

**Stadt Grevenbroich
Am Markt 2
41515 Grevenbroich**

**BV Erschließung Baugebiet W 46
Langwadener Straße
Durchführung von Versickerungsversuchen**

15.09.2016

**DR. TILLMANNS & PARTNER GMBH
Kopernikusstr. 5 • 50126 Bergheim
Tel.: 02271/801-0 • Fax: 02271/801-108**

MAPPENINHALT

1 Erläuterungsbericht		
2 Übersichtskarte M 1:25.000	Anlage	1
3 Lageplan M 1:1.000 mit Darstellung der Sondierergebnisse M 1:100	Anlage	2
4 Schichtenverzeichnisse zu den Kleinrammbohrungen	Anlage	3
5 Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte gemäß USBR Earth Manual	Anlage	4
6 Bemessung von Versickerungseinrichtungen	Anlage	5

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines und Veranlassung	4
2. Aufgabenstellung und Untersuchungsgang	4
3. Geologisch-hydrogeologische Situation	5
4. Untergrundverhältnisse.....	7
4.1 Kleinrammbohrungen	7
4.2 Sickerversuche (SV).....	8
5. Bemessung von Versickerungsbauwerken	9

**BV Erschließung Baugebiet W 46
Langwadener Straße
Durchführung von Versickerungsversuchen**

1. Allgemeines und Veranlassung

Die Stadt Grevenbroich beabsichtigt, den seit 2008 rechtskräftigen B-Plan W 46 an die gestiegene Nachfrage auf dem Wohnungsmarkt anzupassen.

Bei der Aufstellung des B-Plans wurde ein Entwässerungsgutachten erstellt, das drei Entwässerungsvarianten enthielt. Die zweite Variante sah vor, das Schmutzwasser über ein Pumpwerk in den Kanal der Langwadener Straße abzuleiten und das Niederschlagswasser über ein Versickerungsbecken im Nordwesten des Plangebietes in den Untergrund zu leiten.

Das Entwässerungsgutachten wurde seinerzeit von dem Ingenieurbüro Achten und Jansen GmbH in Aachen erstellt. Im Gutachten wurde empfohlen, vor weitergehenden Planungen mittels gezielter Bodenuntersuchungen im geplanten Versickerungsbereich zu prüfen, ob in diesem Areal wasserundurchlässige Bodenschichten vorhanden sind, die ggf. zu einer Vernässung von Böden im Bereich der westlich anschließenden Wohnbebauung führen können.

Die Stadt Grevenbroich beauftragte das Ingenieurbüro Dr. Tillmanns & Partner GmbH in 50126 Bergheim mit Schreiben vom 27.06.2016 mit den zur Klärung der Fragestellung erforderlichen Geländeuntersuchungen sowie mit der Auswertung der Geländebefunde und einer Vorbemessung eines Versickerungsbauwerkes. Grundlage der Beauftragung war das Angebot vom 04.05.2016.

Die Lage des engeren Untersuchungsgebietes zeigen die Übersichtskarte und der Lageplan (Anlagen 1 und 2).

2. Aufgabenstellung und Untersuchungsgang

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde der folgende Aufgaben- und Leistungsumfang für den Unterzeichner festgelegt:

- Erkundung der Untergrundverhältnisse mittels Kleinrammbohrungen gemäß DIN EN ISO 22475-1;
- Durchführung von Sickerversuchen gemäß USBR Earth Manual;
- Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte $k_{f,u}$ gemäß USBR Earth Manual;
- Beispielhafte Bemessung von Versickerungsanlagen gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 auf der Grundlage der vorliegenden Daten;
- Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens;
- Erstellung des Gutachtens in 5-facher Ausfertigung einschl. digitaler Version.

Die zur Erkundung der Untergrundverhältnisse und zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte erforderlichen Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 5 gemäß DIN EN ISO 22475 wurden am 28.07.2016 im B-Plan-Bereich abgeteuft. Die Kleinrammbohrungen wurden durchgehend je m und bei jedem Schichtwechsel beprobt. Die Vermessung der Bohransatzpunkte nach Lage erfolgte vor Beginn der Sondierarbeiten. Auf eine Vermessung nach Höhe wurde verzichtet.

In den Kleinrammbohrungen wurde am 28.07.2016 je ein Sickerversuch nach USBR Earth Manual durchgeführt.

Die Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte gemäß USBR Earth Manual erfolgte im August 2016 rechnergestützt.

Die beispielhafte Dimensionierung der Versickerungsanlagen wurde gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 im September 2016 durchgeführt.

3. Geologisch-hydrogeologische Situation

Zur Beschreibung der geologisch-hydrogeologischen Situation wurden nachfolgende Unterlagen eingesehen und ausgewertet:

- Geologische Karte M 1:25.000, Blatt 4805 Korschenbroich von 1912;

- Hydrologische Grundriss- und Profilkarte M 1:25.000, Blatt 4805 Korschbroich von 1984;
- Grundwasserhöhengleichenkarte (Doppelkarte) M 1:50.000, Blatt L 4902/04 Erkelenz/Mönchengladbach zum Stand 10/63;
- Grundwasserhöhengleichenkarte M 1:50.000, Blatt L 4904 Mönchengladbach zu den Ständen 10/73 und 04/88;
- Wasserschutzzonenkarten des Kreises Neuss von 1991 und 1993 mit Grundwassergleichen zu den Ständen 10/90 und 10/92;
- Informationen der Internetseite der Bezirksregierung Köln zum Stand September 2016 zu Wasserschutzgebieten sowie
- die Ergebnisse der versickerungstechnischen Untersuchungen.

Den Kartenauswertungen zufolge wird der anthropogen ungestörte Untergrund im engeren und weiteren Untersuchungsgebiet von ca. 1-2 m mächtigen holozänen Hochflutlehen der Erft gebildet.

Im Liegenden folgen die sandig-kiesigen Schichten der pleistozänen Niederterrasse von Rhein und Erft in einer Mächtigkeit von etwa 10 m. Den tieferen Untergrund stellen erdgeschichtlich wesentlich ältere tertiäre Sande mit Ton- und Braunkohleeinschaltungen dar.

Im überplanten Bereich bilden die Sedimente der Niederterrasse den Grundwasserleiter für das Obere freie Grundwasserstockwerk. Die Grundwasserfließrichtung war bis etwa 1980 in nördliche Richtungen auf den Hauptvorfluter Rhein hin ausgerichtet. Seit der Grundwasserabsenkung durch den Tagebau Garzweiler bzw. Frimmersdorf strömt das Grundwasser in südlicher Richtung zu den Entnahmegalerien der Rheinbraun AG.

Die aus den eingesehenen Karten ermittelten Grundwasserstände sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt.

Stand	GW-Stand (m ü. NN)
10/55	~ 46,0
10/63	~ 45,5
10/73	~ 44,0
04/88	~ 41,5

10/90	~ 42,0
10/92	~ 41,0

Die Zusammenstellung verdeutlicht, dass im überplanten Bereich derzeit auf Grund der Grundwasserabsenkung ein Grundwasserstand um 40 m ü. NN zu erwarten ist. Bei einer mittleren Geländehöhe um 52,5 m ü. NN ist entsprechend mit Grundwasserflurabständen von > 10 m zu rechnen. Legt man den ursprünglichen Grundwasserstand von ca. 46 m ü. NN zu Grunde, beträgt der Flurabstand nach Wiederanstieg des Grundwassers ca. 7,5 m, so dass ein ausreichender Abstand zur Sohle eines Versickerungsbauwerkes in jedem Fall gewährleistet ist.

Der überplante Bereich liegt in keiner Wasserschutzzone.

4. Untergrundverhältnisse

4.1 Kleinrammbohrungen

Die zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im geplanten Baufeld abgeteuf-ten Kleinrammbohrungen RKS 1 bis RKS 5 wurden bis in Tiefen von 2 m (RKS 4), 3 m (RKS 2, RKS 3, RKS 5) bzw. 4 m (RKS 1) unter GOK niedergebracht.

Die Kleinrammbohrungen wurden bei jedem Schichtwechsel, mindestens nach jedem Bohrmeter durch einen Diplom-Geologen beprobt. Die Befunde der RKS sind in Form von Schichtenverzeichnissen (Anlage 3) dokumentiert und im Lageplan (Anlage 2) zur Orientierung als Bohrprofile nach DIN 4023 dargestellt.

In allen RKS wurden zunächst humose, feinsandige und schwach kiesige Schluffe in einer Stärke von 0,3-0,4 m angetroffen, die als Mutterboden einzustufen sind. Zum Untersuchungszeitpunkt war der Mutterboden erdfeucht und von steifer Konsistenz.

Unterhalb des Mutterbodens wurden in allen RKS holozäne Hochflutlehme der Erft bis in Tiefen von 0,9-1,3 m u. GOK erbohrt, die als schwach tonige Schluffe ausgebildet sind. Zum Erkundungszeitpunkt lagen die Hochflutlehme in erdfeuchter Ausbildung und steifer Konsistenz vor.

Im Liegenden der Hochflutlehme wurden in allen RKS bis zur jeweiligen Endbohrteufe die Ablagerungen der pleistozänen Niederterrassen von Erft und Rhein erbohrt, die als kiesige, schwach mittelsandige Grobsande und als grobsandige, z.T. zudem schwach mittelsandige Kiese angesprochen wurden. In der RKS 3 bestehen die oberen 20 cm der Terrassenablagerungen aus einem kiesig-sandigen Schluff. Gemäß Bohrfortschritt sind die nicht bindigen Terrassenablagerungen mitteldicht gelagert, die bindigen Anteile (RKS 3) von steifer Konsistenz. Zum Untersuchungszeitpunkt waren die Kiessande erdfeucht ausgebildet.

4.2 Sickerversuche (SV)

Die Sickerversuche wurden mit konstantem hydraulischem Gradienten innerhalb der Niederterrassenablagerungen durchgeführt.

Hierbei wurden die RKS im ersten Schritt in den zu prüfenden Bodenbereich abgeteuft. Nachfolgend wurde das Bohrloch mittels eines 2"-Packers oberhalb des Prüfbereichs verschlossen. Anschließend wurde Wasser über das Sickerrohr in den Prüfbereich eingefüllt und durch weitere Wasserzugabe ein konstanter hydraulischer Druck aufgebaut. Die zur Aufrechterhaltung des hydraulischen Drucks je Zeiteinheit benötigte Wassermenge wurde dokumentiert.

Die Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte ($k_{f,u}$ -Wert) nach USBR Earth Manual auf der Grundlage der Sickerversuche zeigt Anlage 4.

Gemäß Ergebnisprotokoll wurden in den Prüftiefen die nachfolgend zusammengestellten $k_{f,u}$ - Werte für die ungesättigte Zone ermittelt:

	Prüftiefe	Bodenschicht	$k_{f,u}$ -Wert (mS/m)
RKS 1	3,5-4,0 m u. GOK	Kies, grobsandig bis schwach mittelsandig	$1,3 \times 10^{-5}$
RKS 2	2,5-3,0 m u. GOK	Grobsand, kiesig, schwach mittelsandig	$4,0 \times 10^{-5}$
RKS 3	2,5-3,0 m u. GOK	Kies. grobsandig	$1,6 \times 10^{-5}$
RKS 4	1,5-2,0 m u. GOK	Grobsand, kiesig, schwach mittelsandig	$4,5 \times 10^{-5}$
RKS 5	2,5-3,0 m u. GOK	Kies, grobsandig	$1,3 \times 10^{-5}$

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen innerhalb der für eine Versickerung von Niederschlagswasser empfohlenen Bandbreite des DWA-Regelwerks (Arbeitsblatt A 138) von 1×10^{-6} m/s bis 5×10^{-3} m/s. Der durchschnittliche Durchlässigkeitsbeiwert liegt bei $2,54 \times 10^{-5}$ m/s.

Die Sande und Kiese der Niederterrasse sind nach DIN 18130-T1 als durchlässig einzustufen, so dass in diesen Schichten eine Versickerung von Niederschlagswasser möglich ist.

Ausweislich der ausgewerteten geologischen und hydrogeologischen Karten weisen die Kiessande der Niederterrasse eine Mächtigkeit von ca. 10 m auf, so dass eine ausreichende Mächtigkeit durchlässiger Schichten gegeben ist. Gemessen am ursprünglichen Grundwasserstand von etwa 46 m ü. NN und einer Oberkante der Kiessande der Niederterrasse von ca. 51 m ü. NN ist zudem ein ausreichender Abstand der Sohle des Versickerungsbauwerks bis zum Grundwasser gewährleistet.

5. Bemessung von Versickerungsbauwerken

Zur Versickerung von Niederschlagswasser muss die Versickerungsanlage generell so installiert werden, dass deren Sohle mindestens 1,0 m oberhalb des zu erwartenden Grundwasserhochstandes liegt.

Bei einem Grundwasserhochstand um maximal 47 m ü. NN und einer Geländehöhe um 52,5 m ü. NN beträgt der Grundwasserflurabstand mindestens 7,5 m.

Da das untersuchte Flurstück in keiner Wasserschutzzone liegt, ist eine Versickerung von unbelasteten und schwach belasteten Niederschlagswässern über Flächenversickerung, Mulden- bzw. Sickerbecken, Muldenrigolen- und Rigolenversickerung möglich.

Die nachfolgenden beispielhaften Bemessungen einer Versickerungsmulde bzw. eines Versickerungsbeckens für verschiedene Niederschlagsereignisse wurden gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 durchgeführt. Die Bemessungen zeigt Anlage 5.

Folgende Rahmendaten wurden zu Grunde gelegt:

Durchlässigkeitsbeiwert: $2,54 \times 10^{-5}$ m/s
Niederschlagsereignisse: 10- und 20-jähriges Ereignis
spez. Versickerungsrate für Becken: 2,54 l/(s x ha), konservativer Ansatz

Aus den Berechnungen ergeben sich für die verschiedenen Bemessungen folgende Kenndaten:

Versickerungsmulde, 10-jähriges Ereignis:

mittlere Versickerungsfläche: 480 m²
erforderliches Speichervolumen: 144,8 m³
mittlere Einstauhöhe: 0,30m
rechnerische Entleerungszeit: 6,6 h

Versickerungsmulde, 20-jähriges Ereignis:

mittlere Versickerungsfläche: 550 m²
erforderliches Speichervolumen: 167,2 m³
mittlere Einstauhöhe: 0,30m
rechnerische Entleerungszeit: 6,65 h

Versickerungsbecken, 10-jähriges Ereignis:

erforderliches Speichervolumen: 215 m³
rechnerische Entleerungszeit: 11,19 h

Versickerungsbecken, 20-jähriges Ereignis:

erforderliches Speichervolumen: 263 m³
rechnerische Entleerungszeit: 13,49 h.

Für das 20-jährige Ereignis müsste bei der Bemessung des Versickerungsbeckens eigentlich eine Niederschlags-Abfluss-Simulation (Langzeitsimulation) erfolgen. Da eine derartige Berechnung mit dem Gutachten der Ingenieurbüro Achten und Jansen GmbH bereits vorliegt, wurde an dieser Stelle darauf verzichtet, da der Nachweis erbracht wurde, dass von einer Langzeitfunktionstüchtigkeit des geplanten Beckens mit einem Fassungsvermögen von ca. 450 m³ auszugehen ist.

Bei der Erstellung des Versickerungsbeckens sind der Mutterboden abzuschleiben und die Hochflutlehme aufzunehmen. Die Sohle des Versickerungsbauwerkes muss mindestens 0,5 m in die durchlässigen Sande und Kiese der Niederterrasse einbinden. Als Oberboden innerhalb der Mulde bzw. des Beckens sind Böden einzubringen, die eine Durchlässigkeit von etwa $2,5 \times 10^{-5}$ m/s aufweisen sollten. Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 stellen Oberböden aus Fein-

und Mittelsanden einen guten Kompromiss zwischen hydraulischer Leitfähigkeit und Filterwirkung dar. Feinkörnigere Sedimente führen zu längeren Einstauzeiten, grobkörnigere Böden haben keine ausreichende Filterwirkung.

Zusammenfassend haben die Untersuchungen ergeben, dass eine Versickerung der Niederschlagswässer entsprechend den Planungen aus dem Jahr 2008 möglich ist, ohne dass eine Vernässung der nordwestlich anschließenden Wohnbebauung zu besorgen ist.

Bergheim, den 15.09.2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Bauer', with a stylized, cursive script.

Dipl.-Geol. H. Bauer
Projektleiter