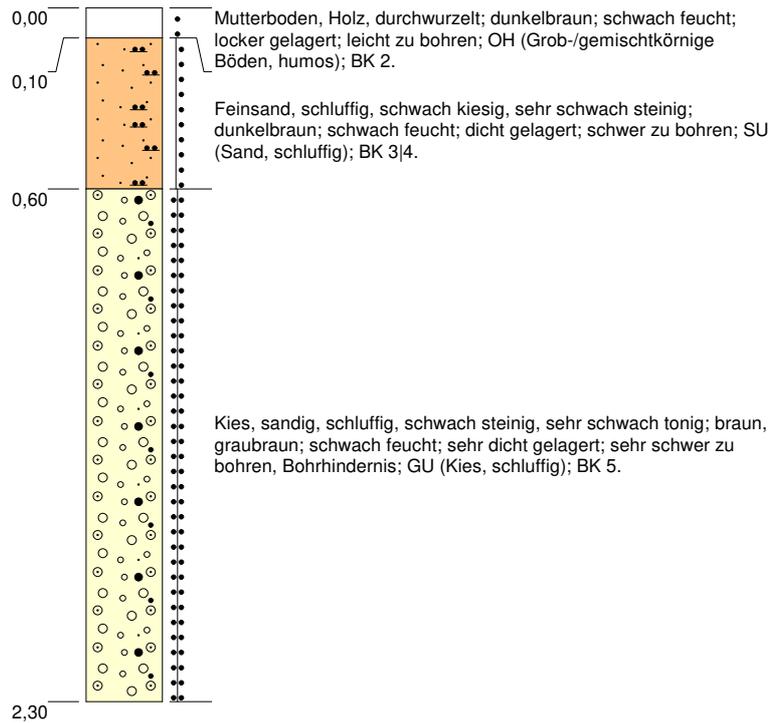
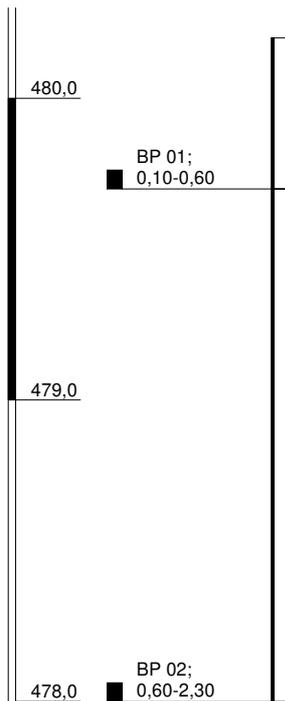
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40
Bohrung: KRB 03			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert:	0,0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert:	0,0	
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 482,80 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 2,60 m u. AH	

KRB 04

m u. Ansatzhöhe (480,30 m ü.NN)



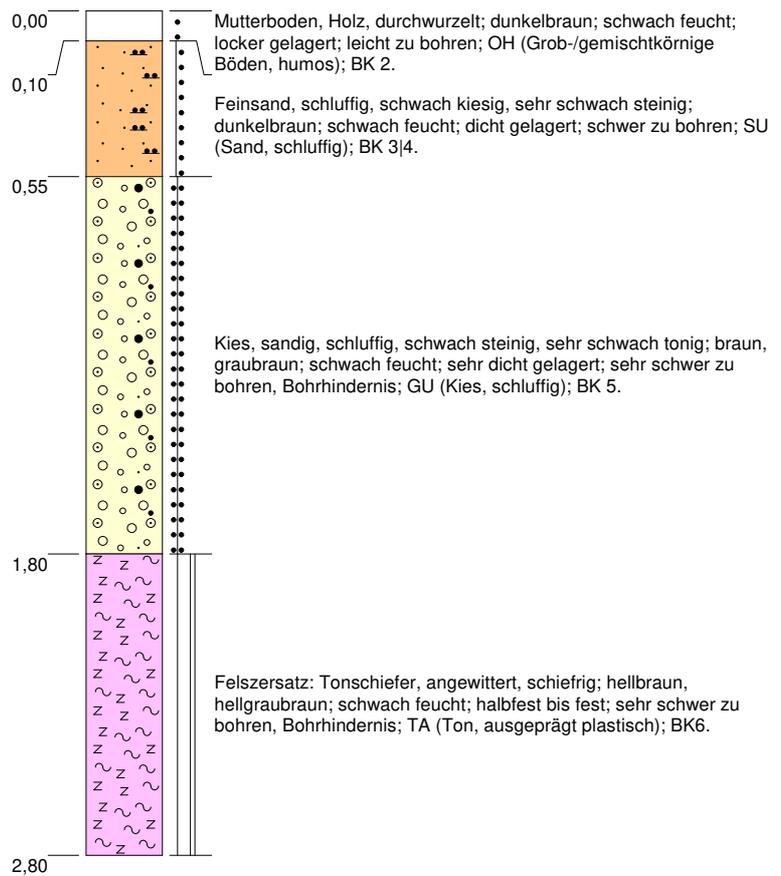
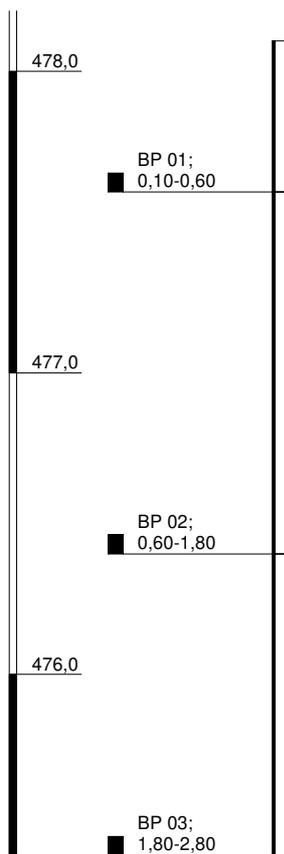
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40
Bohrung: KRB 04			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert: 0,0		
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert: 0,0		
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 480,30 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 2,30 m u. AH	

KRB 05

m u. Ansatzhöhe (478,20 m ü.NN)



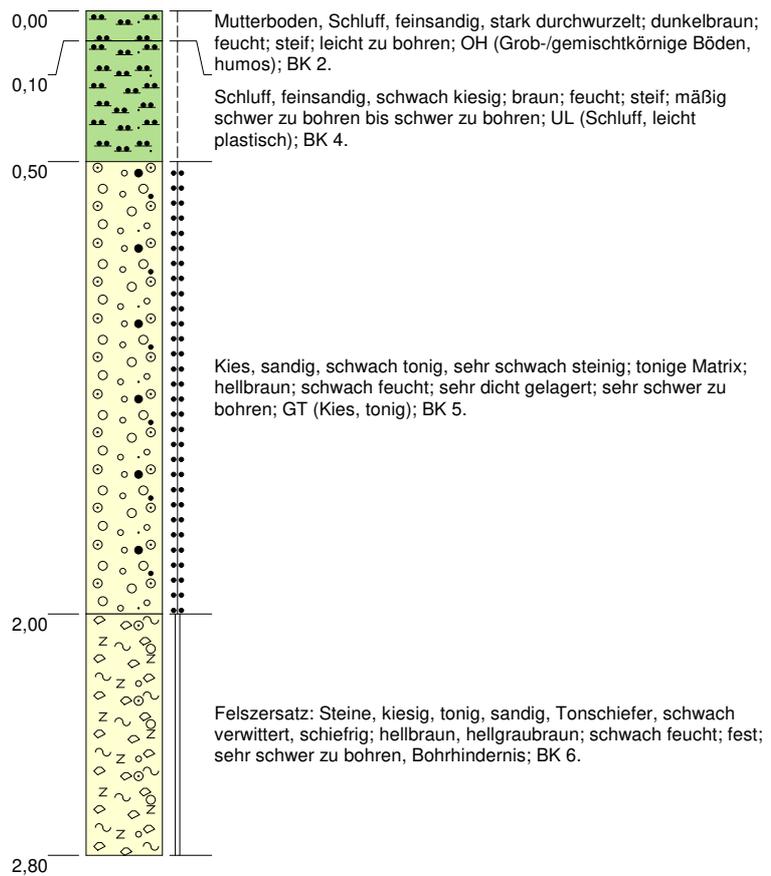
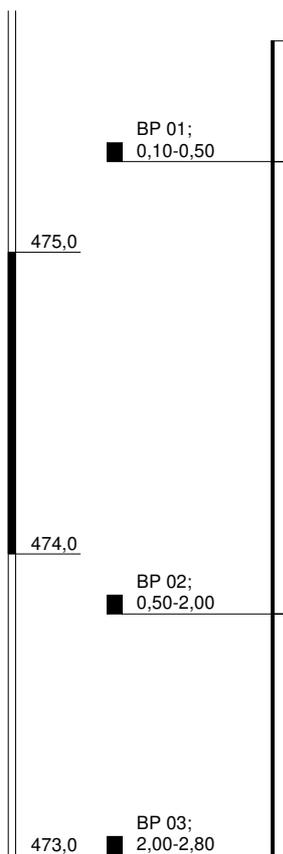
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40
Bohrung: KRB 05			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert: 0,0		
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert: 0,0		
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 478,20 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 2,80 m u. AH	

KRB 06

m u. Ansatzhöhe (475,80 m ü.NN)



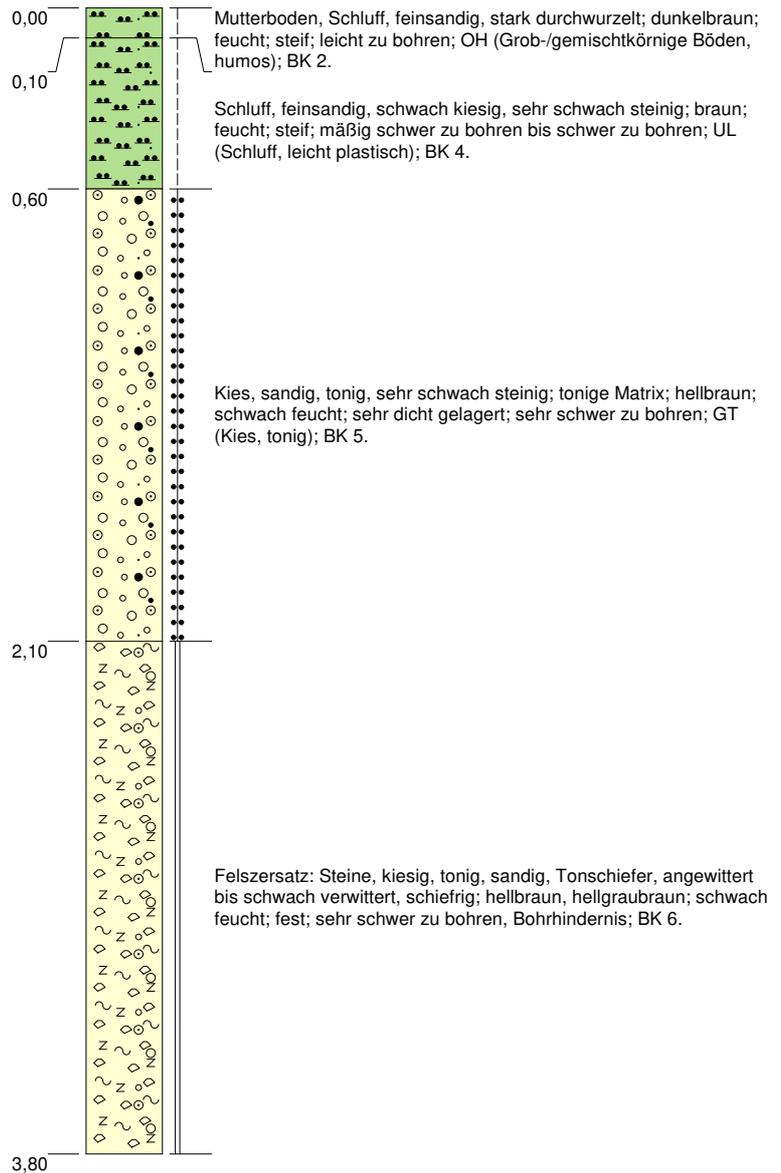
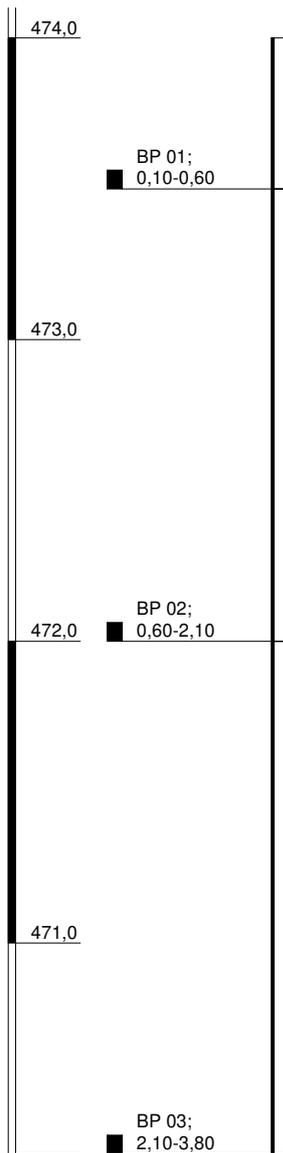
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 <p>HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40</p>
Bohrung: KRB 06			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert: 0,0		
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert: 0,0		
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 475,80 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 2,80 m u. AH	

KRB 07

m u. Ansatzhöhe (474,10 m ü.NN)



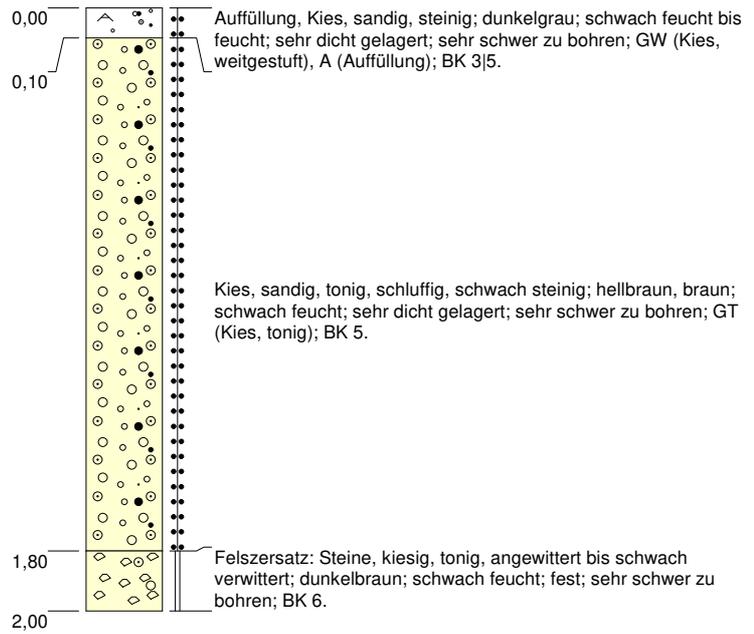
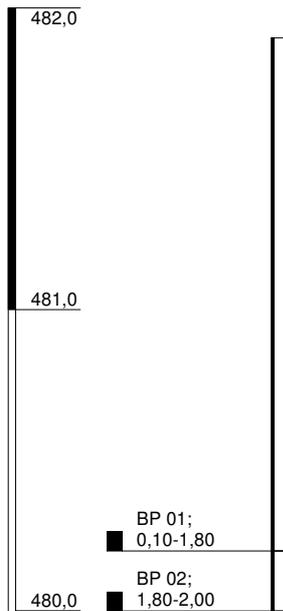
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40
Bohrung: KRB 07			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert: 0,0		
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert: 0,0		
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 474,10 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 3,80 m u. AH	

KRB 08

m u. Ansatzhöhe (482,00 m ü.NN)



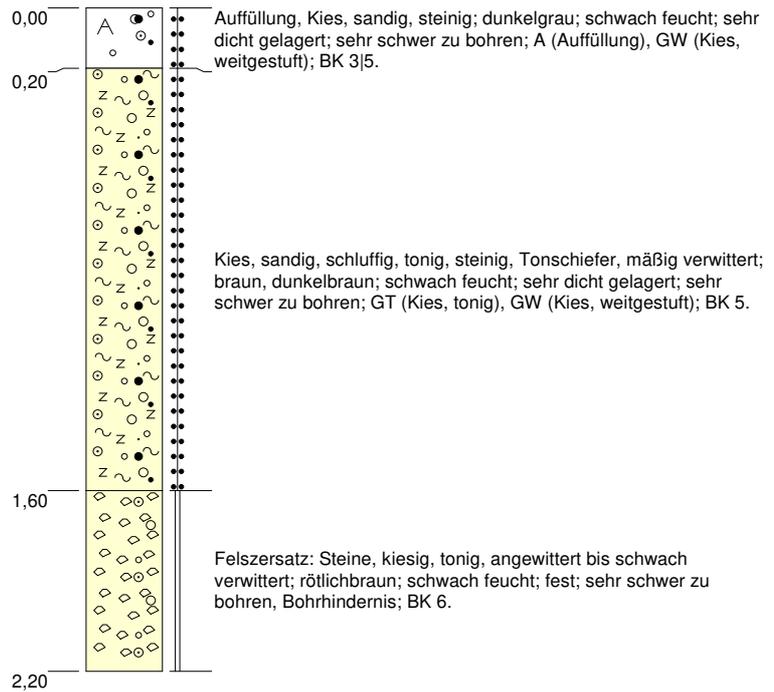
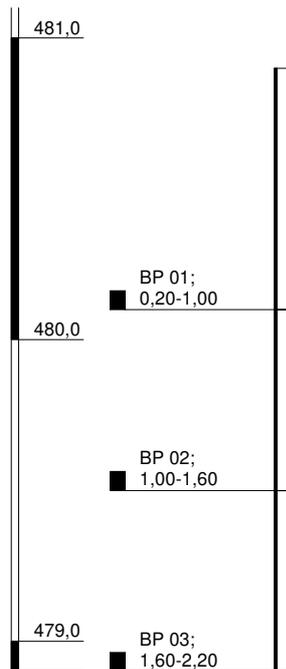
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40
Bohrung: KRB 08			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert: 0,0		
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert: 0,0		
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 482,00 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 2,00 m u. AH	

KRB 09

m u. Ansatzhöhe (481,10 m ü.NN)



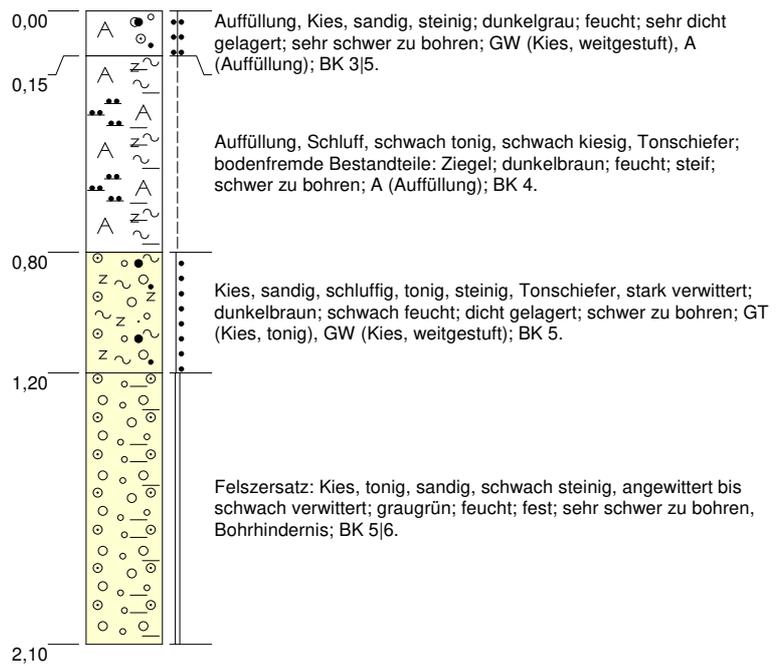
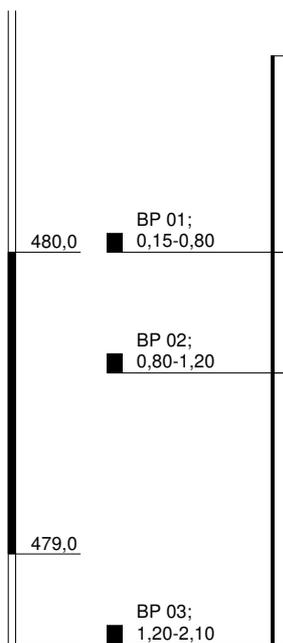
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40
Bohrung: KRB 09			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert:	0,0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert:	0,0	
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 481,10 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 2,20 m u. AH	

KRB 10

m u. Ansatzhöhe (480,80 m ü.NN)



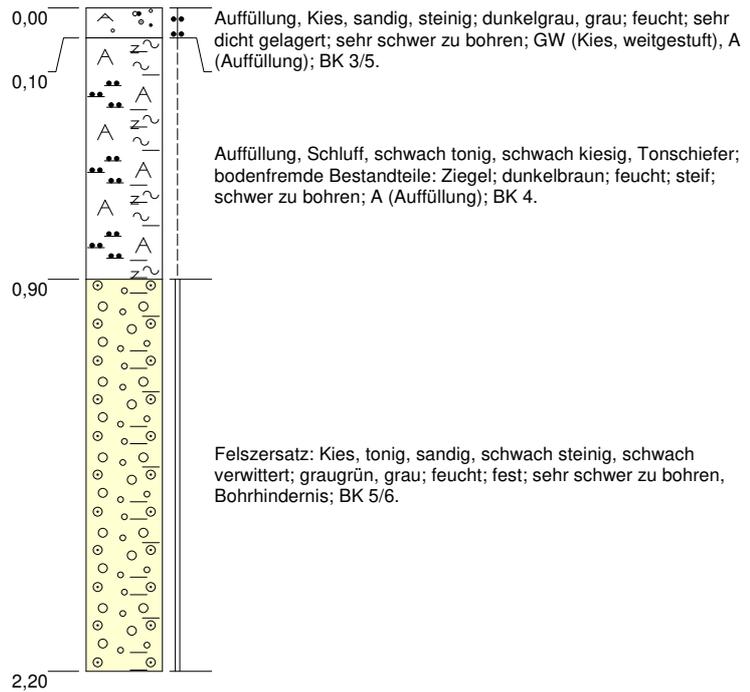
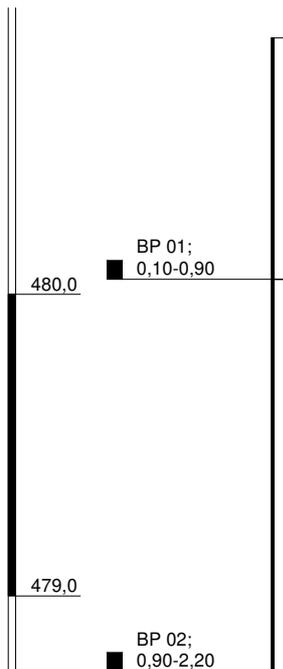
zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 <p>HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40</p>
Bohrung: KRB 10			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert:	0,0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert:	0,0	
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 480,80 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 19.08.2016	Bohrtiefe: 2,10 m u. AH	

KRB 11

m u. Ansatzhöhe (480,95 m ü.NN)



zeichnerische Darstellung nach DIN 4023
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Projekt: Taunus Wunderland, Schlangenbad			 HYDRODATA GmbH Gattenhöferweg 29 61440 Oberursel Telefon +49(0)6171 58 92 0 Telefax +49(0)6171 58 92 40
Bohrung: KRB 11			
Auftraggeber: O. Barth, Schlangenbad	Rechtswert:	0,0	
Bohrfirma: HYDRODATA GmbH, Oberursel	Hochwert:	0,0	
Projektleiter: P. Sommer	Zeichner: C. Marianek	Ansatzhöhe (AH): 480,95 m ü.NN	
Projekt-Nr.: 2016076	Bohrdatum: 24.08.2016	Bohrtiefe: 2,20 m u. AH	

Anlage 3

Schichtenverzeichnisse

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 01

ü.NN 489,9m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Mutterboden, durchwurzelt, Feinsand				BK 2 schwach feucht			
	b)							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) OH	i)				
0,70	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach durchwurzelt, an der Basis sehr schwach tonig				BK 3 4 schwach feucht	bogBP 01		0,70
	b)							
	c) dicht gelagert bis sehr dicht gelagert	d) schwer zu bohren bis sehr schwer zu bohren	e) braun bis hellbraun					
	f)	g)	h) SE, SU	i)				
2,00	a) Kies, sandig, schluffig, tonig, schwach steinig, stark verwittert				BK 5 6 schwach feucht	bogBP 02 bogBP 03		1,10 2,00
	b) kiesige Bestandteile: Quarz, Quarzit, tonige Matrix							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) GE, GI, GU	i)				
2,60	a) Kies, sandig, tonig, schwach steinig, Tonschiefer, mäßig verwittert				BK 5 6 schwach feucht	bogBP 04		2,60
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f) mäßig verwittert	g)	h) GT, TA	i)				
3,60	a) Tonstein, angewittert bis schwach verwittert, grusig				BK 6 7 schwach feucht	bogBP 05		3,60
	b)							
	c) sehr dicht gelagert, fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) braun, rötlichbraun					
	f) Felszersatz	g)	h) TA	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 02

ü.NN 487,1m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Mutterboden, Schluff, schwach tonig, feinsandig, durchwurzelt				BK 2 feucht			
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) OH	i)				
0,80	a) Schluff, feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig				BK 4 feucht	bogBP 01		0,80
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun bis braun					
	f)	g)	h) UL	i)				
1,10	a) Kies, sandig, schluffig, schwach tonig, schwach steinig				BK 5 schwach feucht	bogBP 02		1,10
	b) tonige Matrix							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h) GE, GI	i)				
2,05	a) Kies, tonig, sandig, steinig, Tonschiefer, mäßig verwittert				BK 5 6 schwach feucht	bogBP 03		2,05
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) braun					
	f) mäßig verwittert	g)	h) GT, TA	i)				
3,00	a) Tonschiefer, angewittert, schiefrig				BK 6 7 schwach feucht	bogBP 04		3,00
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) hellbraun, hellgraubraun					
	f) Felszersatz	g)	h) TA	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 03

ü.NN 482,8m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Mutterboden, Holz, durchwurzelt				BK 2 schwach feucht			
	b)							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) OH	i)				
0,45	a) Feinsand, schluffig, schwach kiesig, sehr schwach steinig				BK 3 4 schwach feucht	bog	BP 01	0,45
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) SU	i)				
2,60	a) Kies, sandig, schluffig, schwach steinig, sehr schwach tonig, lagenweise Ton, kiesig, schwach steinig				BK 5 schwach feucht	bog	BP 02	2,60
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) braun, graubraun					
	f)	g)	h) GU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 04

ü.NN 480,3m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Mutterboden, Holz, durchwurzelt				BK 2 schwach feucht			
	b)							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) OH	i)				
0,60	a) Feinsand, schluffig, schwach kiesig, sehr schwach steinig				BK 3 4 schwach feucht	bog	BP 01	0,60
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) SU	i)				
2,30	a) Kies, sandig, schluffig, schwach steinig, sehr schwach tonig				BK 5 schwach feucht	bog	BP 02	2,30
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) braun, graubraun					
	f)	g)	h) GU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 05

ü.NN 478,2m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Mutterboden, Holz, durchwurzelt				BK 2 schwach feucht			
	b)							
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) OH	i)				
0,55	a) Feinsand, schluffig, schwach kiesig, sehr schwach steinig				BK 3 4 schwach feucht			
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) SU	i)				
1,80	a) Kies, sandig, schluffig, schwach steinig, sehr schwach tonig				BK 5 schwach feucht	bogBP 01	bogBP 02	0,60 1,80
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) braun, graubraun					
	f)	g)	h) GU	i)				
2,80	a) Tonschiefer, angewittert, schiefrig				BK6 schwach feucht	bogBP 03		2,80
	b)							
	c) halbfest bis fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) hellbraun, hellgraubraun					
	f) Felszersatz	g)	h) TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 06

ü.NN 475,8m

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0,10	a) Mutterboden, Schluff, feinsandig, stark durchwurzelt			BK 2 feucht			
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f)	g)	h) OH				
0,50	a) Schluff, feinsandig, schwach kiesig			BK 4 feucht	bogBP 01		0,50
	b)						
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) braun				
	f)	g)	h) UL				
2,00	a) Kies, sandig, schwach tonig, sehr schwach steinig			BK 5 schwach feucht	bogBP 02		2,00
	b) tonige Matrix						
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) hellbraun				
	f)	g)	h) GT				
2,80	a) Steine, kiesig, tonig, sandig, Tonschiefer, schwach verwittert, schiefrig			BK 6 schwach feucht	bogBP 03		2,80
	b)						
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) hellbraun, hellgraubraun				
	f) Felszersatz	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 07

ü.NN 474,1m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Mutterboden, Schluff, feinsandig, stark durchwurzelt				BK 2 feucht			
	b)							
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) OH	i)				
0,60	a) Schluff, feinsandig, schwach kiesig, sehr schwach steinig				BK 4 feucht	bogBP 01		0,60
	b)							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren bis schwer zu	e) braun					
	f)	g)	h) UL	i)				
2,10	a) Kies, sandig, tonig, sehr schwach steinig				BK 5 schwach feucht	bogBP 02		2,10
	b) tonige Matrix							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h) GT	i)				
3,80	a) Steine, kiesig, tonig, sandig, Tonschiefer, angewittert bis schwach verwittert, schiefrig				BK 6 schwach feucht	bogBP 03		3,80
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) hellbraun, hellgraubraun					
	f) Felszersatz	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 08

ü.NN 482m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Auffüllung, Kies, sandig, steinig				BK 3 5 schwach feucht bis feucht			
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) dunkelgrau					
	f)	g)	h) GW, A	i)				
1,80	a) Kies, sandig, tonig, schluffig, schwach steinig				BK 5 schwach feucht	bog	BP 01	1,80
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) hellbraun, braun					
	f)	g)	h) GT	i)				
2,00	a) Steine, kiesig, tonig, angewittert bis schwach verwittert				BK 6 schwach feucht	bog	BP 02	2,00
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Felszersatz	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 09

ü.NN 481,1m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Auffüllung, Kies, sandig, steinig				BK 3 5 schwach feucht			
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) dunkelgrau					
	f)	g)	h) A, GW	i)				
1,60	a) Kies, sandig, schluffig, tonig, steinig, Tonschiefer, mäßig verwittert				BK 5 schwach feucht	bogBP 01	bogBP 02	1,00 1,60
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) braun, dunkelbraun					
	f) mäßig verwittert	g)	h) GT, GW	i)				
2,20	a) Steine, kiesig, tonig, angewittert bis schwach verwittert				BK 6 schwach feucht	bogBP 03		2,20
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) rötlichbraun					
	f) Felszersatz	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 19.08.2016

Bohrung: KRB 10

ü.NN 480,8m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,15	a) Auffüllung, Kies, sandig, steinig				BK 3 5 feucht			
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) dunkelgrau					
	f)	g)	h) GW, A	i)				
0,80	a) Auffüllung, Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, Tonschiefer				BK 4 feucht	bogBP 01		0,80
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegel							
	c) steif	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) A	i)				
1,20	a) Kies, sandig, schluffig, tonig, steinig, Tonschiefer, stark verwittert				BK 5 schwach feucht	bogBP 02		1,20
	b)							
	c) dicht gelagert	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) GT, GW	i)				
2,10	a) Kies, tonig, sandig, schwach steinig, angewittert bis schwach verwittert				BK 5 6 feucht	bogBP 03		2,10
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) graugrün					
	f) Felszersatz	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Seite: 1

Projekt: Taunus Wunderland

Datum: 24.08.2016

Bohrung: KRB 11

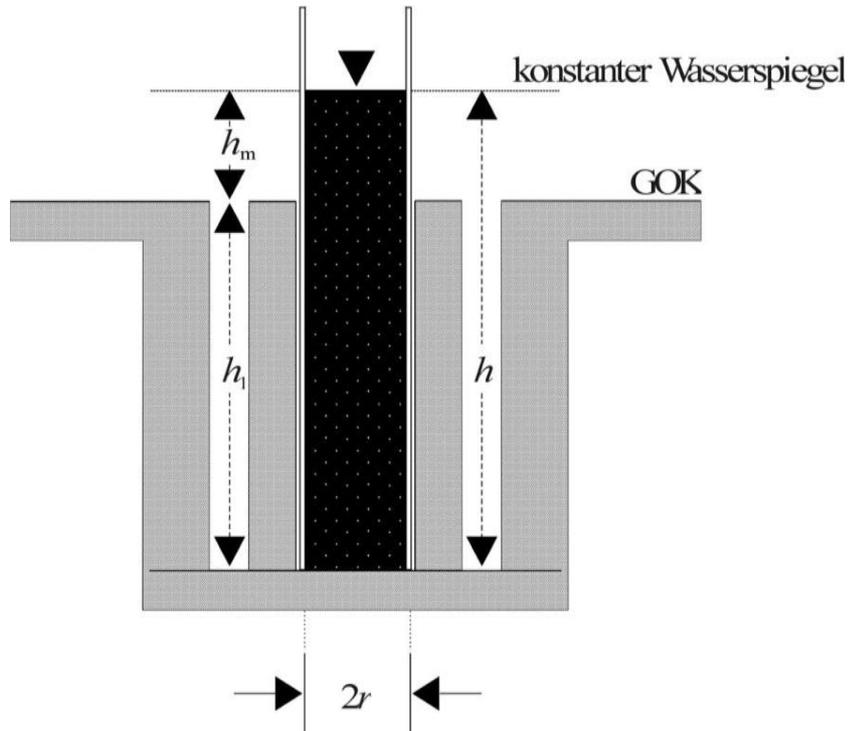
ü.NN 480,95m

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,10	a) Auffüllung, Kies, sandig, steinig				BK 3/5 feucht			
	b)							
	c) sehr dicht gelagert	d) sehr schwer zu bohren	e) dunkelgrau, grau					
	f)	g)	h) GW, A	i)				
0,90	a) Auffüllung, Schluff, schwach tonig, schwach kiesig, Tonschiefer				BK 4 feucht	bog	BP 01	0,90
	b) bodenfremde Bestandteile: Ziegel							
	c) steif	d) schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h) A	i)				
2,20	a) Kies, tonig, sandig, schwach steinig, schwach verwittert				BK 5/6 feucht	bog	BP 02	2,20
	b)							
	c) fest	d) sehr schwer zu bohren, Bohrhindernis	e) graugrün, grau					
	f) Felszersatz	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

Anlage 4

In-Situ-Versickerung

Versuch: KRB 2
Versuchstiefe: 3,06 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



h_1	=	3,060 m	$2r$	=	0,030 m
h_m	=	0,925 m	r	=	0,015 m
$h=h_1 + h_m$	=	3,985 m			

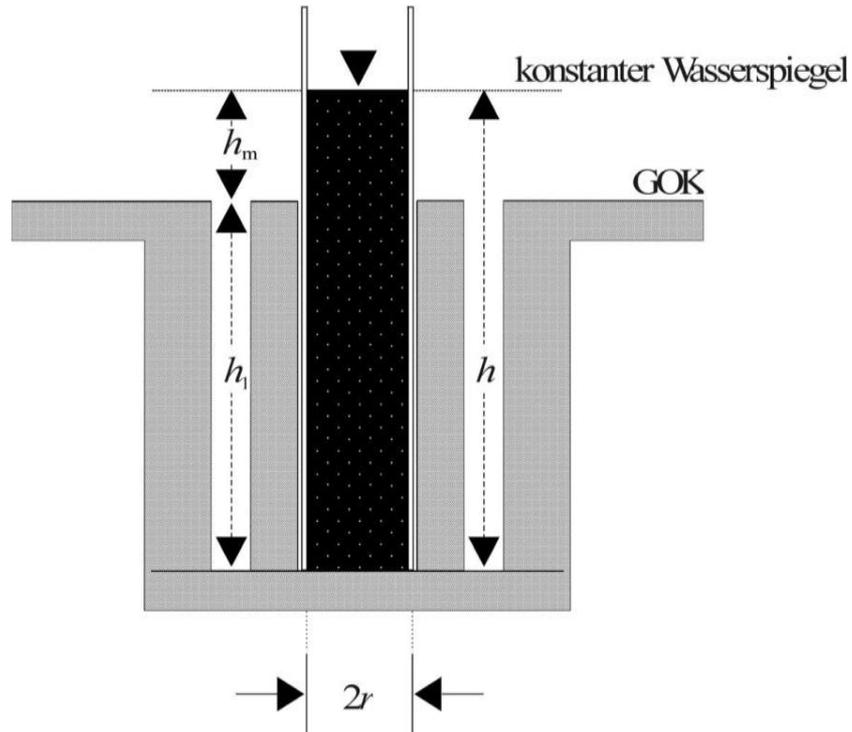
delta h		0,005	m
Versuchsdauer t		0	hh
		16	mm
		31	ss
		991	(s)
Wasserzugabe V_w		3,5325E-06	m ³
Wassermenge Q		3,56458E-09	m ³ /s

$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 1,08E-08 \text{ m/s}$$

$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 2,17E-08 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)
 $k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

Versuch: KRB 2
Versuchstiefe: 3,06 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



h_1	=	3,07 m	$2r$	=	0,030
h_m	=	0,90 m	r	=	0,015
$h=h_1 + h_m$	=	3,97 m			

delta h		0,003	m
Versuchsdauer t		0	hh
		11	mm
		46	ss
		706	(s)
Wasserzugabe V_w		2,1195E-06	m ³
Wassermenge Q		3,00212E-09	m ³ /s

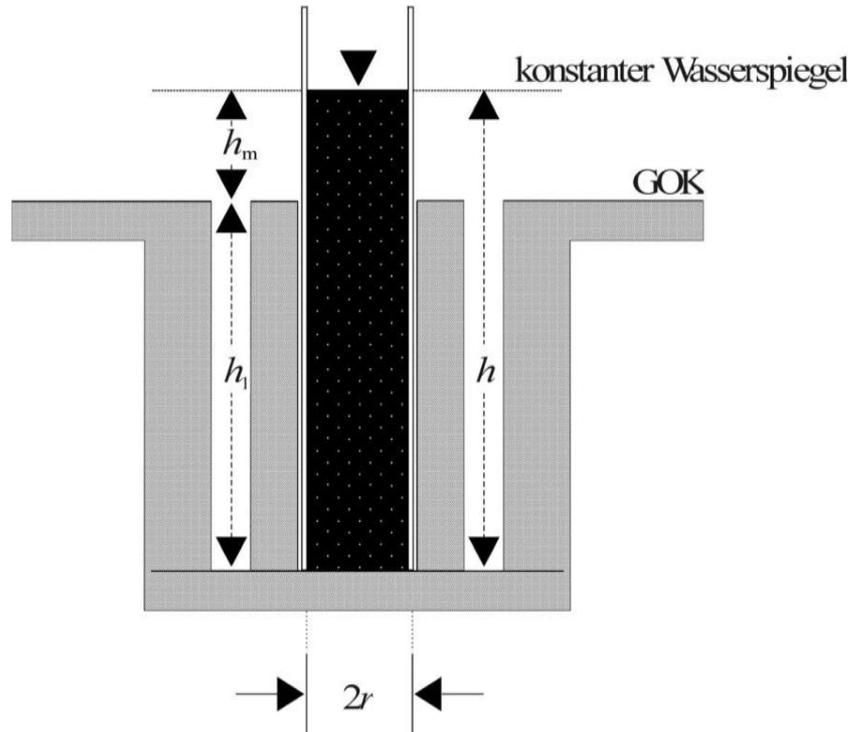
$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 9,17E-09 \text{ m/s}$$

$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 1,83E-08 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)
 $k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

HYDRODATA GmbH

Versuch: KRB 3
Versuchstiefe: 1,12 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



POK	=	0,855 m		
h_1	=	1,12 m	$2r$	= 0,030
h_m	=	0,855 m	r	= 0,015
$h = h_1 + h_m$	=	1,975 m		

delta h		0,078	m
Versuchsdauer t		0	hh
		13	mm
		5	ss
		785	(s)
Wasserzugabe V_w		0,000055107	m^3
Wassermenge Q		7,02E-08	m^3/s

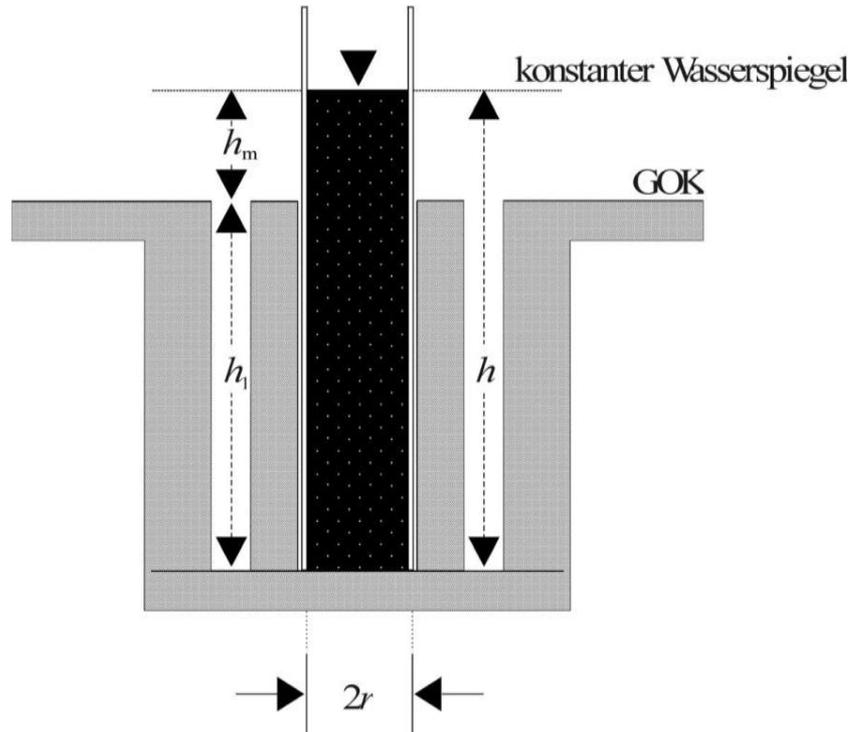
$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 4,31E-07 \text{ m/s}$$

$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 8,62E-07 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)
 $k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

HYDRODATA GmbH

Versuch: KRB 5
Versuchstiefe: 1,2 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



POK	=	0,8 m		
h_1	=	1,2 m	$2r$	= 0,030
h_m	=	0,8 m	r	= 0,015
$h = h_1 + h_m$	=	2 m		

delta h		0,18	m
Versuchsdauer t		0	hh
		20	mm
		35	ss
		1235	(s)
Wasserzugabe V_w		0,00012717	m^3
Wassermenge Q		1,02972E-07	m^3/s

$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 6,24E-07 \text{ m/s}$$

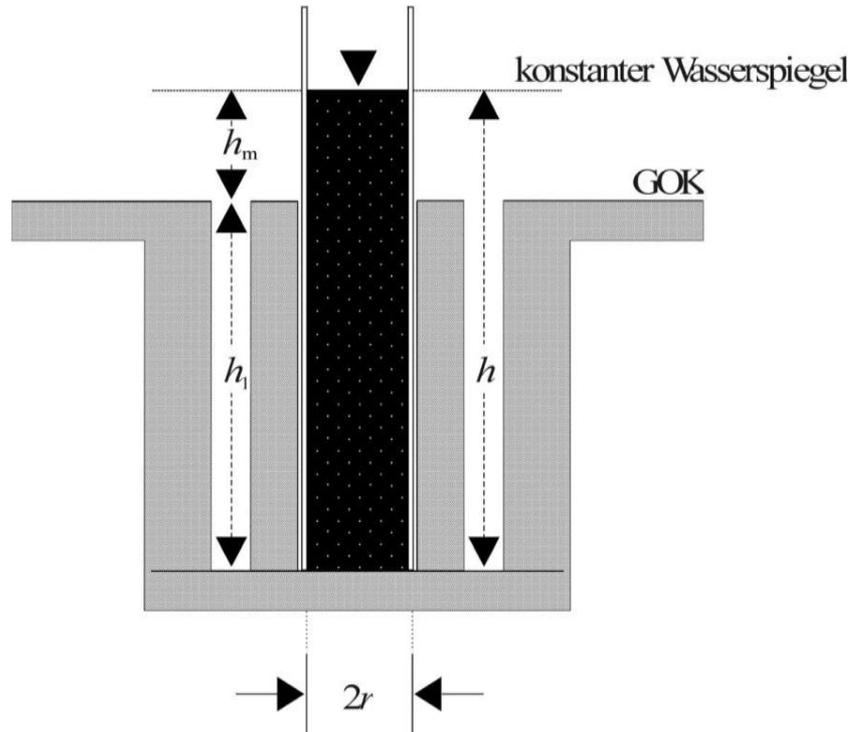
$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 1,25E-06 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)

$k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

HYDRODATA GmbH

Versuch: KRB 7
Versuchstiefe: 1,04 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



POK/hm	=	0,930		
h_1	=	1,040 m	$2r$	= 0,030
	=	0,585 m	r	= 0,015
$h=h_1 + h_m$	=	1,970 m		

delta h	0,345	m
Versuchsdauer t	0	hh
	5	mm
	42	ss
	342	(s)
Wasserzugabe V_w	0,000243743	m ³
Wassermenge Q	7,12697E-07	m ³ /s

$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 4,39E-06 \text{ m/s}$$

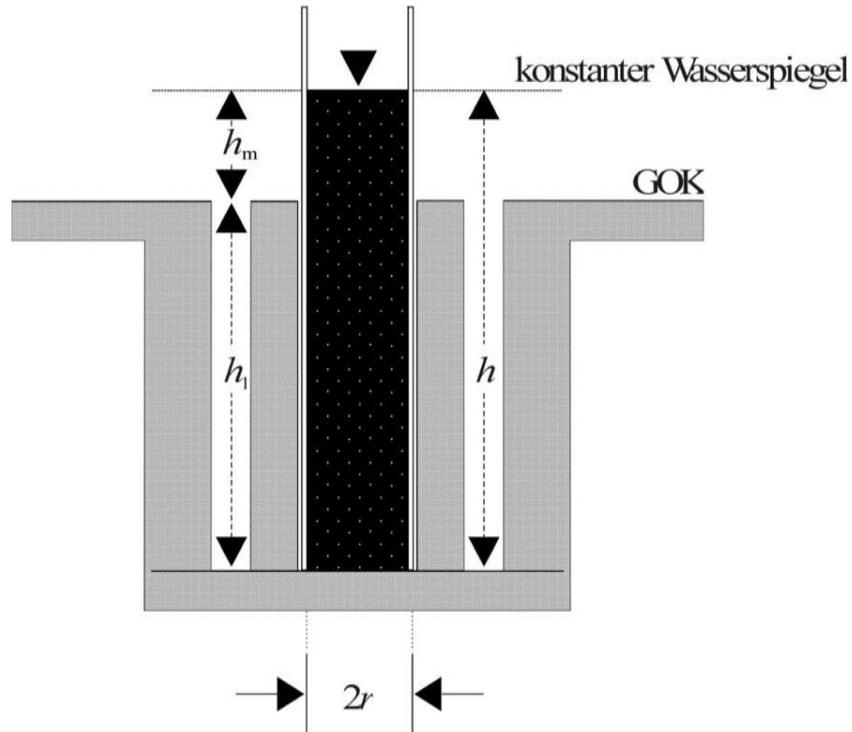
$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 8,77E-06 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)

$k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

HYDRODATA GmbH

Versuch: KRB 7
Versuchstiefe: 1,04 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



POK	=	0,930		
h_1	=	1,040 m	$2r$	= 0,030
h_m	=	0,585 m	r	= 0,015
$h = h_1 + h_m$	=	1,625 m		

delta h		0,345	m
Versuchsdauer t		0	hh
		5	mm
		42	ss
		342	(s)
Wasserzugabe V_w		0,000243743	m ³
Wassermenge Q		7,12697E-07	m ³ /s

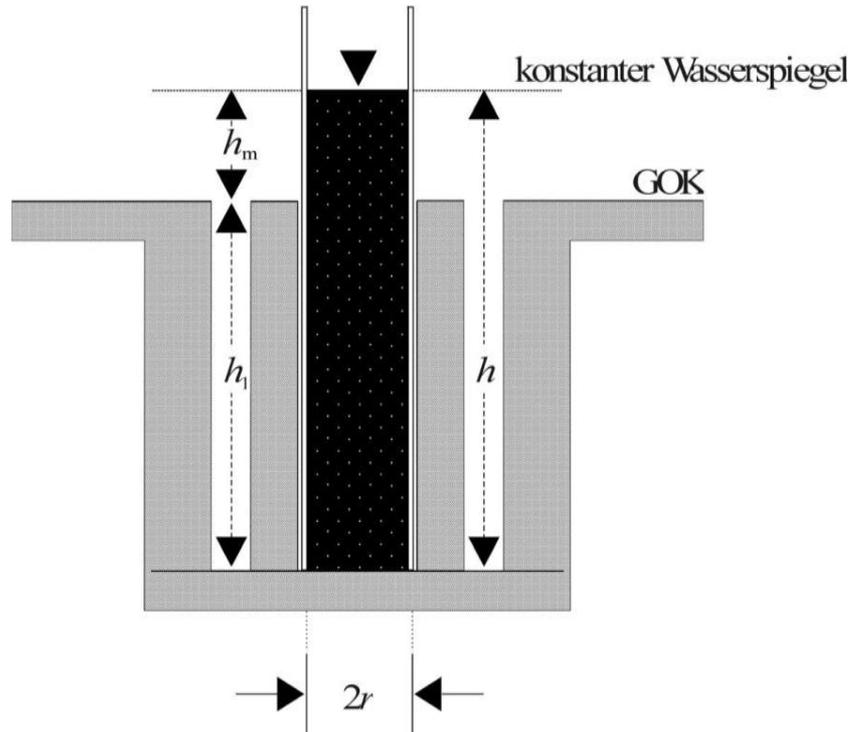
$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 5,32E-06 \text{ m/s}$$

$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 1,06E-05 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)
 $k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

HYDRODATA GmbH

Versuch: KRB 7
Versuchstiefe: 1,04 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



POK	=	0,93		
h_1	=	1,04 m	$2r$	= 0,030
h_m	=	0,91 m	r	= 0,015
$h=h_1 + h_m$	=	1,97 m		

delta h		0,002	m
Versuchsdauer t		0	hh
		0	mm
		0	ss
		1,98	(s)
Wasserzugabe V_w		0,000001413	m^3
Wassermenge Q		7,13636E-07	m^3/s

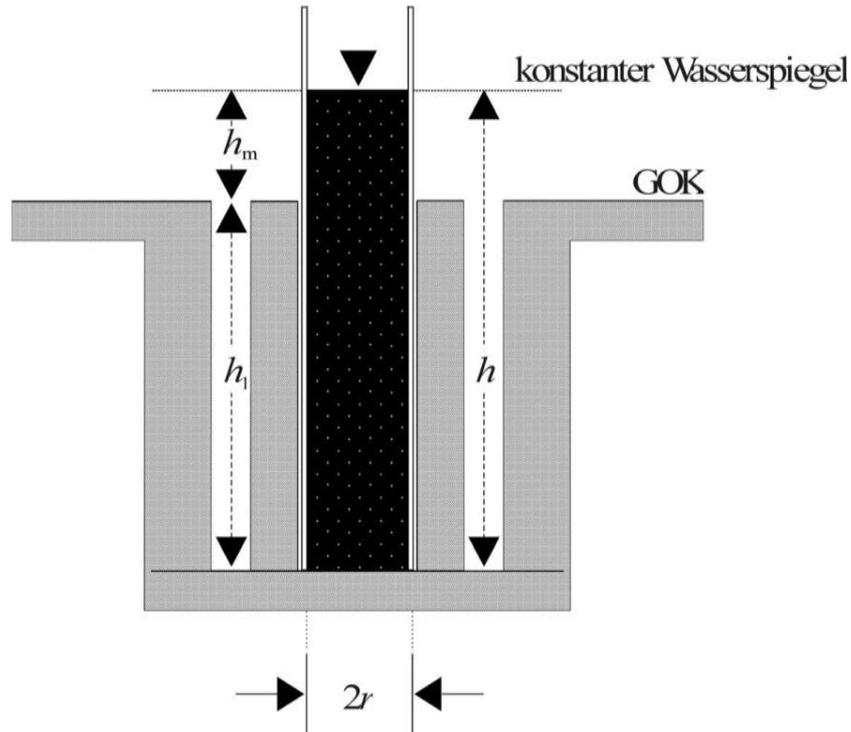
$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 4,40E-06 \text{ m/s}$$

$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 8,79E-06 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)
 $k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

HYDRODATA GmbH

Versuch: KRB 10
Versuchstiefe: 0,99 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



POK	=	1,100 m		
h_1	=	0,993 m	$2r$	= 0,030
h_m	=	0,977 m	r	= 0,015
$h = h_1 + h_m$	=	1,983 m		

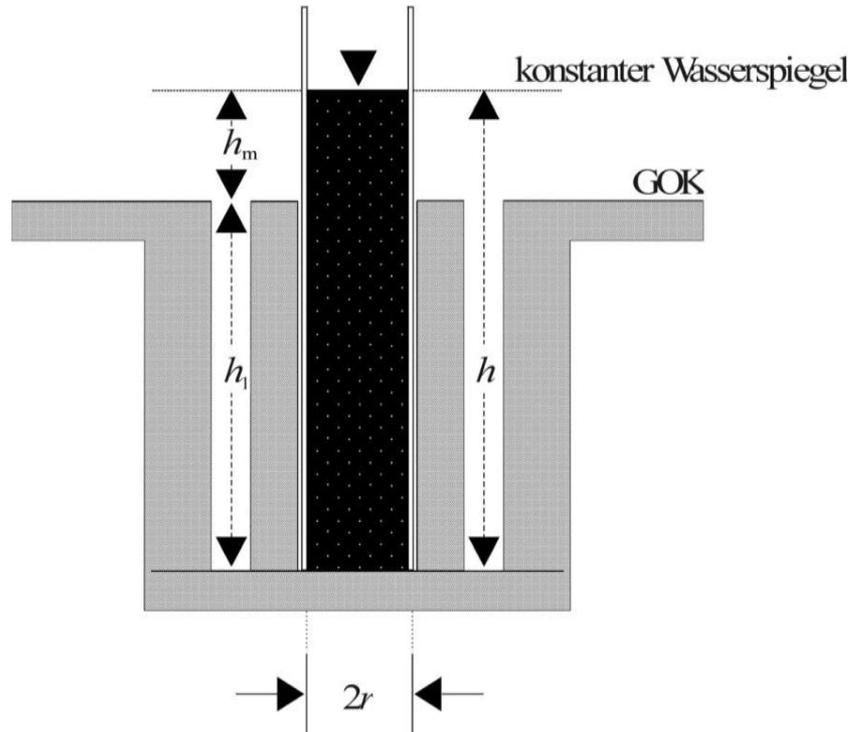
delta h		0,36	m
Versuchsdauer t		0	hh
		3	mm
		0	ss
		180	(s)
Wasserzugabe V_w		0,00025434	m^3
Wassermenge Q		0,000001413	m^3/s

$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 8,64E-06 \text{ m/s}$$

$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 1,73E-05 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)
 $k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

Versuch: KRB 11
Versuchstiefe: 1,8 m unter Geländeoberkante
Versickerungsschicht: T,g,s,x'



POK	=	0,200 m		
h_1	=	1,800 m	$2r$	= 0,030
h_m	=	0,200 m	r	= 0,015
$h=h_1 + h_m$	=	2,000 m		

delta h		0,01	m
Versuchsdauer t		0	hh
		38	mm
		0	ss
		2280	(s)
Wasserzugabe V_w		0,000007065	m^3
Wassermenge Q		3,09868E-09	m^3/s

$$k_{f,u} = \frac{Q}{5,5 * r * h} = 1,88E-08 \text{ m/s}$$

$$k_{f,g} = k_{f,u} * 2 = 3,76E-08 \text{ m/s}$$

$k_{f,u}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (ungesättigter Zustand)
 $k_{f,g}$ = Durchlässigkeitsbeiwert (gesättigter Zustand)

Anlage 5

Prüfbericht - Korngrößenverteilung

ZuB

INGENIEURGESELLSCHAFT
FÜR ZUSCHLAG- UND
BAUSTOFFTECHNOLOGIE
mbH

PRÜFSTELLE
FÜR ERD- UND STRASSENBAU
anerkannt nach RAP Stra

MAX-PLANCK-STRASSE 1
64859 EPPERTSHAUSEN

Tel.: 06071 / 63 65 865
Fax: 06071 / 63 65 866
e-mail: info@zubgmbh.de
www.zubgmbh.de

Bodenmechanische Laboruntersuchungen PB B 2475/2016

gemäß Auftrag vom 30.08.2016

HYDRODATA GmbH
Gattenhöferweg 29

61440 Oberursel

Projekt			Taunuswunderland, Schlangenbad Projekt-Nr.: 2016076
Bezeichnung	Tiefe		Untersuchungsumfang
	von	bis	
MP 02	---	---	Korngrößenverteilung (DIN 18123)
MP 03	---	---	Korngrößenverteilung (DIN 18123)
MP 04	---	---	Korngrößenverteilung (DIN 18123)
Die Proben wurden der ZuB GmbH am 30.08.2016 übergeben			

Verteiler: Auftraggeber

Seiten: 2
Anlagen: 1

ZuB GmbH

Volksbank Modau
IBAN: DE71508643220000064726
BIC: GENODE51ORA

Sitz:

Eppertshausen
HRB 54463
Amtsgericht Darmstadt

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Johannes Kirchberg
Dr.-Ing. Viktor Root

1. Korngrößenverteilung, kombinierte Sieb - und Schlämmanalyse nach DIN 18123-7

Kornfraktion		MP 02	MP 03	MP 04
Ton	M.-%	9,3	2,4	1,3
Schluff		35,1	21,5	16,2
Sand		21,3	32,5	28,0
Kies		34,3	43,6	54,5

graphische Darstellung: siehe Anlage 1

ZuB GmbH
Prüfstelle für Erd- und Straßenbau
anerkannt nach RAP Stra für die
Fachgebiete A1, A3 und A4 sowie F3, F4 und G3, G4

Eppertshausen, 06.09.2016

Dipl.-Ing. J. Krebs
Stellv. Prüfstellenleiter

ZuB
 Ingenieurgesellschaft für Zuschlag- und Baustofftechnologie mbH
 Max-Planck-Straße 1
 64859 Eppertshausen

Bearbeiter: DG

Datum: 31.08./01.09.2016

Körnungslinie

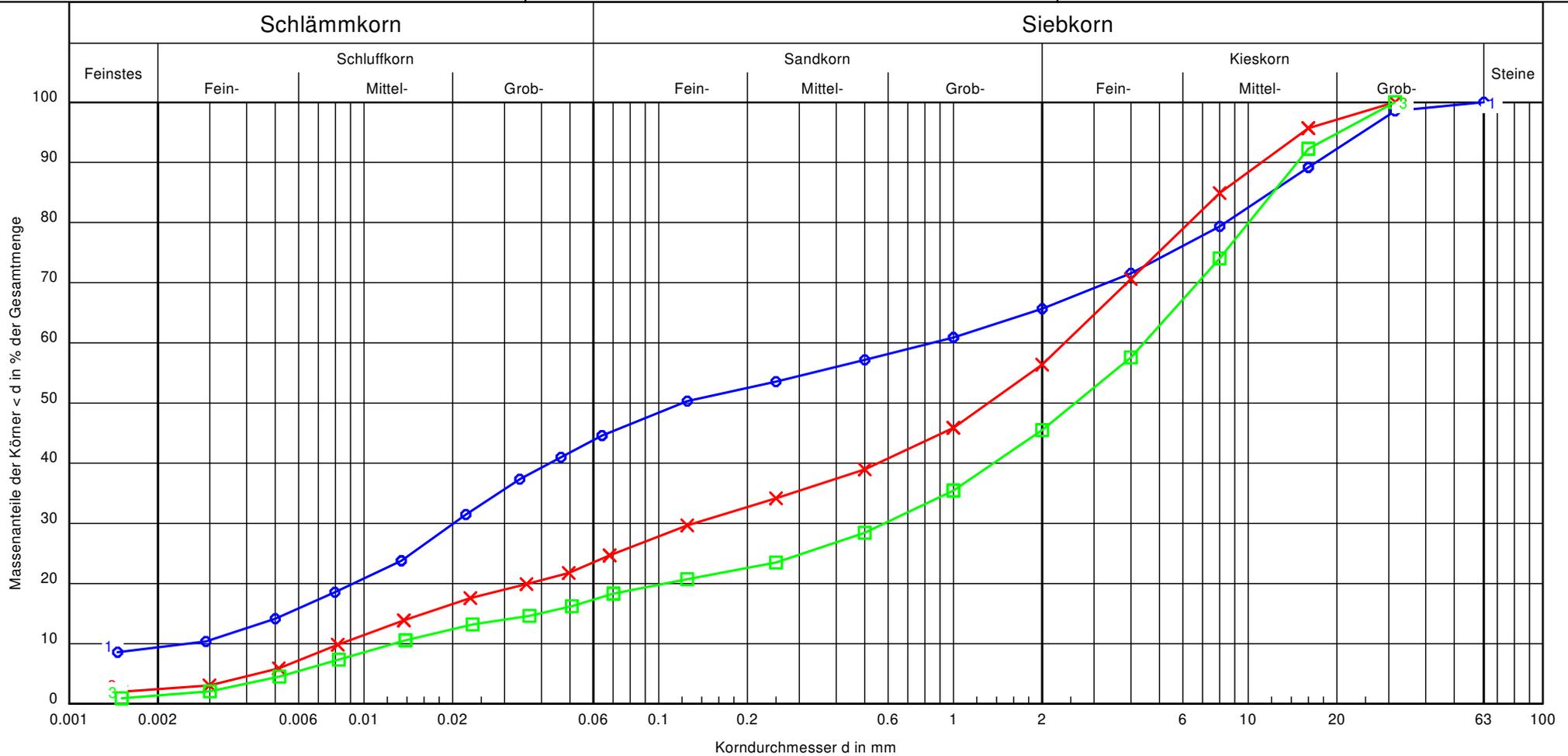
Hydrodata GmbH
 Projekt Nr.:2016076

Prüfungsnummer: 2475/16

Probe entnommen am: 19.08.2016 durch AG

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: kombinierte Sieb- u. Schlämmanalyse nach DIN 18123-7



Bezeichnung:	MP 02	MP 03	MP 04	Bemerkungen: keine	Bericht: PB B 2475/2016 Anlage: 1
Signatur:					
Bodenart:	U, \bar{g} , s, t'	G, \bar{s} , u	G, s, u		
U/Cc	336.5/0.2	286.9/0.9	350.7/6.1		
Anteile T+U / S / G [M.-%]	9.3/35.1/21.3/34.3	2.4/21.5/32.5/43.6	1.3/16.2/28.0/54.5		
Bodengruppe	UL bis TL	GU*	GU*		

„Regenwasserkonzept zum Bebauungsplan Erweiterung Taunus Wunderland“

(Umweltplanung BULLERMANN SCHNEBLE GmbH, 09.12 2016)

Vorbemerkung

Mit E-Mail-Nachricht vom 20.01.2020 wurde die Umweltplanung BULLERMANN SCHNEBLE GmbH angefragt, ob die 2016 gefertigte Unterlage „Regenwasserkonzept zum Bebauungsplan Erweiterung Taunus Wunderland“ bei unveränderten Festsetzungen des Bebauungsplans noch den fachlichen Anforderungen und der gegebenen Datenlage entsprechen und unverändert in das Bauleitplanverfahren „1. Änderung und Erweiterung Bebauungsplan Taunus Wunderland“ integriert werden kann.

Die entsprechende Rückantwort der Umweltplanung BULLERMANN SCHNEBLE GmbH erfolgte per Mail am 06.02.2020 im Rahmen einer zweiseitigen Stellungnahme „Aktualitätsprüfung des Regenwasserkonzept zum Bebauungsplan Erweiterung Taunus Wunderland“.

In der Stellungnahme wird festgestellt, dass zwischenzeitlich Aktualisierungen der Normen und Richtlinien stattgefunden haben. Diese haben aber keine nennenswerten Auswirkungen auf das erstellte „Regenwasserkonzept zum Bebauungsplan Erweiterung Taunus Wunderland“ (2016). Ebenfalls ergeben sich aus neuen Regendaten leichte Abweichungen, diese führen aber zu keinen relevanten Änderungen bei den Ergebnissen des Konzepts.

Nach der Rückantwort von BULLERMANN SCHNEBLE GmbH sollten die neuen Regendaten im Rahmen der folgenden Erschließungsplanung Anwendung finden.

Anlage

Die Stellungnahme „Aktualitätsprüfung des Regenwasserkonzept zum Bebauungsplan Erweiterung Taunus Wunderland“ der Umweltplanung BULLERMANN SCHNEBLE GmbH vom 06.02.2020 ist nachfolgend angefügt.

Gemeinde Schlangenbad
FB 60, Bauplanung- und -verwaltung
Frau Dorothee Petri
Rheingauer Str. 23
65388 Schlangenbad

Havelstraße 7A
64295 Darmstadt
Telefon (0 61 51) 97 58-0
Telefax (0 61 51) 97 58-30
mail@umweltplanung-gmbh.de
www.umweltplanung-gmbh.de

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Martin Bullermann
Dipl.-Ing. Helmut Schneble

Bankverbindungen
Darmstädter Volksbank
IBAN: DE11 508 900 00 0006544401
BIC: GENODEF1VBD
Hypo Vereinsbank Darmstadt
IBAN: DE35 508 202 92 2550240184
BIC: HYVEDEMM487

Amtsgericht Darmstadt
HRB 6207
UST.-ID-Nr. DE175723888

MW/ 06. Februar 2020

**Aktualitätsprüfung des Regenwasserkonzept (Stand 09.12.2016) zum Bebauungsplan
„Erweiterung Taunus Wunderland“ Gemeinde Schlangenbad**

Sehr geehrte Frau Petri,

wie von Ihnen beauftragt, haben wir unser Regenwasserkonzept „Erweiterung Taunus Wunderland“ (Stand 09. Dezember 2016) einer Aktualitätsprüfung unterzogen. Das Regenwasserkonzept wurde auf der Grundlage der zu diesem Zeitpunkt gültigen Normen, Richtlinien und gesetzlichen Vorgaben ausgearbeitet.

Zwischen der Erstellung des Regenwasserkonzeptes im Jahr 2016 und Ihrer Anfrage auf Prüfung der Aktualität sind folgende Änderungen in den relevanten Normen erfolgt:

- [U5] Wasserrahmenrichtlinien-Viewer Hessen (wrrl.hessen.de) des HLNUG
Datengrundlage aus dem Jahr 2017
- [U6] Naturschutzinformationssystem Hessen (natureg.hessen.de)
Datengrundlage vom 12.12.2019
- [U7] Die Starkniederschlagshöhen für Deutschland KOSTRA 2010 wurden im Jahr 2017 durch neue Daten KOSTRA-DWD-2010R aktualisiert
- [U11] Das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts, Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in der Fassung vom 31. Juli 2009 wurde durch eine letzte Änderung am 04.12.2018 bearbeitet.
- [U13] Den Praxisratgeber Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, gibt es aktuell in der 4. Auflage, unveränderter Nachdruck Juni 2007
- [U17] Die Fachinformation Regenwasserbewirtschaftung in Neubaugebieten, liegt in aktualisierter 2. unveränderter Auflage Oktober 2008

Laut der Aktualitätsprüfung von Versickerungsmöglichkeiten des Büros Hydrodata, Oberursel vom 31.01.2020, können die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte für die Vorbemessung der Versickerungsanlagen des Regenwasserkonzeptes weiterhin angesetzt werden.

Die zuvor aufgeführten zwischenzeitlichen Aktualisierungen der Normen und Richtlinien haben keine nennenswerte Auswirkung auf das erstellte Regenwasserkonzept.

Durch die Änderung der KOSTRA-Regendaten des Deutschen Wetterdienstes liegen zwar neue Datensätze für die hydraulische Vorbemessung der Versickerungsanlagen vor. Die Abweichungen sind jedoch minimal, so dass keine relevanten Änderungen in den Ergebnissen zu vermerken sind. Im Rahmen der weiteren Bearbeitung der Erschließungsplanung sind die konkreten ausführungsbereiten Bemessungen und Planung der Versickerungsanlagen auf der Grundlage der dann aktuellen Regendaten zu führen.

Für Rückfragen stehen wir gerne zu Ihrer Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Dipl.-Ing. Martin Bullermann



M.Sc. Mareike Walbrun

**Regenwasserkonzept zum Bebauungsplan
„Erweiterung Taunus Wunderland“
Gemeinde Schlangenbad**

erstellt für:
Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Bearbeitung:
Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7 A
64295 Darmstadt
Tel. 06151/97580 Fax 9758-30
E-Mail: mail@umweltplanung-gmbh.de

Darmstadt, 09.12.2016

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Bestandsaufnahme	6
	3.1 Lage und städtebauliche Grundlagen	6
	3.2 Bestehende Entwässerungsanlagen	7
	3.3 Geologische und Hydrogeologische Randbedingungen	7
	3.4 Schutzgebiete	9
	3.5 Niederschlagsdaten	9
	3.6 Altlasten /Bodenschutz	9
4	Ziele ökologischer Regenwasserbewirtschaftung im Planungsgebiet	10
5	Grundlagen des Regenwasserkonzeptes	12
6	Regenwasserkonzept	13
	6.1 Wasserdurchlässige Befestigungen	14
	6.2 Regenwassernutzung	16
	6.3 Dachbegrünung	17
	6.4 Versickerungsanlagen	18
7	Beispielhafte Bemessung von Versickerungsanlagen	21
8	Qualitative Anforderungen an die Regenwasserbewirtschaftung	22
9	Administrative Sicherung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Wasserkonzeptes	23
10	Zusammenfassung	25

Anlagen

Abbildungen

- Abbildung 1 Lage des Plangebietes Taunus Wunderland
- Abbildung 2 Lageplan mit den Ansatzpunkten der Bohrungen [U 4]
- Abbildung 3 Wasserschutzgebiete [U 5]
- Abbildung 4 Wasserdurchlässige Flächenbefestigungsarten
- Abbildung 5 Eignung wasserdurchlässiger Oberflächenbefestigungen für Flächennutzungen
- Abbildung 6 Schema Regenwassernutzungsanlage in Kombination mit einer Rigolenversickerung
- Abbildung 7 Aufbau extensive Dachbegrünung
- Abbildung 8 Versickerungsmulde
- Abbildung 9 Mulden-Rigolen-System
- Abbildung 10 Systemschnitt Rigolenversickerung

Anlagen

- Anlage 1 Lageplan Flächen für Versickerungsanlagen
- Anlage 2 Datengrundlagen und Berechnungen
- Anlage 2.1 Niederschlagsdaten nach KOSTRA
- Anlage 2.2 Bemessung der Versickerung nach DWA Arbeitsblatt A 138
- Anlage 2.3 Qualitativer Nachweis der Regenwasserbehandlungsmaßnahmen gemäß DWA Merkblatt M 153

1 Veranlassung

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans für die Erweiterungsfläche des Freizeitparks „Tanus Wunderland“ sollen die Bewirtschaftungsmöglichkeiten des anfallenden Niederschlagswassers gutachtlich untersucht werden.

Die Erweiterungsfläche liegt im Ortsteil Wambach der Gemeinde Schlangenbad und umfasst eine Fläche von insgesamt 3,8 Hektar. Innerhalb der Erweiterungsfläche werden 0,2 Hektar Schutzwald festgesetzt und sind keiner anderen Nutzung zugänglich. Weiterhin sind 0,5 Hektar Fläche im Bestand geschottet und waren ehemals als Parkplatz genutzt. Diese Fläche wird zukünftig dem Freizeitpark zugeordnet. Die verbleibende Fläche ist derzeit als Waldfläche ausgewiesen [U2, U3].

Das Büro Umweltplanung Bullermann Schneble wurde damit beauftragt, ein Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung für den Bebauungsplan zu erarbeiten.

Das Regenwasserkonzept soll die Grundlage für Festsetzungen und Flächendispositionen im Bauleitverfahren sowie für die weitere Erschließungsplanung bilden und eine Minimierung der hydrologischen Auswirkungen durch die Baumaßnahmen sicherstellen. Ziel ist es, die Realisierbarkeit der Regenwasserbewirtschaftung unter Berücksichtigung von aktuellen technischen und administrativen Randbedingungen nachzuweisen.

Alternativ zu der herkömmlichen Regenwasserableitung und -behandlung sollen in diesem Konzept vorrangig die Möglichkeiten zur Nutzung, Verdunstung und Versickerung von Regenwasser im Planungsgebiet aufgezeigt werden. Hierbei sind insbesondere das städtebauliche Erschließungskonzept und die örtlichen Bodenverhältnisse zu berücksichtigen. Die Auswahl geeigneter Elemente zur Regenwasserbewirtschaftung - und im Besonderen zur Versickerung von Regenwasser - basiert auf der Analyse und Auswertung der durchgeführten Versickerungsversuche und Bodenuntersuchungen sowie sonstigen örtlichen Verhältnissen. Es werden einzelne geeignete Bewirtschaftungselemente beschrieben und deren Einsatzmöglichkeiten unter den spezifischen Randbedingungen dargestellt.

Um die Auswirkungen des Regenwasserkonzeptes auf die weiteren Planungen, wie zum Beispiel Wegebau, Freiraumplanung und Bau von Besucherattraktionen abschätzen zu können, werden die einzelnen Elemente überschlägig dimensioniert und die benötigten Flächen abgeschätzt.

Abschließend werden Hinweise zu rechtlichen und administrativen Aspekten gegeben.

Die entwässerungstechnische Erschließung für Schmutzwasser ist nicht Bestandteil dieses Konzeptes.

2 Verwendete Unterlagen

Grundlage für die Ausarbeitung sind die folgenden Unterlagen:

- U 1 Email und Telefonat Herr Herrchen, Büro Herrchen & Schmitt, 24. Mai und 01. Juni 2016
- U 2 Projektkurztitel Bebauungsplan Taunus Wunderland, Büro Herrchen & Schmitt, Stand 01. Juni 2016
- U 3 Übersicht „1. Änderung und Erweiterung Bebauungsplan Taunus Wunderland“, Gemeinde Schlangenbad, Büro Herrchen & Schmitt, Stand 19. September 2016
- U 4 Gutachten „Gutachterliche Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten Erweiterung Taunus Wunderland, Schlangenbad“, Fa. Hydrodata GmbH, Oberursel, Stand 13. Oktober 2016
- U 5 Wasserrahmenrichtlinien-Viewer Hessen (wrrl.hessen.de) abgerufen am 21. Oktober 2016
- U 6 Naturschutzinformationssystem Hessen (natureg.hessen.de) abgerufen am 21. Oktober 2016
- U 7 Starkniederschlagshöhen für Deutschland KOSTRA 2010, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, 2016
- U 8 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, April 2005
- U 9 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser; Merkblatt DWA-M 153, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, August 2007
- U 10 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Arbeitsblatt DWA-A 118, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, März 2006
- U 11 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts, Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in der Fassung vom 31. Juli 2009
- U 12 Hessisches Wassergesetz (HWG) in der Fassung vom 14. Dezember 2010
- U 13 Praxisratgeber Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Februar 2005

- U14 DIN 1989 Regenwassernutzungsanlagen
Teil 1, April 2002
Teil 2, August 2004
Teil 3, August 2003
Teil 4, August 2005
DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- U 15 Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen
– Dachbegrünungsrichtlinie,
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL), Bonn,
März 2008
- U 16 Wasserwirtschaft in der Bauleitplanung in Hessen – Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von
wasserwirtschaftlichen Belangen in der Bauleitplanung, Erlass des Hessischen Ministeriums
für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom 30. Juli 2014
- U 17 Regenwasserbewirtschaftung in Neubaugebieten, Hessisches Ministerium für Umwelt,
ländlichen Raum und Verbraucherschutz, September 2004

3 Bestandsaufnahme

3.1 Lage und städtebauliche Grundlagen

Das Plangebiet liegt westlich von Wiesbaden in der Gemeinde Schlangenbad und ist als Erweiterungsfläche des Freizeitparks „Taunus Wunderland“ vorgesehen. Es weist eine Größe von rund 3,8 Hektar auf. Im Westen grenzt das Gebiet an die bestehende Bebauung des Freizeitparks. Im Norden wird das Gebiet durch die Hohe Straße (L 3037) begrenzt. Im Süden und Osten ist das Plangebiet von bewaldeten Flächen umgeben.

Das bestehende Gelände im Plangebiet liegt in einer Hanglage auf einer Höhe zwischen rund 473 müNN und 496 müNN.

Die städtebaulichen Überlegungen sehen im Wesentlichen eine Nutzung als Sondergebiet für einen Freizeitpark mit einer Grundflächenzahl von 0,6 inkl. Nebenanlagen vor. Innerhalb des Plangebietes werden 0,2 Hektar als Schutzwald festgelegt, die keiner anderen Nutzung zugänglich sind [U 2].

Die Entwicklung des Geländes soll sukzessive durchgeführt werden. Dies erfordert, dass auch die Regenwasserbewirtschaftung mit der fortschreitenden Bebauung vereinbar sein muss.

Die Lage des Plangebietes ist in **Abbildung 1** dargestellt.



Abbildung 1: Lage des Plangebietes „Taunus Wunderland“ (Quelle: www.openstreetmap.de)

3.2 Bestehende Entwässerungsanlagen

Das anfallende Niederschlagswasser ist nach Abstimmung mit der oberen Wasserbehörde vor Ort zu nutzen oder zu versickern [U 1].

3.3 Geologische und Hydrogeologische Randbedingungen

Zur Bestimmung der hydrogeologischen Randbedingungen im Plangebiet wurden vom Büro Hydrodata GmbH im Zeitraum vom 19.08.2016 bis 24.08.2016 insgesamt 11 Kleinrammbohrungen mit einer Tiefe bis zu 3,8 Meter unter Gelände durchgeführt. Zusätzlich wurden in ausgewählten Kleinrammbohrungen Versickerungsversuche durchgeführt.

Die Lage der Kleinrammbohrungen ist in **Abbildung 2** dargestellt.



Abbildung 2: Lageplan mit den Ansatzpunkten der Bohrungen [U 4]

In den Kleinrammbohrungen wurde folgender Schichtenaufbau angetroffen.

Die oberste Bodenschicht bildet ein Oberboden in Form eines Waldbodens mit einer Mächtigkeit bis zu 0,1 Meter. Auf den Oberboden folgt eine Auffüllung überwiegend aus einem sandigen und steinigen Kies mit einer Mächtigkeit von 0,1 bis 0,9 Meter. Unter der Auffüllung wurde eine Deckschicht aus Schluff und Feinsand mit Mächtigkeiten zwischen 0,35 und 0,7 Meter festgestellt. Unterhalb der Deckschicht liegt eine Schicht aus sandigem, schluffigem und tonigem Kies im Boden-

gutachten als Hangschutt bezeichnet. Im Untersuchungsgebiet weist der Hangschutt Mächtigkeiten zwischen 0,4 und 2,15 Meter auf. Unter dem Hangschutt vollzieht sich der Übergang zum Tonschiefer in einer Felsersatzzone, deren Mächtigkeit mit den Bohrungen nicht durchteuft wurde [U 4].

Auf Grundlage der durchgeführten Versickerungsversuche wurde für die Deckschicht ein k_f -Wert von $1,24 \times 10^{-8}$ m/s und für den Hangschutt ein k_f -Wert von $7,0 \times 10^{-6}$ m/s ermittelt [U 4].

Für die entwässerungstechnische Versickerung von Niederschlagswasser gelten nach dem DWA Arbeitsblatt A138 Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s als geeignet [U 8].

Oberflächengewässer sind auf dem Gelände keine vorhanden. Der Hochwasserschutz des Plangebietes ist somit gewährleistet.

Das Grundwasser wird gemäß Bodengutachten erst in größerer Tiefe in Form von Kluftgrundwasser erwartet. Während der Durchführung der Aufschlussarbeiten wurde in den Kleinrammbohrungen weder Schicht- noch Grundwasser angetroffen. In der Auffüllung bzw. im tonigen Untergrund ist in unregelmäßigen Tiefen oberhalb von bindigen Schichten mit der Bildung und einem Aufstau von Schicht- und Sickerwasser zu rechnen [U 4].

Aus den geschilderten hydrogeologischen Randbedingungen ergibt sich, dass eine gezielte entwässerungstechnische Versickerung von Niederschlagswasser in der Schicht des Hangschutts anzustreben ist, da eine gezielte Versickerung in den Deckschichten aufgrund der geringen ermittelten Durchlässigkeit nicht gewährleistet werden kann.

Es wird empfohlen die im Plangebiet teilweise vorhandenen Auffüllungen bis 0,9 Meter unter Gelände im Bereich von geplanten Versickerungsanlagen mittels Bodenaustausch mit versickerungsfähigem Z0-Bodenmaterial zu beseitigen.

Im Wald südöstlich der bestehenden Anlage des Freizeitparks wurden während Regenperioden Wasseraustritte aus dem Hang, bzw. dem Untergrund festgestellt. Im Zuge der weiteren Planungen wird empfohlen durch weitere Untersuchungen zu prüfen, ob Versickerungseinrichtungen oberhalb des Bereiches ggf. zu einer Verstärkung des Wasseraustritts und damit zu einem zusätzlichen Wasserandrang im Bereich der talseitigen Nachbarbebauung führen können [U 4].

3.4 Schutzgebiete

Das geplante Erweiterungsgebiet des Taunus Wunderlandes liegt nicht innerhalb ausgewiesener oder geplanter Wasser- beziehungsweise Heilquellenschutzgebiete [U 5].

Nördlich des Planungsgebietes befindet sich in nächster Nähe eine Wasserschutzzone III. Südlich des Taunus Wunderlandes ist ein Heilquellenschutzgebiet geplant (**Abbildung 3**). Die Schutzgebiete haben jedoch keinen Einfluss auf die Planung.

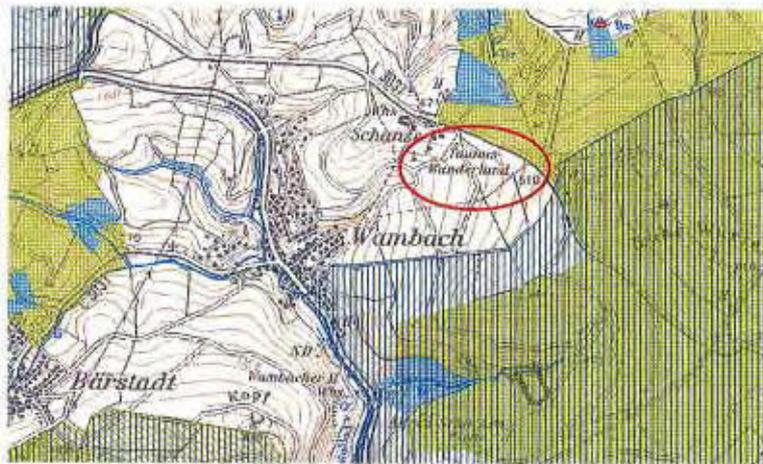


Abbildung 3: Wasserschutzgebiete [U 5]

Das Planungsgebiet liegt ebenso nicht innerhalb ausgewiesener Gebiete des Landschafts- oder Biotopschutz [U 6].

3.5 Niederschlagsdaten

Für die Vorbemessung von Anlagen zur Regenwasserversickerung werden die aktuellen Messdaten des Deutschen Wetterdienstes genutzt [U 7]. Die Daten sind statistisch nach Niederschlagsdauer und Häufigkeit aufbereitet und in **Anlage 2.1** beigefügt.

3.6 Altlasten / Bodenschutz

Erkenntnisse und Anhaltspunkte für Altlasten liegen nicht vor.

4 Ziele ökologischer Regenwasserbewirtschaftung im Planungsgebiet

Ziel ist einerseits die Minimierung der Niederschlagsabflüsse und andererseits die möglichst naturnahe Wiedereingliederung der unvermeidbaren Niederschlagsabflüsse in den natürlichen Wasserkreislauf. Abflussspitzen sowie Anteile des Oberflächenabflusses sollen dabei zugunsten von Verdunstung und Versickerung reduziert werden.

Vor dem Hintergrund der derzeit noch nicht eindeutig darstellbaren Auswirkungen des Klimawandels verbieten sich kostenintensive sogenannte „End of Pipe“ Maßnahmen. Stattdessen müssen verstärkt Lösungsansätze verfolgt werden, die mehr Flexibilität ermöglichen. Nur so kann den genannten Entwicklungen mit nicht quantifizierbarer Größe und unbestimmtem zeitlichen Verlauf wirksam begegnet werden.

Die Vorteile eines naturnahen Umgangs mit Niederschlagswasser liegen insbesondere in der Förderung der lokalen Grundwasserneubildung, der Verbesserung des Kleinklimas durch erhöhte Verdunstungsraten, der verminderten hydraulischen Belastung der Fließgewässer, einer kostengünstigeren Abwasserentsorgung durch Abflussreduzierung sowie einer Trinkwassereinsparung.

Nebenbei kann die naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung auch die Wohn- und Lebensqualität in Siedlungen erhöhen, indem naturnahe Erlebnisräume und Biotope geschaffen werden, die das örtliche Ökosystem bereichern und als Gestaltungselemente die Bebauung auflockern.

Vor dem Hintergrund der besonderen Beachtung der wasserwirtschaftlichen, technischen und ökologischen Belange bei der Planung des Projektgebietes, lassen sich die folgenden grundsätzlichen Ziele für ein „nachhaltiges“ Wasserkonzept formulieren:

- Reduzierung der Oberflächenbefestigungen auf das erforderliche Mindestmaß
- Verwendung von teilwasserdurchlässigen Oberflächenbefestigungen in Gehwegen und Platzflächen zur Abflussreduzierung
- Realisation von Gründächern zur Erhöhung der Verdunstung und Rückhaltung von Regenwasser
- Nutzung des Regenwassers zur Reduzierung des Trinkwasser-/Löschwasserbedarfs und der Verringerung von Abflussspitzen
- Versickerung von unbelasteten Niederschlagsabflüssen, soweit dies schadlos möglich ist.
- Drosselung und Zwischenspeicherung und Bewirtschaftung der Niederschlagsabflüsse aus dem Plangebiet zur Reduzierung der Abflussspitzen und einer Angleichung des Abflussregimes der Siedlungsfläche an die unbebauten Flächen

Je nach Bewertung der Priorität der einzelnen Ziele ergeben sich unterschiedliche Konzepte mit sich unterscheidenden Anlagenelementen.

Die dem empfohlenen Regenwasserkonzept zugrunde liegenden wesentlichen Vorgaben sind:

- Reduktion von Oberflächenbefestigungen auf das erforderliche Mindestmaß
- Verwendung von wasserdurchlässigen Befestigungen
- Verdunstung von anfallenden Regenwassermengen über Dachbegrünung
- Regenwasserversickerung (Mulden, Rigolen)
- vollständige Bewirtschaftung des Regenwassers

Zur Realisierung dieser Ziele dienen schwerpunktmäßig *dezentrale beziehungsweise semizentrale* Maßnahmen zur Schaffung von Versickerungs-, Rückhalte- und Ableitungssystemen sowie Maßnahmen der Regenwassernutzung.

5 Grundlagen des Regenwasserkonzeptes

Nach den rechtlichen Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) [U 11] in Verbindung mit dem Hessischen Wassergesetz (HWG) [U 12] sollen Niederschlagsabflüsse auf ein Mindestmaß reduziert werden. Unvermeidbare Niederschlagsabflüsse sollen dezentral am Entstehungsort verwertet werden oder durch gezielte Versickerung zur Neubildung des Grundwassers beitragen.

Sollte es mit diesen Maßnahmen allein nicht möglich sein, ein Entwässerungssystem zu entwickeln, das auch bei Starkniederschlägen den geforderten Entwässerungskomfort erfüllt und die üblichen Entwässerungssicherheiten gewährleistet, sind Restabflüsse unter Beachtung der Qualitätsanforderungen und der maximalen Einleitungsmenge in ein Oberflächengewässer abzuleiten. Einer Einleitung in ein Mischsystem wird in der Regel nur unter besonderen Bedingungen stattgegeben.

6 Regenwasserkonzept

Unter Berücksichtigung der zuvor dargestellten Randbedingungen wird empfohlen, innerhalb des Geltungsbereiches des Bebauungsplanes anfallendes Niederschlagswasser vollständig im Plangebiet zu bewirtschaften beziehungsweise zu versickern.

Damit die Abflussmengen von den befestigten Flächen so weit wie möglich reduziert werden, wird empfohlen Wege und Plätze wasserdurchlässig zu befestigen.

Darüber hinaus können die Versickerungsanlagen mit weiteren Elementen der Regenwasserbewirtschaftung, wie zum Beispiel einer extensiven Dachbegrünung beziehungsweise Regenwassernutzungsanlagen, kombiniert werden.

Die im Entwurf zum Bebauungsplan als private Grünfläche und Schutzwald festgesetzte Fläche wird im Regenwasserkonzept als „abflusslos“ angesetzt.

Durch das geplante städtebauliche Nutzungskonzept in Verbindung mit der vorhandenen topographischen Situation des Geländeverlaufes, ist eine vollständige Versickerung des gesamten Niederschlagsabflusses nach derzeitiger Einschätzung technisch realisierbar.

Aufgrund der geplanten sukzessiven Entwicklung des Erweiterungsgebietes wird die Realisierung dezentraler Versickerungsanlagen empfohlen. Ein oberflächennahes Ableitungssystem wird empfohlen.

Für die Erweiterungsfläche des Taunus Wunderlandes werden in Abhängigkeit von der geplanten städtebaulichen Nutzung folgende Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen vorgeschlagen.

- Wasserdurchlässige Befestigung
- Dachbegrünung
- Versickerung über Rigolen (ggf. Mulden)
- Regenwassernutzung
- Versickerung von Überläufen aus Regenwassernutzungsanlagen

Im Folgenden werden einzelne ausgewählte Elemente der Regenwasserbewirtschaftung vorgestellt und das abgestimmte System zur Regenwasserbewirtschaftung beispielhaft bemessen.

Die im Rahmen dieser Untersuchung vorgenommenen Vorbemessungen dienen ausschließlich zum Nachweis einer ausreichenden Flächenverfügbarkeit und ersetzen nicht erforderliche Nachweise in nachfolgenden Planungsphasen. Die Versickerung von Niederschlagswasser bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis im Zuge des Bauantrages.

6.1 Wasserdurchlässige Befestigungen

Generell sollten alle befestigten Flächen wasserdurchlässig hergestellt werden und die wasserundurchlässigen Befestigungen über eine geeignete Oberflächenneigung in angrenzende Grünflächen entwässert werden. Bei wasserdurchlässigen Befestigungen wird prinzipiell zwischen geschütteten, gepflasterten und gebundenen Befestigungsmaterialien mit oder ohne Vegetationsanteil unterschieden.



Eine Übersicht der gängigen Flächenbefestigungsarten ist in **Abbildung 4** dargestellt.

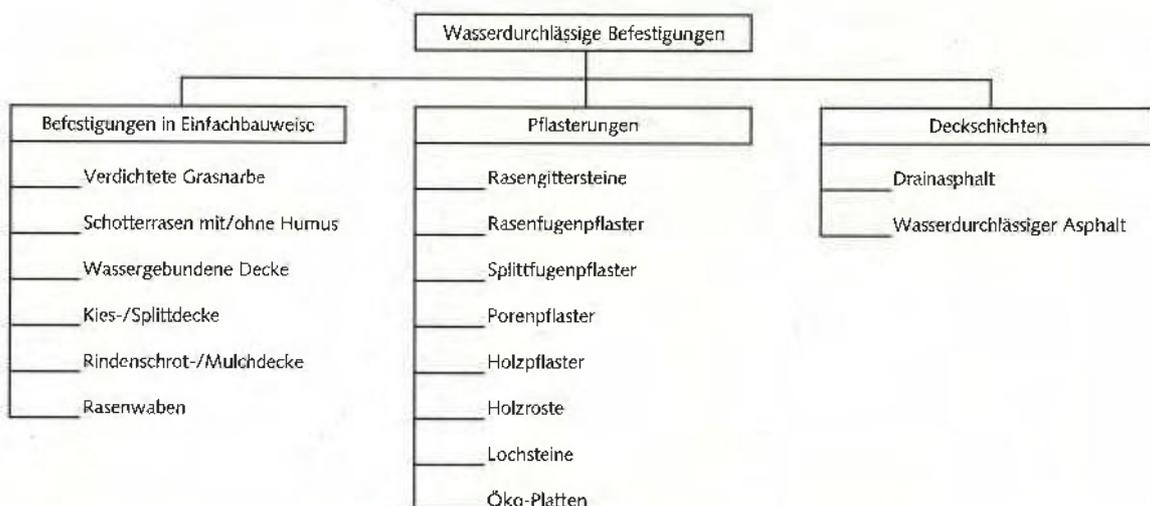


Abbildung 4: Wasserdurchlässige Flächenbefestigungsarten

Grundsätzlich geeignete wasserdurchlässige Oberflächenbefestigungen sind z.B. Pflaster mit offenen Fugen, Rasengittersteine, wassergebundene Decken, Schotterrasen, Porenpflaster, etc. [U 13].

Kies- oder Splittdecken, wasserdurchlässiger Asphalt oder Porenpflaster weisen im Gegensatz zu Rasengittersteinen und Rasenfugenpflaster keinen Vegetationsanteil auf. Befestigungssysteme mit einem Vegetationsanteil sind aus ökologischer Sicht grundsätzlich höher zu bewerten. Die Reinigungswirkung des nicht bewachsenen Bodens unterhalb wasserdurchlässig befestigter Flächen ist geringer als die einer bewachsenen und durchwurzelten Bodenschicht. Daher sollten Flächen, die nicht stark vom rollenden Verkehr frequentiert werden, durch Systeme mit integriertem Vegetationsanteil befestigt werden (zum Beispiel Rasengittersteine, Rasenwaben, Schotterrasen).

Nachfolgend ist eine Entscheidungsmatrix für die Eignung typischer wasserdurchlässiger Befestigungssysteme in Abhängigkeit von der geplanten Flächennutzung dargestellt.

Flächennutzung	Schotter- rasen	Kies-/ Splittdecke	Poren- pflaster	Rasengitter- steine	Rasenfu- gen- pflaster	Splittfugen- pflaster
Fußweg	+	+	+	-	o	o
Kfz – Stellplatz	+	+	+	+	+	+
Hoffläche	o	+	+	-	+	o
Terrasse	-	o	+	-	o	o
Fahrweg	+	o	+	+	+	+
Zufahrt	+	-	+	+	+	+
Gartenweg	o	o	+	-	+	+
Eignung	+ geeignet		o bedingt geeignet		- ungeeignet	

Abbildung 5: Eignung wasserdurchlässiger Oberflächenbefestigungen für Flächennutzungen

Der Aufwand für die Wartung und Pflege hängt wesentlich von der Nutzung ab. Das Abkehren von gepflasterten Flächen mit Grünanteil muss in der Regel von Hand ausgeführt werden, da sonst die Bepflanzung zerstört wird. Wasserdurchlässige Befestigungen dürfen im Winter nicht mit Salz abgestreut werden.

Entsprechend des DWA Arbeitsblattes A 138 [U 8] ist die Anlage durchlässig befestigter Oberflächen im entwässerungstechnischen Sinne wegen alterungsbedingt nicht auszuschließendem Rückgang der Versickerungsfähigkeit (Eintrag von mineralischen und organischen Feinanteilen) nicht mehr als Flächenversickerung anzusetzen. Stattdessen werden teildurchlässig befestigte Flächen bei der Bemessung mit abgeminderten Abflussbeiwerten angesetzt. Dies gilt jedoch nicht für kleine privat genutzte Flächen, die mit einer entsprechenden durchlässigen Befestigung als abflusslos anzusehen sind.

Fazit:

Aufgrund der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für eine Flächenversickerung tritt der Aspekt der Versickerung in den Hintergrund und es kommt vordringlich zu einer Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers im Wegeoberbau und somit zu einer vergleichmäßigten Ableitung von Restabflüssen und der Reduzierung der Abflussspitzen. Die reduzierten Restabflüsse sind in angrenzenden Versickerungsanlagen zu versickern.

6.2 Regenwassernutzung

Die Niederschlagsabflüsse von den Dachflächen können in Regenwasseranlagen gesammelt werden und für die Toilettenspülung, zum Wäschewaschen, zur Gartenbewässerung oder gewerbliche Zwecke genutzt werden. Die Anlagen sind entsprechend der DIN 1989 Regenwassernutzungsanlagen zu planen und zu betreiben [U 14]. Wird das Betriebswasser nicht nur zur Gartenbewässerung sondern darüber hinaus für Toilettenspülung und Wäschewaschen verwendet, so sollte bei der Dachbegrünung ein geeignetes Substrat verwendet werden, damit keine Färbung des Betriebswassers auftritt. Zum anderen ist bei der Bemessung der Regenwassernutzungsanlagen zu berücksichtigen, dass der Abfluss von den Dächern durch die Begrünung reduziert ist.

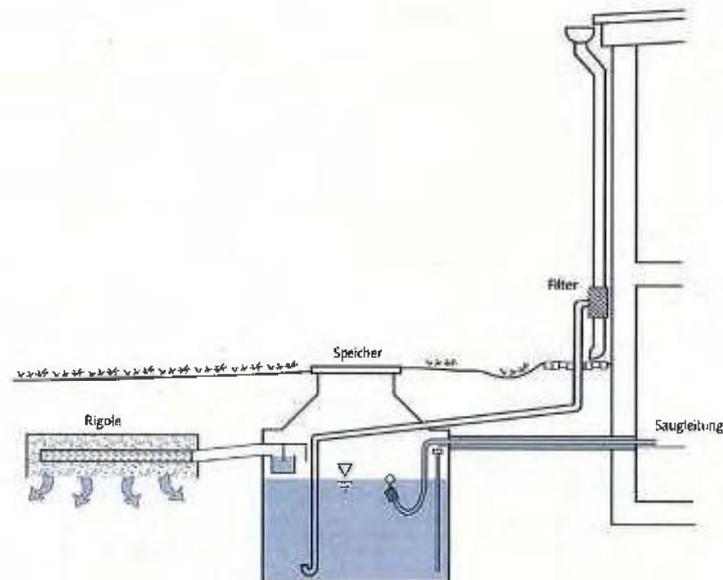


Abbildung 6: Schema Regenwassernutzungsanlage in Kombination mit einer Rigolenversickerung

Die Ableitung des Überschuswassers erfolgt in eine oberflächennahe Versickerungsanlage wie zum Beispiel einer Rigole (siehe **Abbildung 6**) oder alternativ einer Mulde.

6.3 Dachbegrünung

Die Niederschlagsabflüsse von den Dachflächen werden aufgrund der vorgeschriebenen Dachbegrünung ähnlich wie bei der Durchsickerung einer belebten Bodenzone vorgereinigt.

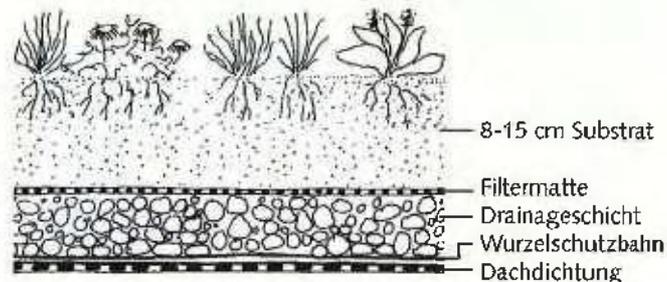


Abbildung 7: Aufbau extensive Dachbegrünung

Die Wasseraufnahme und -abgabe von Dachbegrünungen beruht darauf, dass bei Auftreten von Niederschlägen der unterschiedlich mit Bodenfeuchte vorgesättigte Schichtaufbau das anfallende Wasser aufnimmt, bis der Zustand der maximalen Wassersättigung erreicht ist. Erst nach Überschreiten dieser Zustandsform setzt der Wasserabfluss ein. Das aufgenommene und gespeicherte Regenwasser wird über die Verdunstung der Pflanzen und aus dem Schichtaufbau unmittelbar wieder in den natürlichen Kreislauf gebracht. Je nach Substratzusammensetzung und der damit verbundenen maximalen Wasserspeichereigenschaft und Schichthöhe können unterschiedliche Mengen an Regenwasser im Dachbegrünungssubstrat zurückgehalten werden. Nur das Überschusswasser fließt ab, der überwiegende Anteil wird über die Pflanzen aufgenommen und verdunstet. Die Verdunstungsleistung der Pflanzen hängt von der Vegetationsform ab und beträgt an einem heißen Sommertag 2 Liter pro Quadratmeter bei extensiver Dachbegrünung und etwa 20 Liter pro Quadratmeter bei einer Intensivbegrünung.

Die Realisierung der Dachbegrünung kann insgesamt zu einer Reduzierung des jährlichen Niederschlagsabflusses von diesen Flächen um mindestens 50 Prozent führen [U 15].

Eine Alternative zur oben genannten extensiven Dachbegrünung bieten spezielle Retentionsgrühdächer. Anstelle der Drainageschicht (siehe **Abbildung 7**) wird hierbei beispielsweise eine Speicherschicht aus Kunststoffelementen hergestellt deren Kammern sich nach und nach mit den durchsickernden Niederschlagsabflüssen füllen. Mit dieser Schicht wird auf den Dachflächen ein Speichervolumen geschaffen, welches eine Reduktion des Niederschlagsabflusses um rund 90 Prozent ermöglicht.

6.4 Versickerungsanlagen

Muldenversickerung

Bei der Muldenversickerung wird das gesammelte Niederschlagswasser über flache Gräben oder Rinnen den Versickerungsmulden zugeleitet. Das Wasser verdunstet teilweise und versickert durch die belebte Bodenzone der Mulden und wird dabei gereinigt. Der Flächenbedarf dezentraler beziehungsweise semizentraler Mulden liegt in der Regel bei zirka zehn Prozent der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche. Die maximale Einstauhöhe der Mulden sollte 30 Zentimeter nicht überschreiten.

Sollen Schäden an der Gründedecke vermieden werden, ist eine maximale Einstaudauer von 24 Stunden nicht zu überschreiten, beziehungsweise ist die Auswahl der Bepflanzung auf den längeren Einstau abzustimmen. Die Versickerungsmulden füllen sich nur bei ergiebigen Niederschlagsereignissen und entleeren sich in der Regel innerhalb weniger Stunden. Sie können daher wie andere Grünflächen genutzt werden.

Aufgrund der offenen oder oberflächennahen Zuleitung des Niederschlagswassers in den Versickerungsmulden ist eine frühzeitige und detaillierte Abstimmung bei der Hochbau- und Erschließungsplanung erforderlich.

Die Pflege der Mulden beläuft sich auf eine regelmäßige Mahd des Bewuchses und das Freihalten der Fläche von Laub und Unrat. Nach hoher mechanischer Beanspruchung kann eine Auflockerung des Untergrundes notwendig werden.

Der Muldenboden wird horizontal ohne Gefälle durch einen mindestens 30 Zentimeter mächtigen und gut durchlässigen Oberboden (mindestens $k_f = 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) hergestellt. Den Abschluss bildet ein Rollrasen, der schneller zu einer geschlossenen Vegetationsdecke führt, als eine Spritzbegrünung oder eine Rasenansaat.

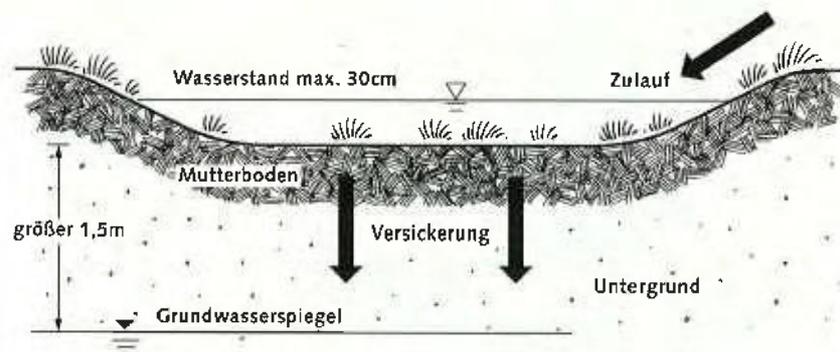


Abbildung 8: Versickerungsmulde

Mulden-Rigolen-System

Das Mulden-Rigolen-Element besteht aus einer begrünten Mulde mit darunter liegender Rigole.

Als Material für die Rigole kann Kies oder Schotter in grober Körnung oder speziell entwickelte Kunststoffkörper eingesetzt werden.

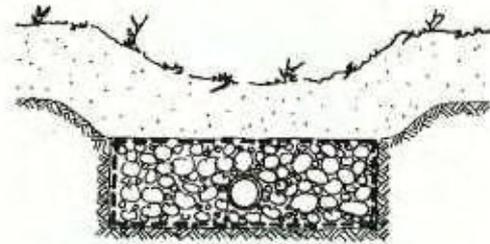


Abbildung 9: Mulden-Rigolen-System

Der Niederschlagsabfluss der angeschlossenen Flächen sickert durch ein Muldenbett mit einer Dicke von mindestens 30 Zentimeter in die Rigole.

Durch den spezifisch großen ober- und unterirdischen Speicherraum (Mulde und Rigole) sind Mulden-Rigolen-Elemente auch bei geringen Wasserdurchlässigkeiten von bis zu $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ einsetzbar.

Die Reinigung des Oberflächenwassers erfolgt durch Anlagerungsprozesse entlang des Sickerweges in der belebten Bodenzone (Dicke mindestens 30 Zentimeter).

Eine Entlastungsmöglichkeit der Mulden durch einen Überlauf zwischen Mulde und Rigole wird empfohlen. Sie ist unabdingbar, wenn für die Mulde eine geringere Überlaufhäufigkeit (z.B. $n = 1 \text{ 1/a}$) als für das gesamte Mulden-Rigolen-Element gewählt wird. Durch die Bemessung der Mulden auf $n = 1 \text{ 1/a}$ und die Anordnung des Überlaufes kann ein Teil des erforderlichen Speichervolumens in den Untergrund verlagert werden. Auf diese Weise kann der oberflächennahe Flächenbedarf erheblich reduziert werden.

Um grobe Verunreinigungen wie Laub und erodierten Boden zurückzuhalten, ist der Rigole ein Absetzschacht vorzuschalten.

Das Mulden-Rigolen-System ist eine Alternative zur reinen Muldenversickerung bei beengten Platzverhältnissen.

Versickerungsrigole

Wenn auf dem Grundstück keine oder nur geringen Flächen zur Realisierung von Versickerungsmulden vorhanden sind, können die Niederschlagsabflüsse über unterirdische Rigolen versickert werden.

Die Versickerungsrigole besteht aus einem unter der Erdoberfläche liegenden Hohlkörper, welcher unter Geh-, Fahr- und Stellplatzflächen angeordnet werden kann. Eine Bepflanzung hingegen ist nur mit Gräsern und Stauden empfehlenswert. Zu berücksichtigen sind entsprechende Wartungs- und Revisionsmöglichkeiten sowie der erforderliche Mindestabstand von 1,0 Meter der Anlagensohle zum mittleren hohen Grundwasserhorizont.

Als Material für die Rigole kann Kies oder Schotter in grober Körnung oder speziell entwickelte Kunststoffkörper eingesetzt werden.

Der Niederschlagsabfluss der angeschlossenen Fläche wird über Rohrleitungen in die Rigole geleitet.

Der Rigole vorgeschaltet ist ein Filter- oder Absetzschacht, um grobe Verunreinigungen wie Laub zurückzuhalten. Die Wirkung von Filter- und Sedimentationsanlagen können unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen im Plangebiet direkt mit dem Regelwerk DWA M-153 [U 9] bestimmt werden.

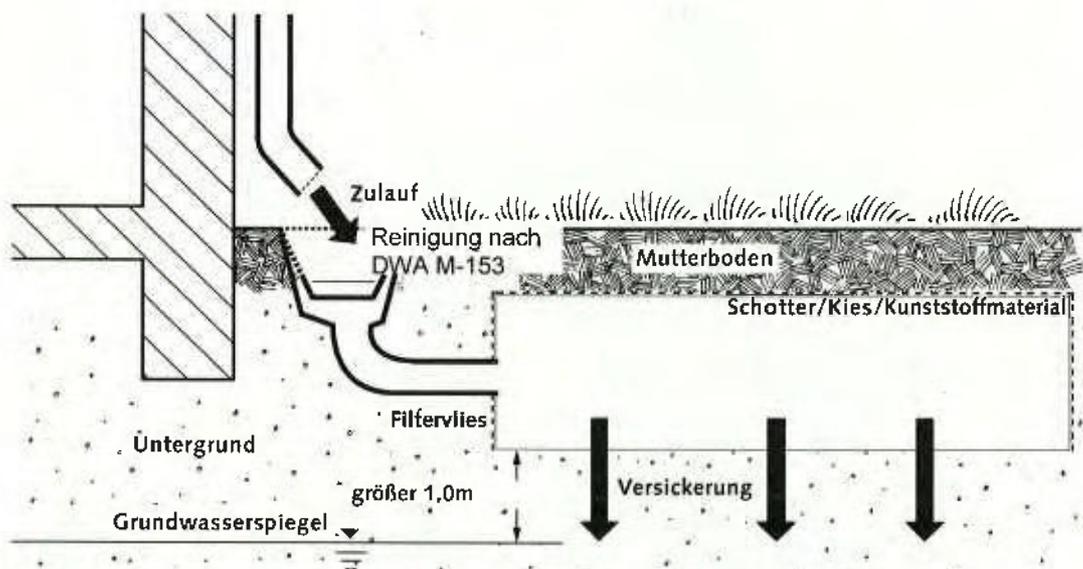


Abbildung 10: Systemschnitt Rigolenversickerung

7 Beispielhafte Bemessung von Versickerungsanlagen

Grundsätzlich muss sich die Entwässerungssituation auf dem Plangebiet an den geplanten Nutzungen des Gebietes orientieren, welche wiederum durch Festsetzungen reglementiert werden.

Exemplarisch wurde der erforderliche Flächenbedarf für die Versickerungsanlagen auf der Grundlage des DWA Arbeitsblattes A138 [U 8] unter Berücksichtigung der geplanten Nutzung [U 3] und der vorhandenen Bodenkennwerte [U 4] ermittelt. Als Bemessungssicherheit wurde eine Überstauhäufigkeit von „1 mal in 5 Jahren“ angesetzt (siehe **Anlage 2.2**).

Die Niederschlagsabflüsse der Gehwege, Platzflächen und Besucherattraktionen werden in dezentrale Rigolen versickert (siehe **Anlage 1**). Für die Berechnung wurde das Gebiet, unabhängig von der Lage der zukünftigen Baufelder, anhand der vorhandenen Topografie in 5 Teileinzugsgebiete unterteilt.

Aufgrund der Durchlässigkeitsbeiwerte in der Deckschicht im Bereich von 1×10^{-8} m/s und des für eine Versickerung bessere geeigneten Wertes von 7×10^{-6} m/s im Bereich des Hangschutts (sandig, schluffiger Kies) [U 4] wurde die Versickerung für das Gebiet ausschließlich über Rigolen nachgewiesen.

Bei der beispielhaften Vordimensionierung der Anlagen wurde davon ausgegangen, dass die Versickerungsrigole im Bereich der wasserdurchlässigen Schicht (Hangschutt) mit einem k_f -Wert von 7×10^{-6} m/s [U 4] verortet werden kann.

Im Rahmen der Ausführungsplanung ist der Durchlässigkeitsbeiwert an Stelle der geplanten Versickerungsanlage vor Ort zu überprüfen. Es ist bei der Ausführung sicherzustellen, dass die wasserdurchlässige Hangschutt-Schicht von der Rigole erschlossen wird.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind tabellarisch in der **Anlage 2.2** dargestellt. Die zugrunde gelegten Flächendaten für das Einzugsgebiet der Versickerungsanlagen sowie die Anordnung der dezentralen Versickerungsanlagen im Planungsgebiet sind im Lageplan zum Regenwasserkonzept dargestellt (**Anlage 1**).

Es wird nachgewiesen, dass eine vollständige entwässerungstechnische Versickerung des Regenwassers auf dem Baufeld unter den vorgestellten Randbedingungen möglich ist.

Die im Rahmen dieser Untersuchung vorgenommenen Vorbemessungen dienen ausschließlich zum Nachweis einer ausreichenden Flächenverfügbarkeit und ersetzen nicht erforderliche Nachweise in nachfolgenden konkreten Planungsphasen.

8 Qualitative Anforderungen an die Regenwasserbewirtschaftung

Die Realisierbarkeit von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagsabflüssen ist wesentlich vom potenziellen Verschmutzungsgrad des Wassers, der Reinigungswirkung der ungesättigten Bodenzone und der gewählten vorgeschalteten Behandlungsmaßnahmen abhängig.

Die Reinigungswirkung des Bodens ist umso größer, je länger die Aufenthaltszeit in der ungesättigten Zone ist. Abhängig ist diese Aufenthaltszeit somit von der Mächtigkeit und der Wasserdurchlässigkeit der ungesättigten Zone.

Die qualitative Bewertung des Niederschlagsabflusses erfolgt nach dem DWA Merkblatt M 153 [U 9]. Hierin werden die Niederschlagsabflüsse entsprechend ihres Verschmutzungsgrades und der gewählten Reinigungsmaßnahmen in Abhängigkeit der Sensitivität des Gewässers in einem Algorithmus genauer bewertet.

Bewertungsmatrix:

- Einstufung der Einleitstelle:
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten
nach Tabelle 1a: **G12** → 10 Gewässerpunkte
- Abflussbelastung:
 - Einflüsse aus der Luft nach Tabelle 2:
Siedlungsbereiche mit mittlerem Verkehrsaufkommen (L2)
 - Einflüsse aus der Fläche nach Tabelle 3:
Dachflächen, Platzflächen und Fußwege (F2)

↳ Behandlungsmaßnahme nach Tabelle 4c „Mindestanforderung“:

Nach qualitativer Bewertung der Niederschlagsabflüsse gemäß DWA Merkblatt 153 ist für die Einleitung des Niederschlagsabflusses der befestigten Flächen keine Regenwasserbehandlung erforderlich (siehe **Anlage 2.3**). Um grobe Verunreinigungen wie Laub und erodierten Boden vor der Versickerungsanlage zurückzuhalten, ist den empfohlenen Rigolen ein Absetzschacht vorzuschalten. Die vorhandene Reinigungsleistung durch die Bodenpassage unter den Rigolen wurde im Rahmen der Bearbeitung nicht berücksichtigt.

Fazit:

Die nach den messbaren Kriterien gemäß dem ATV-DVWK Merkblatt M153 [U 9] vorgenommenen Nachweise zum qualitativen Grundwasserschutz belegen die Eignung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung unter den im Plangebiet vorliegenden Randbedingungen (siehe **Anlage 2.3**).

9 Administrative Sicherung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Wasserkonzeptes

Folgende Festsetzungen bzw. Hinweise sollten zur Sicherung der Belange des Regenwasserkonzeptes in den Bebauungsplan aufgenommen werden:

- Zeichnerische Festsetzungen

Flächen für die Versickerung von Niederschlagswasser (§ 9 Absatz 1 Nr. 14 BauGB)

Die im Lageplan (**Anlage 1**) zur Rigolenversickerung gekennzeichneten Flächen sind als „Flächen für die Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser“ gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 14 in Verbindung mit Nr. 20 BauGB festzusetzen. Im Bereich dieser Flächen sind Versickerungsmaßnahmen für die Einleitung des anfallenden Niederschlagsabflusses des Plangebietes vorgesehen.

Alternativ können die Versickerungsanlagen auch textlich festgesetzt werden.

- Textliche Festsetzungen

Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§ 9 Absatz 1, Nr. 20 BauGB)

Oberflächenbefestigung

Wege, Zufahrten, Stellplatzflächen und sonstige befestigte Grundstücksfreiflächen sind mit wasser-durchlässigen Materialien herzustellen. Als wasser-durchlässig im Sinn dieser Festsetzung werden alle Oberflächenbefestigungen mit einem mittleren Abflussbeiwert von max. 0,5 nach DWA-A 138 in Verbindung mit DWA-A 117 und DWA-M 153 (Bezug: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef) angesehen. Auf eine wasser-durchlässige Befestigung kann verzichtet werden, wenn die breitflächige Versickerung in den Seitenflächen gewährleistet werden kann.

Dies gilt nur soweit keine Gefährdung der Schutzgüter Boden und Grundwasser zu erwarten ist.

- Hinweise**Wasserrechtliche Regelungen**

Gemäß § 55 Absatz 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und den landesrechtlichen Vorgaben soll der Niederschlagsabfluss ortsnah versickert, verrieselt, oder direkt oder über eine Kanalisation ohne Vermischung mit Schmutzwasser in ein Gewässer eingeleitet werden, soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen.

Für Flächen mit baulicher Nutzung ist im vorliegenden Fall das Niederschlagswasser zu versickern.

10 Zusammenfassung

Auf der Grundlage des bestehenden Entwurfs zum Bebauungsplan für das Erweiterungsgebiet des Taunus Wunderlandes wurde ein Regenwasserbewirtschaftungskonzept für das Plangebiet erstellt.

Das Plangebiet hat insgesamt eine Flächengröße von rund 3,8 Hektar.

Das städtebauliche Konzept sieht im Wesentlichen eine zukünftige Nutzung der Fläche als Sondergebiet für einen Freizeitpark vor. Die Bebauung soll sukzessive entwickelt werden.

Das Plangebiet liegt außerhalb von Wasserschutzzonen. Der Grundwasserflurabstand konnte im Rahmen der Bodenuntersuchungen nicht festgestellt werden. Es wird erwartet, dass das Grundwasser in größerer Tiefe in Form von Kluftgrundwasser vorliegt [U 4].

Die Versickerungsfähigkeit des Baugrundes wurde mit Hilfe von Versickerungsversuchen im Bohrloch untersucht. Es wurde ermittelt, dass nur die Bodenschicht Hydrodata als Hangschutt bezeichnet wurde im Mittel eine Durchlässigkeit von 7×10^{-6} m/s aufweist. Für die entwässerungstechnische Versickerung von Niederschlagswasser gelten nach dem DWA Arbeitsblatt A138 Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s als geeignet [U 8].

Die Niederschlagsabflüsse der befestigten Flächen wie Gehwege, Platzflächen und Besucherattraktionen werden über ein oberflächennahes Ableitungssystem abgeführt und in dezentralen Rigolen versickert.

Damit die Abflussmengen von den befestigten Flächen so weit wie möglich reduziert werden, wird empfohlen untergeordnete Flächen wie Gehwege und Stellplätze wasserdurchlässig zu befestigen und das anfallende Regenwasser in den angrenzenden Grünflächen zu versickern.

Auf der Basis des geplanten städtebaulichen Nutzungskonzeptes in Verbindung mit der vorhandenen topografischen Situation des Geländeverlaufs und den Bodenverhältnissen ist eine vollständige Versickerung des gesamten Niederschlagsabflusses nach derzeitiger Einschätzung technisch realisierbar.

Darüber hinaus können die Versickerungsanlagen mit weiteren Elementen der Regenwasserbewirtschaftung, wie zum Beispiel einer Dachbegrünung oder auch einer Regenwassernutzungsanlage kombiniert werden.

Die Realisierbarkeit der empfohlenen Versickerungsanlagen unter Berücksichtigung der städtebaulichen Nutzung wurde für das gesamte Plangebiet nachgewiesen.

Bei einer Umsetzung der im Regenwasserkonzept empfohlenen Maßnahmen werden die Niederschlagsabflüsse vollständig vor Ort dem Wasserkreislauf über Verdunstung beziehungsweise Versickerung zugeführt und somit eine weitergehende Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt erreicht.

Darmstadt, den 09. Dezember 2016



Dipl.-Ing. Martin Bullermann



Christiane Vorhof, M.Sc.

Anlagen

- Anlage 1 Lageplan Flächen für Versickerungsanlagen
- Anlage 2 Datengrundlagen und Berechnungen
 - Anlage 2.1 Niederschlagsdaten nach KOSTRA
 - Anlage 2.2 Bemessung Versickerung nach DWA Arbeitsblatt A 138
 - Anlage 2.3 Qualitativer Nachweis der Regenwasserbehandlungsmaßnahmen gemäß DWA Merkblatt M 153

Anlage 1

Lageplan

Flächen für Versickerungsanlagen

Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung
Elemente zur oberflächennahen Ableitung
Beispiele Mulden



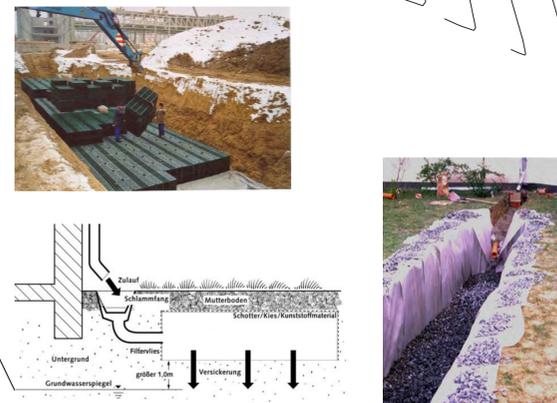
Beispiele Rinnen



Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung
Elemente zur Versickerung
Beispiele wasserdurchlässige Befestigung



Beispiele Rigole



Zeichenerklärung:

- Grenze des Geltungsbereichs
- Abgrenzungsbereich unterschiedlicher Nutzungen
- Sonstiges Sondergebiet (freizeitpark)
- private Verkehrsfläche besonderer Zweckbestimmung: - Rettungs- und Erschließungswege
- private Grünflächen
- Sichtschutzwand
- Wald / Zweckbestimmung Schutzwald
- Höhenlinien

Entwässerung

- exemplarische Einzugsgebiete zur hydraulischen Bemessung der Versickerungsanlage, basierend auf der Topographie des Geländes
- Rigolenversickerung (schematisch)
Erforderliche Mindestfläche bei einer Höhe des Rigolenkörpers von 1m.
Der erforderliche Flächenbedarf kann sich in Abhängigkeit der Örtlichkeit (Tiefenlage Zuleitung, ungünstige Bodenverhältnisse) vergrößern.

Plangrundlage:
-B-Plan Entwurf: Herrchen & Schmitt, Stand September 2016

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH

Ingenieure und Umweltplaner

Bebauungsplan Erweiterung "Taunus Wunderland"

Regenwasserkonzept

Lageplan
Flächen für Versickerungsanlage

Anlage 1

ZEICHNUNGSNR.
063101

MASSSTAB
1:500

BEARBEITET Vorhof	GEZEICHNET Richert	GEPRÜFT Bullermann	PROJEKT NR. 1660201	ERSTELLT November 2016	BEARBEITUNGSSTAND 28.11.2016
----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------------

TAUNUS WUNDERLAND
HAUS ZUR SCHANZE 1
65388 SCHLANGENBAD

UMWELTPLANUNG BULLERMANN SCHNEBLE GmbH
HAVELSSTRASSE 7A, D-64295 DARMSTADT
TELEFON:06151/9758-0 TELEFAX:06151/9758-30



Anlage 2

Datengrundlagen und Berechnungen

Anlage 2.1

Niederschlagsdaten nach KOSTRA



Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010

Rasterfeld : Spalte: 19, Zeile: 67,
 Ortsname : Schlangenbad (HE)
 Bemerkung :
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	hN 1 a	rN 1 a	hN 2 a	rN 2 a	hN 5 a	rN 5 a	hN 10 a	rN 10 a	hN 20 a	rN 20 a	hN 30 a	rN 30 a	hN 50 a	rN 50 a	hN 100 a	rN 100 a
5 min	4,5	148,6	6,1	204,4	8,3	278,2	10,0	334,0	11,7	388,8	12,7	422,5	13,9	483,6	15,6	518,5
10 min	7,3	121,5	9,5	159,0	12,5	208,5	14,8	246,0	17,0	283,5	18,3	305,4	20,0	333,0	22,2	370,5
15 min	9,2	102,8	11,9	132,5	15,5	171,7	18,1	201,4	20,8	231,1	22,4	248,4	24,3	270,3	27,0	300,0
20 min	10,7	89,1	13,7	114,2	17,7	147,5	20,7	172,6	23,7	197,8	25,5	212,5	27,7	231,1	30,7	256,2
30 min	12,7	70,3	16,2	90,2	21,0	116,6	24,6	136,5	28,2	156,4	30,3	168,1	32,9	182,8	36,5	202,7
45 min	14,4	53,4	18,7	69,2	24,3	90,1	28,6	105,8	32,8	121,6	35,3	130,9	38,5	142,5	42,7	158,3
60 min	15,5	43,1	20,3	56,4	26,7	74,1	31,5	87,5	36,3	100,9	39,1	108,7	42,7	118,6	47,5	131,9
90 min	17,3	32,0	22,4	41,4	29,1	53,9	34,2	63,3	39,3	72,7	42,2	78,2	46,0	85,2	51,1	94,6
2 h	18,6	25,9	23,9	33,2	30,9	43,0	36,2	50,3	41,5	57,7	44,6	62,0	48,5	67,4	53,8	74,8
3 h	20,8	19,2	26,4	24,4	33,8	31,3	39,4	36,4	45,0	41,6	48,2	44,7	52,4	48,5	58,0	53,7
4 h	22,4	15,6	28,2	19,6	35,9	25,0	41,8	29,0	47,6	33,0	51,0	35,4	55,3	38,4	61,1	42,4
6 h	25,0	11,6	31,1	14,4	39,3	18,2	45,4	21,0	51,6	23,9	55,2	25,5	59,7	27,6	65,9	30,5
9 h	27,8	8,6	34,3	10,6	42,9	13,2	48,4	15,3	55,9	17,3	59,7	18,4	64,5	19,9	71,1	21,9
12 h	30,0	6,9	36,8	8,5	45,7	10,6	52,5	12,2	59,3	13,7	63,2	14,6	68,2	15,8	75,0	17,4
18 h	34,8	5,4	42,5	6,6	52,7	8,1	60,4	9,3	68,1	10,5	72,6	11,2	78,3	12,1	86,0	13,3
24 h	38,6	4,5	47,0	5,4	58,0	6,7	66,4	7,7	74,8	8,7	79,7	9,2	85,8	9,9	94,2	10,9
48 h	49,6	2,9	59,6	3,4	72,8	4,2	82,8	4,8	92,7	5,4	98,6	5,7	105,9	6,1	115,9	6,7
72 h	57,5	2,2	68,4	2,6	82,8	3,2	93,8	3,6	104,7	4,0	111,0	4,3	119,1	4,6	130,0	5,0

Legende

- T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- hN Niederschlagshöhe in [mm]
- rN Niederschlagsspende in [l/(s*ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenfaktoren verwendet:

Wiederkehrintervall	15 min	60 min	12 h	72 h
1 a	0,50	0,50	0,50	0,50
100 a	0,50	0,50	0,50	0,50

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag von ±10%,
- bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag von ±15%,
- bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag von ±20%

Berücksichtigung finden.



Anlage 2.2

Bemessung der Versickerung nach DWA Arbeitsblatt A 138

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0	2.768	0,80	2.215
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	2.768
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	2.215
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,80

Bemerkungen:

Randbedingungen Rigole 1:

Ages = ca. 4614 m²

GRZ = 0,6 inkl. zulässiger Nebenanlagen

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:

Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:

Rigole 1

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	2.768
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,80
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	2.215
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	7,0E-06
Höhe der Rigole	h_R	m	1,0
Breite der Rigole	b_R	m	3
Speicherkoefizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,35
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	
Gesamtspeicherkoefizient	s_{RR}	-	0,35
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	
Wasseraustrittsfläche des Dränagerohres	$A_{Austritt}$	cm^2/m	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,15
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m^3	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	18,2
erforderliche Rigolenlänge	L	m	73,9
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	80,0
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m^3	84,0
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m^2	281,5
maßgebender Wasserzufluss	Q_{zu}	l/s	
vorhandene Wasseraustrittsleistung	$Q_{Austritt}$	l/s	

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:
Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:
Rigole 1

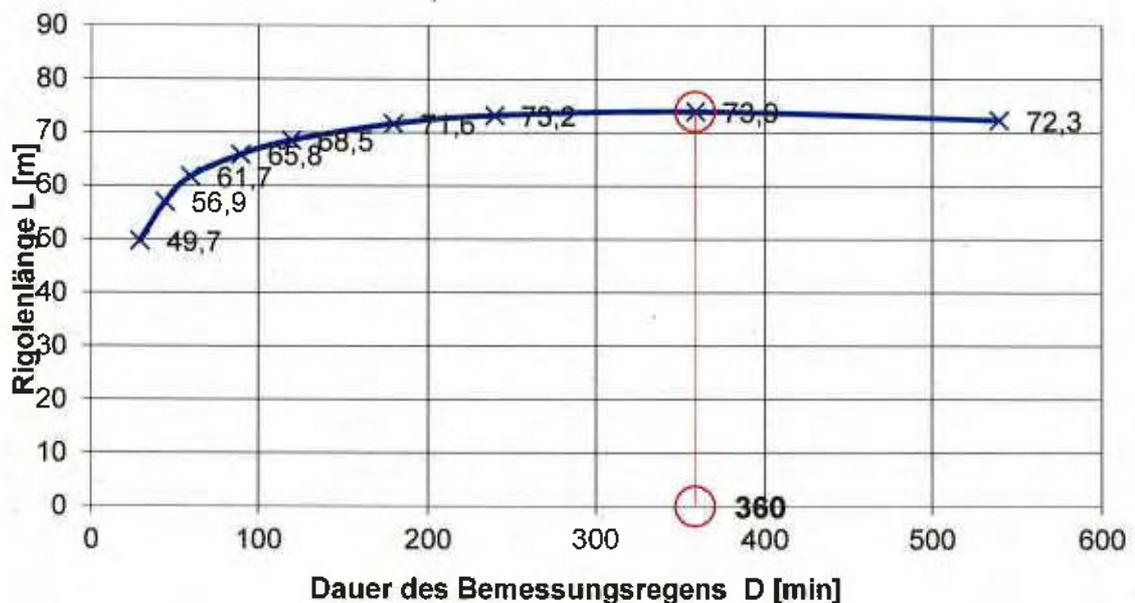
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(m)}$ [l/(s*ha)]
30	116,6
45	90,1
60	74,1
90	53,9
120	43,0
180	31,3
240	25,0
360	18,2
540	13,2

Berechnung:

L [m]
49,7
56,9
61,7
65,8
68,5
71,6
73,2
73,9
72,3

Rigolenversickerung



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0	3.968	0,80	3.174
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	3.968
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	3.174
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,80

Bemerkungen:

Randbedingungen Rigole 2:

Ages = 6613 m²

GRZ = 0,6 inkl. zulässiger Nebenanlagen

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:

Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:

Rigole 2

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	3.968
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,80
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	3.174
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	7,0E-06
Höhe der Rigole	h_R	m	1,0
Breite der Rigole	b_R	m	4
Speicherkoefizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,35
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	
Gesamtspeicherkoefizient	s_{RR}	-	0,35
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	0
Wasseraustrittsfläche des Dränagerohres	$A_{Austritt}$	cm^2/m	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m^3	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	18,2
erforderliche Rigolenlänge	L	m	82,8
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	88,0
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m^3	123,2
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m^2	398,0
maßgebender Wasserzufluss	Q_{zu}	l/s	
vorhandene Wasseraustrittsleistung	$Q_{Austritt}$	l/s	

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:
Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:
Rigole 2

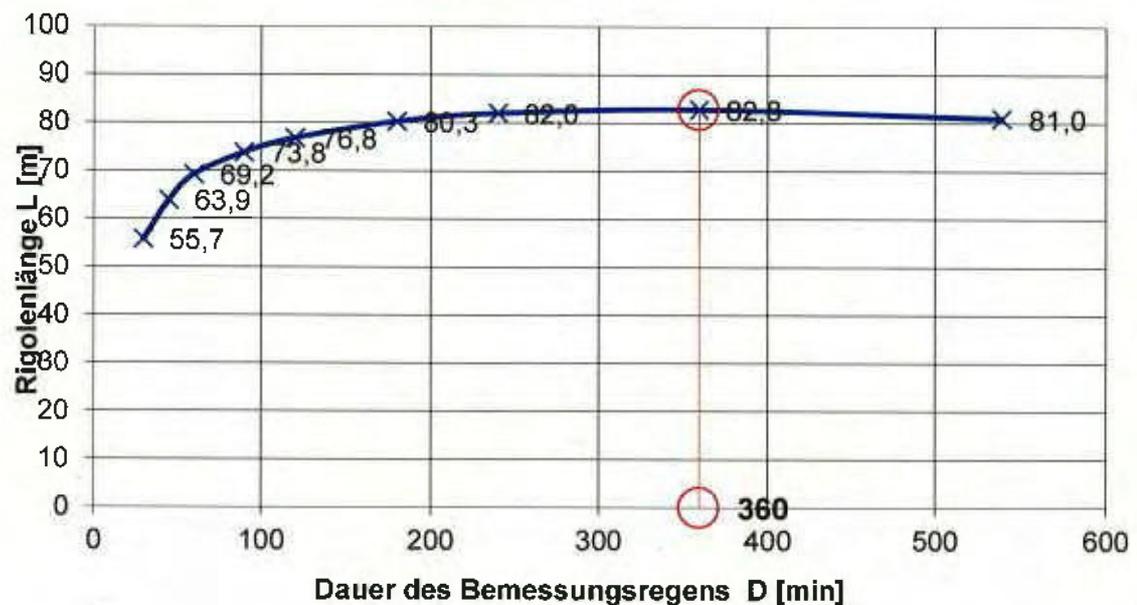
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	116,6
45	90,1
60	74,1
90	53,9
120	43,0
180	31,3
240	25,0
360	18,2
540	13,2

Berechnung:

L [m]
55,7
63,9
69,2
73,8
76,8
80,3
82,0
82,8
81,0

Rigolenversickerung



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0	2.677	0,80	2.142
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	2.677
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	2.142
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,80

Bemerkungen:

Randbedingungen Rigole 3:

Ages = 4462 m²

GRZ = 0,6 inkl. zulässiger Nebenanlagen

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:

Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:

Rigole 3

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	2.677
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,80
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	2.142
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	7,0E-06
Höhe der Rigole	h_R	m	1,0
Breite der Rigole	b_R	m	4
Speicherkoefizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,35
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	
Gesamtspeicherkoefizient	s_{RR}	-	0,35
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	0
Wasseraustrittsfläche des Dränagerohres	$A_{Austritt}$	cm^2/m	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m^3	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	18,2
erforderliche Rigolenlänge	L	m	55,9
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	57,0
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m^3	79,8
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m^2	258,5
maßgebender Wasserzufluss	Q_{zu}	l/s	
vorhandene Wasseraustrittsleistung	$Q_{Austritt}$	l/s	

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:
Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:
Rigole 3

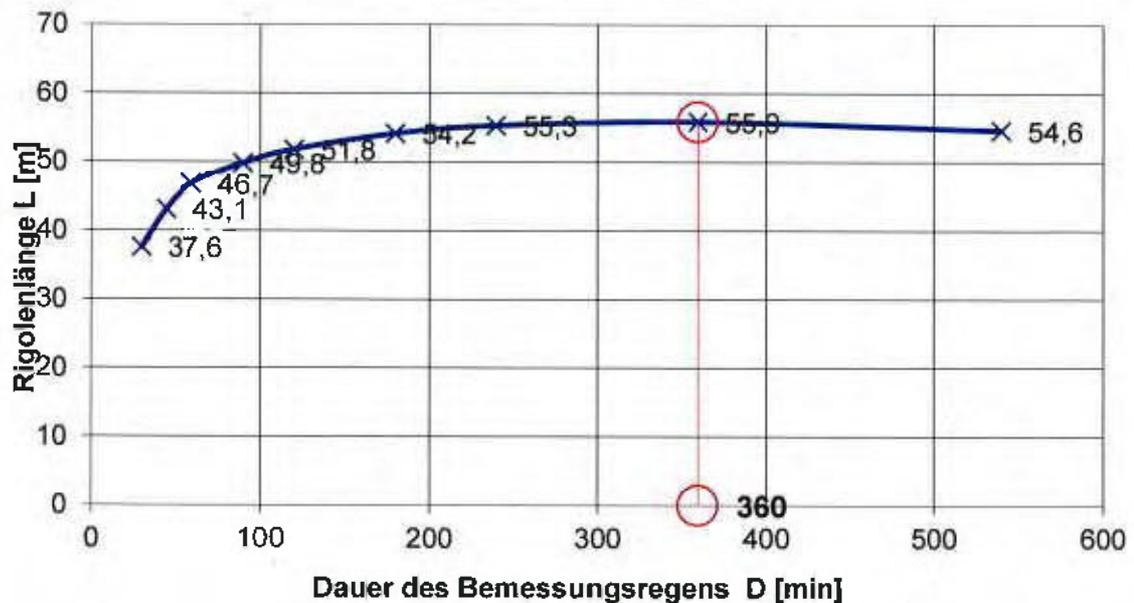
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	116,6
45	90,1
60	74,1
90	53,9
120	43,0
180	31,3
240	25,0
360	18,2
540	13,2

Berechnung:

L [m]
37,6
43,1
46,7
49,8
51,8
54,2
55,3
55,9
54,6

Rigolenversickerung



**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0	5.083	0,80	4.066
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	5.083
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	4.066
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,80

Bemerkungen:

Randbedingungen Rigole 4:

Ages = 8471 m²

GRZ = 0,6 inkl. zulässiger Nebenanlagen

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:

Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:

Rigole 4

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	5.083
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,80
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	4.066
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	7,0E-06
Höhe der Rigole	h_R	m	1,0
Breite der Rigole	b_R	m	4
Speicherkoefizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,35
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	
Gesamtspeicherkoefizient	s_{RR}	-	0,35
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	0
Wasseraustrittsfläche des Dränagerohres	$A_{Austritt}$	cm^2/m	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m^3	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	18,2
erforderliche Rigolenlänge	L	m	106,1
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	112,0
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m^3	156,8
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m^2	506,0
maßgebender Wasserzufluss	Q_{zu}	l/s	
vorhandene Wasseraustrittsleistung	$Q_{Austritt}$	l/s	

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:
Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:
Rigole 4

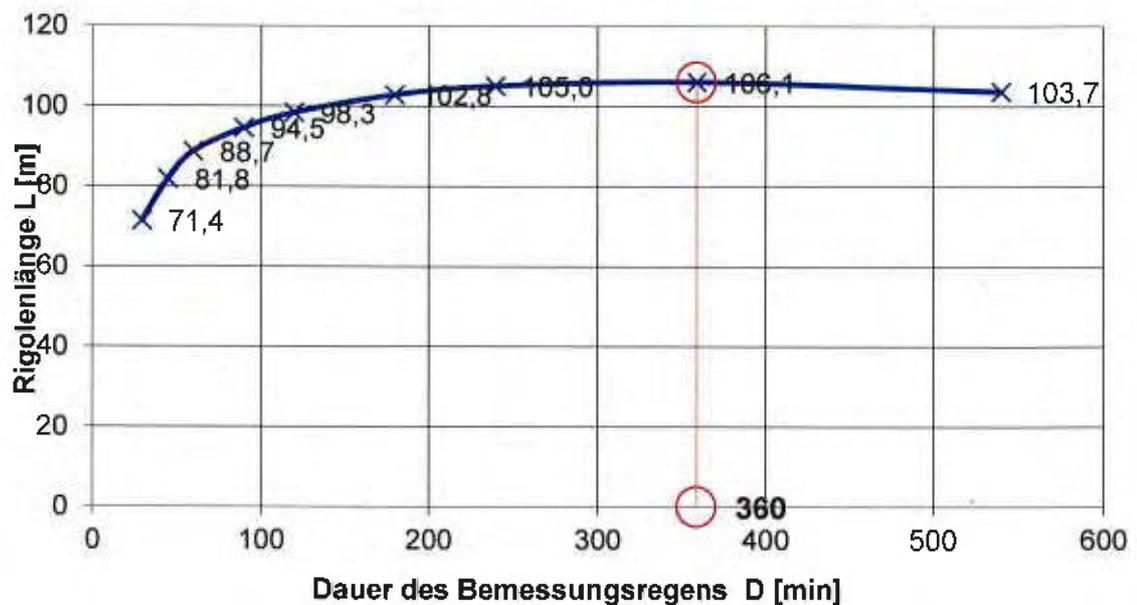
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	116,6
45	90,1
60	74,1
90	53,9
120	43,0
180	31,3
240	25,0
360	18,2
540	13,2

Berechnung:

L [m]
71,4
81,8
88,7
94,5
98,3
102,8
105,0
106,1
103,7

Rigolenversickerung



Bemessungsprogramm ATV-A138.XLS © 2012 - Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH
Engelbosteler Damm 22, 30167 Hannover, Tel.: 0511-97193-0, Fax: 0511-97193-77, www.itwh.de

Lizenznummer: ATV-0390-1062

**Ermittlung der abflusswirksamen Flächen A_u
nach Arbeitsblatt DWA-A 138**

Flächentyp	Art der Befestigung mit empfohlenen mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m	Teilfläche $A_{E,i}$ [m ²]	$\Psi_{m,i}$ gewählt	Teilfläche $A_{u,i}$ [m ²]
Schrägdach	Metall, Glas, Schiefer, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Ziegel, Dachpappe: 0,8 - 1,0	4.904	0,80	3.924
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5%)	Metall, Glas, Faserzement: 0,9 - 1,0			
	Dachpappe: 0,9			
	Kies: 0,7			
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25%)	humusiert <10 cm Aufbau: 0,5			
	humusiert >10 cm Aufbau: 0,3			
Straßen, Wege und Plätze (flach)	Asphalt, fugenloser Beton: 0,9			
	Pflaster mit dichten Fugen: 0,75			
	fester Kiesbelag: 0,6			
	Pflaster mit offenen Fugen: 0,5			
	lockerer Kiesbelag, Schotterrasen: 0,3			
	Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine: 0,25			
	Rasengittersteine: 0,15			
Böschungen, Bankette und Gräben	toniger Boden: 0,5			
	lehmiger Sandboden: 0,4			
	Kies- und Sandboden: 0,3			
Gärten, Wiesen und Kulturland	flaches Gelände: 0,0 - 0,1			
	steiles Gelände: 0,1 - 0,3			

Gesamtfläche Einzugsgebiet A_E [m²]	4.904
Summe undurchlässige Fläche A_u [m²]	3.924
resultierender mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m [-]	0,80

Bemerkungen:

Randbedingungen Rigole 5:

Ages = 8174 m²

GRZ = 0,6 inkl. zulässiger Nebenanlagen

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:

Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:

Rigole 5

Eingabedaten:

$$L = [(A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - Q_{Dr}/1000) - V_{Sch}/(D \cdot 60 \cdot f_z)] / ((b_R \cdot h_R \cdot s_{RR}) / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + h_R/2) \cdot k_f/2)$$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	4.904
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,80
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	3.924
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	7,0E-06
Höhe der Rigole	h_R	m	1,0
Breite der Rigole	b_R	m	4
Speicherkoefizient des Füllmaterials der Rigole	s_R	-	0,35
Außendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_a	mm	
Innendurchmesser Rohr(e) in der Rigole	d_i	mm	
gewählte Anzahl der Rohre in der Rigole	a	-	
Gesamtspeicherkoefizient	s_{RR}	-	0,35
mittlerer Drosselabfluss aus der Rigole	Q_{Dr}	l/s	0
Wasseraustrittsfläche des Dränagerohres	$A_{Austritt}$	cm^2/m	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,2
Zuschlagsfaktor	f_z	-	1,20
anrechenbares Schachtvolumen	V_{Sch}	m^3	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	360
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	18,2
erforderliche Rigolenlänge	L	m	102,4
gewählte Rigolenlänge	L_{gew}	m	110,0
vorhandenes Speichervolumen Rigole	V_R	m^3	154,0
versickerungswirksame Fläche	$A_{S, Rigole}$	m^2	497,0
maßgebender Wasserzufluss	Q_{zu}	l/s	
vorhandene Wasseraustrittsleistung	$Q_{Austritt}$	l/s	

Dimensionierung einer Rigole oder Rohr-Rigole nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH
Havelstraße 7A
64295 Darmstadt

Auftraggeber:
Taunus Wunderland
Haus zur Schanze 1
65388 Schlangenbad

Rigolenversickerung:
Rigole 5

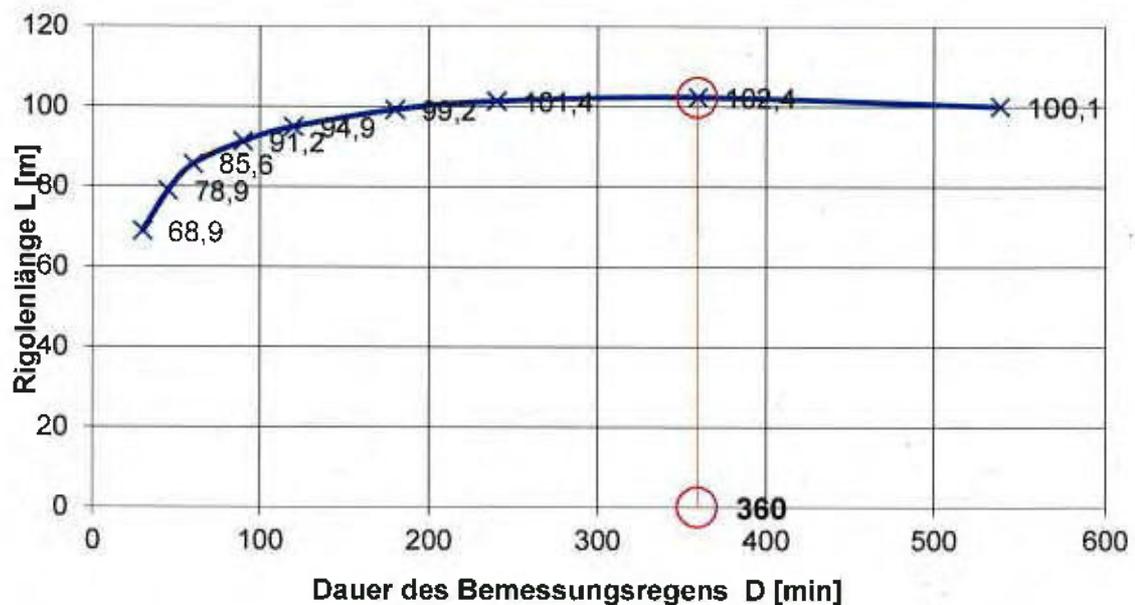
örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	116,6
45	90,1
60	74,1
90	53,9
120	43,0
180	31,3
240	25,0
360	18,2
540	13,2

Berechnung:

L [m]
68,9
78,9
85,6
91,2
94,9
99,2
101,4
102,4
100,1

Rigolenversickerung



Anlage 2.3

**Qualitativer Nachweis der Regenwasserbehandlungsmaßnahmen
gemäß DWA Merkblatt M 153**



Anlage 2

T. Gottwald

Von: Christiane Vorhof <c.vorhof@umweltplanung-gmbh.de>
Gesendet: Montag, 29. Mai 2017 13:40
An: t.gottwald@herrchen-schmitt.de; o.raskop@herrchen-schmitt.de
Cc: michael.jaeger
Betreff: AW: Tanus Wunderland, Rigolenversickerung

Sehr geehrter Herr Gottwald,

die erforderliche Rigolengrundfläche für das betrachtete Gesamtgebiet beträgt rund 1610 m² unter Voraussetzung der folgenden Randbedingungen:

- * Kiesrigole
- * Speicherkoeffizient: 0,35
- * Höhe des Rigolenkörpers: 1m
- * Boden mit Durchlässigkeitsbeiwert 7×10^{-6} m/s im Bereich der Rigolengrundfläche
- * Gewählte Regenhäufigkeit 1mal in 5 Jahren

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Christiane Vorhof

M. Sc. Umwelting.

Tel. : 06151 9758-15

Fax : 06151 9758-30

Email: c.vorhof@umweltplanung-gmbh.de <mailto:c.vorhof@umweltplanung-gmbh.de>

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH

Havelstraße 7A