Dr. E. Horsthemke Ingenieurgeologisches Büro Determeyerstraße 172 33334 Gütersloh

Tel.: 05241 - 400856 Fax: 400857

Stadt Harsewinkel, Erschließung des Wohnbaugebietes "Auf dem Venn" Harsewinkel-Greffen

Hydrogeologische Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser

04.04.2005

Auftraggeber:

Stadt Harsewinkel Postfach 15 64 33419 Harsewinkel

## Inhaltsverzeichnis

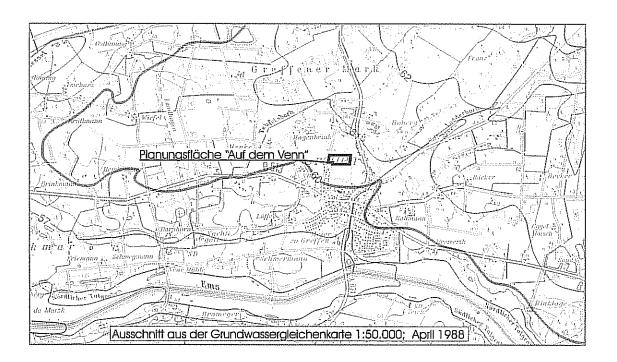
1.	Vorgang	Seite	2
2.	Örtliche Situation des Baugebietes	Seiten	2 - 3
3.	Untersuchungsumfang	Seite	3
4.	Boden- und Grundwasserverhältnisse	Seiten	4 - 6
5.	Untersuchung der Versickerungsfühigkeit	Seiten	6 - 7
	5.1 k <sub>f</sub> -Wert-Bestimmung über Korngrößenanalysen	Seiten	6
	5.2 k <sub>f</sub> -Wert-Bestimmung über Standrohr-Versuche	Seiten	7
6.	Bewertung der Ergebnisse	Seite	8
	Möglichkeiten zur Versickerung	Seite	9 - 11

## Anlagenverzeichnis

Amage 1.1	Lageplan, Positionen der Versickerungsversuche und der Rammkernbohrunger
Anlage 1.2	Lageplan; Konstruktion der Grundwassergleichen für den 07.02.2005
Anlage 1.3	Lageplan; Zonen 1 bis 3; Flächen verschiedener Versickerungsmöglichkeiten
Anlagen 2	Bodenaufbau / Profildarstellungen
Anlage 3	Korngrößenanalysen
Anlage 4	Messwert-Tabelle; Ergebnisse der Standrohr-Versuche
Anlagen 5	Beispielbemessungen für Versickerungseinrichtungen

#### 1. Vorgang

Die Stadt Harsewinkel beabsichtigt die Erschließung des Bebauungsplangebietes "Auf dem Venn" im Ortsteil Greffen. Durch den Fachbereich III, Tiefbau, der Stadt Harsewinkel wurde ich beauftragt, Untersuchungen der Boden- und Grundwasserverhältnisse zur Erstellung der Entwässerungsplanung durchzuführen. Ziel der Erkundungen ist die Ermittlung bestehender Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser vor dem Hintergrund der örtlichen geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten.



#### 2. Örtliche Situation des Baugebietes

Das Untersuchungsgebiet von insgesamt etwa 50.000 m² Grundfläche liegt am nördlichen Ortsrand von Greffen. Die annähernd rechteckige Fläche erstreckt sich von der Schulstraße im Westen ca. 300 m nach Osten. Sie erweitert das südlich angrenzende Wohngebiet um ca. 165 m nach Norden. Nördlich und östlich schließen landwirtschaftlich genutzte Flächen an.

Die Oberflächengestalt der Umgebung ist durch eine großflächige, nur um wenige Meter erhöhte Geländeerhebung im Norden von Greffen gekennzeichnet. Innerhalb des Planungsgebietes steigt das Geländeniveau gleichmäßig von etwa 61,30 m ü NN im Westen bis auf über 63,50 im Nordosten an. Im östlichen Anschluss des Gebietes fällt das Gelände wiederum schwach ab.

Der westliche Flächenbereich wird im Frühjahr 2005 noch zum Anbau von Getreide genutzt, die östlichen etwa <sup>2</sup>/<sub>5</sub> der Fläche liegen brach.

Die geologische Situation ist durch unverfestigte quartäre Ablagerungen in Mächtigkeiten von etwa 10 bis 15 m über den im Untergrund anstehenden Mergeln der Oberkreide charakterisiert. Für die untersuchte Fläche weist die geologische Karte Flugsande über weichselzeitlichen Niederterrassen aus.

#### 3. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurden am 07.02.2005 insgesamt zehn Rammkernsondierbohrungen (RKS,  $\emptyset = 50$  - 60 mm) bis in maximal 5,0 m unter Geländeoberfläche niedergebracht. Die Positionen der Bohransatzpunkte wurden mittels Theodolit eingemessen, die Höhen über Abgleich mit einem bekannten Höhenbezugspunkt ermittelt. Als Höhenbezug diente ein Kanaldeckel in der Schulstraße.

Sieben der Rammkernsondierungen wurden als temporäre Grundwasserbeobachtungsstellen ausgebaut. Der Ausbau erfolgte durch eingebrachte PVC-Pegel im Durchmesser von 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Zoll bis in Tiefen von maximal 4 m.

Zusätzlich wurden am 17.03.2005 fünf Versickerungsversuche im oberflächennahen Untergrund des Planungsgeländes durchgeführt.

#### 4. Boden- und Grundwasserverhältnisse

Die Positionen der Bohransatzpunkte sind im Lageplan der Anlage 1 markiert. Der angetroffene Bodenaufbau geht aus den Profildarstellungen der Anlagen 2.1 bis 2.10 hervor. Es werden folgende Böden unterschieden.

- An der Oberfläche ist humoser organischer Oberboden dunkelgrauer bis dunkelbrauner Farben anzutreffen. Die Mächtigkeiten schwanken innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Flächen zwischen 0,45 und 1,00 m. Nur im westlichen Randbereich wurden außerhalb der Ackerfläche geringere Oberbodenmächtigkeiten (RKS 2 und RKS 3) festgestellt. Materialien jüngerer Auffüllungen wurden nur im Bereich einer Ackerzufahrt in Bohrung RKS 2 angetroffen. Der Mutterboden besteht vorwiegend aus humosen Sanden. In der westlichen Fläche wies der an der Oberfläche angefeuchtete Boden aber örtlich eine erhöhte Kohäsion auf, die auf höhere Feinkornanteile zurückgeführt wird.
- Unter dem Mutterboden lagert in allen Bohrungen bis in den jeweiligen Endtiefen ausschließlich Sand. Dieser besteht zum weit überwiegenden Teil aus eng gestuften Gemischen von Fein- ind Mittelsanden, die meist nur geringe Schluffanteile enthalten. In Lagen können Feinsandanteile dominieren, örtlich treten auch geringe Grobsandanteile hinzu. Insgesamt ist aber festzustellen, dass der oberflächennahe Untergrund bis in den erbohrten Endtiefen von maximal 5 m aus ausgesprochen homogenem Sand besteht.
   In den Bohrungen RKS 9 und RKS 10 war unterhalb der hier sehr mächtigen Mutterbodenschichten jeweils eine Lage mit braunen bis dunkelbraunen Verockerungen vorzufinden. Darüber hinaus wurden in einigen Bohrungen fleckige Braunfärbungen festgestellt. Massive Ortsteinbildungen waren in der Fläche nicht anzutreffen.

Die starken Mutterbodenmächtigkeiten deuten auf Anlagen als Plaggeneschböden. Dies wird auch durch die Bodenkarte (L 4114, 1:50.000) entsprechend ausgewiesen. Erhöhte Feinkornanteile in den Oberböden der westlichen Fläche können daher darauf zurückzuführen sein, dass Anteile aus stärker lehmigen Bereichen aufgebracht wurden.

Die unterlagernden Sande entsprechen hinsichtlich der weitgehend homogenen Ausbildung und der Kornverteilung den in der Region anzutreffenden, gleichkörnigen Flug- und Talsanden. Im Hinblick auf die Versickerungsmöglichkeiten sind auch die etwas stärkeren Verockerungen unterhalb des Mutterbodens zu beachten, da es sich hierbei um sekundäre Mineralanreicherungen im Porenraum der Sandschichten handelt.

#### Grundwasser

Die nächstgelegenen Vorfluter bilden der etwa 350 m östlich fließende Loddenbach und westlich der Fläche benachbarte kleinere Entwässerungsgräben. Die Fließgewässer sind dem näheren Zuflusssystem der südlich von Greffen fließenden Ems angeschlossen. In allen Bohrungen wurde oberflächennah Grundwasser angetroffen. Die nachfolgend genannten Grundwasserstände waren am 07.02.2005 und in den als Grundwassermessstellen ausgebauten Pegeln bei Wiederholungsmessungen am 17.03.2005 und am 01.04.2005 festzustellen:

Bohrung	(	GW m ü NN		GW m u Geländeoberfläche			
Datum	07.02.05	17.03.05	01.04.05	07.02.05	17.03.05	01.04.05	
RKS 1	60,60	60,81	60,69	1.31	1,10	1,22	
RKS 2	60,91			0,46			
RKS 3	61,06	61,32	61.08	0,62	0,36	0.60	
RKS 4	61,17			1,27			
RKS 5	61,13	61,38	61.20	1,42	1,17	1,35	
RKS 6	60,91	61,28	61,18	2,69	2,32	2,42	
RKS 7	61,17			2,33			
RKS 8	60,77	60,96	60,87	2,30	2,11	2,20	
RKS 9	60,80	61,02	60,89	1,70	1,48	1,61	
RKS 10	60,74	60,95	60,77	1,86	1,65	1,83	

In der Planungsfläche lag die Grundwasseroberfläche am 07.02.2005 zwischen 60,60 m ü NN und 61,17 m ü NN. Dies entsprach Flurabständen von 0,46 bis 2,69 m. Am 17.03.2005 wurden in den ausgebauten Messpegeln deutlich höhere Pegelstände gemessen, die 0,2 bis 0,37 über den im Vormonat ermittelten Grundwasserständen lagen. Die geringsten Flurabstände wurden am 17. März 2005 gemessen. Am 1. April war wiederum ein Absinken der Grundwasseroberfläche um 9 bis 24 cm zu verzeichnen.

Innerhalb der Fläche liegt keine einheitliche Fließrichtung des Grundwassers vor. Die höchsten Pegelstände lagen im Bereich der Bohrungen RKS 4, RKS 5 am Nordrand der Fläche, und bei RKS 7 am Ostrand. Ausgehend von diesen Bereichen überwiegt in der Planungsfläche ein Fließgefälle in südwestlicher Richtung. Die Grundwasseroberfläche wies am 07.02.2005 aber auch nach Nordosten, in Richtung des Pegels RKS 6 ein geringes Gefälle auf und deutet damit für diesen Teil der Fläche auf einen Fluss in Richtung des Loddenbaches hin. Im Lageplan der Anlage 1.2 sind die überschlägig interpolierten Grundwassergleichen dargestellt, basierend auf die Messdaten vom 07.02.2005.

Nach Darstellung der Grundwassergleichenkarte vom April 1988 (L 4114; landesweit anerkannter Höchststand) liegt in der Fläche ein regional vorherrschender Grundwasserfluss in südwestlicher Richtung vor, der durch die ermittelten Daten für den überwiegenden Teil der Fläche bestätigt wird. Entsprechend der Oberflächengestalt ist am Nordostrand der Fläche aber auch ein Fluss in östlicher Richtung zu verzeichnen.

Aufgrund der vorausgegangenen starken Niederschläge wird angenommen, dass die Werte von 17.03.2005 dem "mittleren höchsten Grundwasserstand" sehr nahe kommen.

#### 5. Untersuchung der Versickerungsfähigkeit

Zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit wurden am 17.03.2005 fünf Standrohrversuche durchgeführt. Zusätzlich erfolgten zwei Siebanalysen (Nasssiebung) zur Bestimmung der Korngrößenverteilung des für die Versickerung betroffenen Bodenbereiches. Die Positionen der Versuche bzw. Probenahmen gehen aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor.

#### 5.1 K<sub>f</sub>-Wert-Bestimmung über Korngrößenverteilung

Die Bestimmung der Korngrößenverteilungen führte zu den nachfolgenden Bezeichnungen gem. DIN 18196, die Ergebnisse sind den Summenkurven der Anlage 3 zu entnehmen.

Probe 1 RKS 6, 0,80 bis 1,40 m:

Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig (SU)

Probe 2 RKS 10, 0,40 bis 0,90 m:

Feinsand, mittelsandig, schluffig (SU\*)

Die Bedingungen zur Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte nach HAZEN und BEYER, U < 5 bzw. U = 1 - 20 und  $d_{10} = 0.06 - 0.6$  num, sind nur für die Probe 1 erfüllt. Es ergibt sich danach folgende Durchlässigkeit.

Probe	at remanded	cl <sub>10</sub>	d <sub>60</sub>		U	k <sub>í</sub> -Wert n. HAZEN	k <sub>r</sub> -Wert n. BEYER
RKS 6		0,0675	0,175	an territorial de	2,6	5,3 x 10 <sup>-5</sup> m/s	4,6 x 10 <sup>-5</sup> m/s

Aus der Korngrößenanalyse lässt sich für den Sandboden der Probe 1 eine Durchlässigkeit von  $k_f = 4.6 \times 10^{-5}$  m/s bis 5,3 x10<sup>-5</sup> m/s ermitteln ("durchlässig" gem. DIN 18130). Aufgrund der hohen Feinkornanteile sind bei der Probe 2 die o.g. Bedingungen zur Berechnung der Durchlässigkeit aus der Summenkurve nicht erfüllt. Hierzu wäre eine Aufschlüsselung der Feinkornanteile durch Schlämmanalyse erforderlich.

#### 5.2 K<sub>r</sub>-Wert-Bestimmungen über Standrohr-Versuche

An den Standorten V I bis V 5 wurden Versickerungsversuche als Standrohrversuche in Anlehnung an "open-end-tests" (US Department of Interior Bureau) durchgeführt. Dazu wurde ein Standrohr (Ø 20 cm) in 0,31 bis 0,67 m tiefen Ausschachtungen in den Boden gerammt. Nach einer Vorwässerung (ca. 30 min.) wurde durch Nachfüllen ein konstanter Pegel hergestellt. Die Nachfüllmenge wurde für einen Zeitraum von 30 Minuten gemessen. Die Bestimmung des kf-Wertes erfolgte nach:

$$k_f = \frac{Q}{5.5 \times r \times h}$$

Hierbei ist Q die Nachfüllmenge pro Zeit (V/ $\Delta t$  in m³/s), r der Innenradius des Standrohres und h die Füllhöhe.

	Ver	such 1	7	vers:	uch 2		Vei	such 3
r	=	0,1 m	r	=	0,1 m	r	=	0,1 m
Δt	=	1.800 s	Δt	=	1.800 s	Δt	=	1.800 s
lı	=	0,32 m	h	=	0,40 m	h	****	0,25 m
		0,00099 m³	V	=	0,00402 m³	V	=	0,0026 m³
$k_{\mathrm{fu}}$	=	3,13 x 10 <sup>-6</sup> m/s	$k_{\mathrm{fu}}$	=	1,015 x 10 <sup>-5</sup> m/s	lc <sub>fu</sub>	=	1,05 x 10 <sup>-5</sup> m/s

Versuch 4			1	<sup>7</sup> ersi	uch 5
ľ	=	0,1 m	r	=	0,1 m
$\Delta t$	=	1.800 s	Δt		1.800 s
h	=	0,28 m	lı	=	0,30 m
		0,00941 m³	V	=	0,00478 m³
$k_{\mathrm{fu}}$	=	3,39 x 10 <sup>-5</sup> m/s	$k_{\mathrm{fu}}$	=	1,61 x 10 <sup>-5</sup> m/s

Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors 2 für die Anlagenbemessung nach ATV A 138 (Regelblatt der Abwassertechnischen Vereinigung) ergeben sich zur Bemessungsgrundlage Werte von:

Versuch 1	$k_{\rm f}$	***	6,32 x 10 <sup>-6</sup> m/s
Versuch 2	$\mathbf{k}_{\mathbf{f}}$	=	2,03 x 10 <sup>-5</sup> m/s
Versuch 3	$k_{\rm f}$	=	2,10 x 10 <sup>-5</sup> m/s
Versuch 4	$\mathbf{k}_{\mathbf{f}}$	=	6,78 x 10 <sup>-5</sup> m/s
Versuch 5	$k_f$	=	3,22 x 10 <sup>-5</sup> m/s

### 6. Bewertung der Untersuchungsergebnisse zur Versickerungsfähigkeit

Die über Standrohrversuche ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte belegen für den überwiegenden Teil der Fläche relativ gleichmäßige Durchlässigkeiten im Spektrum von etwa 2 - 7 x 10<sup>-5</sup> m/s. Über die Korngrößenanalyse für die Bodenprobe aus RKS 6 war eine Durchlässigkeit zu ermitteln, die ebenfalls in dieser Größenordnung liegt. Die Werte kennzeichnen die typische Permeabilität schwach schluffiger Fein- bis Mittelsande.

Abweichend hiervon war im Standrohrversuch V 1 mit 6,36 x 10<sup>-6</sup> m/s eine deutlich geringere Durchlässigkeit nachzuweisen. Die verringerte Durchlässigkeit wird auf die in den Mutterböden der westlichen Fläche angetroffenen erhöhten Feinkornanteile zurückgeführt. Auch in der Nasssiebung der Probe aus RKS 10 (0,40 - 0,90 m) war ein Feinkornanteil von über 20 % nachzuweisen, der sich erheblich auf die Durchlässigkeit des Oberbodens auswirken kann. Die erhöhten Schluff- oder Lehmanteile des Oberbodens liegen aber in der westlichen Fläche nicht in gleichmäßiger Verteilung vor. Die relativ hohe Durchlässigkeit des Versuches V 2 lässt für den untersuchten Standort, der in einer Entfernung von nur etwa 10 m neben der Bohrung RKS 10 liegt, nicht auf Beeinträchtigungen der Durchlässigkeit durch erhöhte Schluffanteile schließen.

In Anlehnung an DIN 18300 T 1 werden Lockersedimente mit Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f = 10^{-6}$  bis  $10^{-4}$  m/s als "durchlässig" bezeichnet. Nach Arbeitsblatt 138 der Abwassertechnischen Vereinigung gilt zusätzlich, dass die dezentrale Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Grundwasser nur in Lockergesteinen mit  $k_f$ -Werten von 1 x  $10^{-3}$  m/s bis 1 x  $10^{-6}$  m/s erfolgen sollte. Die in Versuchen ermittelten Werte liegen ausnahmslos im Bereich der durch die Vorgaben der Abwassertechnischen Vereinigung gebotenen Durchlässigkeit.

Nach den vorliegenden Ergebnissen zum Bodenaufbau besteht keine Besorgnis, dass Bodenstrukturen wie Schlufflinsen oder starke Ortsteinbildungen im Untergrund vorhanden sind, die sich nachteilig auf die vertikale Durchlässigkeit auswirken und andauernde Vernässungen der oberen Bodenschichten bewirken könnten (Schlufflinsen oder starke Ortsteinbildungen).

#### Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in der Planungsfläche gute Durchlässigkeiten zur Anlage von dezentralen Versickerungseinrichtungen vorherrschen. Die Errichtung von Versickerungsanlagen setzt aber gemäß Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV – DVWK - A 138) zusätzlich einen Mindestflurabstand voraus, der eine Sickerstrecke der Mächtigkeit von mindestens 1,0 m gewährleistet. Die im Zuge der Erkundungen angetroffenen Grundwasserstände bieten hierzu mit Ausnahme des nordwestlichen Flächenbereiches ausreichende bis gute Möglichkeiten. Danach könnten in dem zentralen Planungsabschnitt flache Mulden angelegt werden, in der östlichen Fläche lässt der hier größere Flurabstand auch die Anlage von Rigolen zu. Im Lageplan der Anlage 1.3 werden die drei folgenden Zonen nach Interpolation aus den vorliegenden Daten zu den Flurabständen unterschieden:

- Zone 1 Im Nordwesten der Fläche ist mit anhaltenden Grundwasserständen von unter 1,0 m zu rechnen, die eine ausreichende Versickerungszone gem. ATV DVWK-A 138 nicht gewährleisten
- Zone 2 Der Flächenbereich lässt erwarten, dass der "mittlere höchste Grundwasserstand" unterhalb von 1,10 m unter Geländeoberfläche liegt, so dass Anlagen von Versickerungseinrichtungen geringer Tiefe (flache Mulden) möglich sind.
- Zone 3 In der höher gelegenen östlichen Fläche und am Südrand des Planungsgebietes wurden Flurabstände ermittelt, die auch den Bau tiefer zu gründender Versickerungsanlagen ermöglichen. Es können Rigolen angelegt werden, die je nach Lage innerhalb der Fläche Tiefen von 0,3 bis ca. 1,0 m Höhe aufweisen.

Grundsätzlich wurden gute bis ausreichend hohe Versickerungsleistungen des natürlichen Untergrundes nachgewiesen. Eingeschränkte Durchlässigkeiten können in der westlichen Flächenhälfte vorliegen, sofern die Oberböden örtlich erhöhte Schluffgehalte aufweisen (vgl. Versuch V 1). Zu berücksichtigen ist zusätzlich, dass unterhalb des Mutterbodens in begrenzten Flächen Ortsteinbildungen entwickelt sein können. Sie wurden im Zuge der Erkundungen zwar nicht erfasst, werden aber in den vorliegenden Bodenarten als durchaus typisch beschrieben. Ortsteinvorkommen können erhebliche Versickerungsbarrieren bilden.

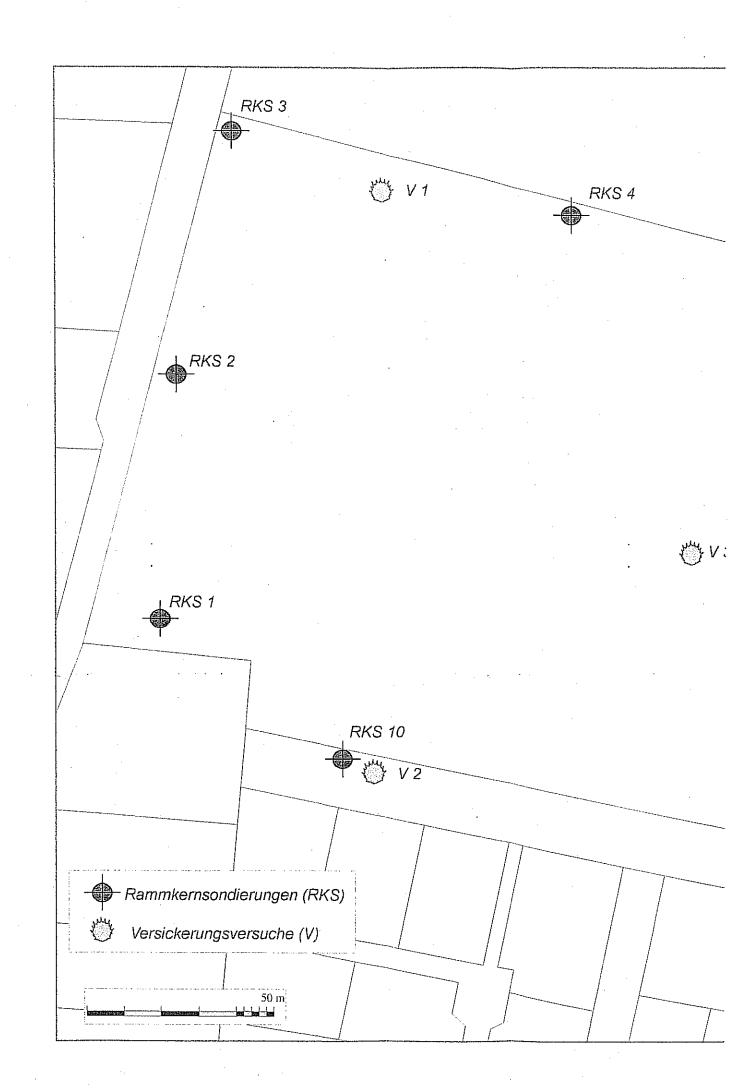
Die Anlagenbemessungen müssen nach den Vorgaben gemäß ATV A 138 erfolgen. Um einen groben Eindruck zu dem Flächenbedarf zu vermitteln, gehen durchgeführte Beispielbemessungen für Versickerungsanlagen unterschiedlicher Tiefe von 100 m² angeschlossener Dachfläche aus. Die Beispiele wurden für flache Mulden (4 bis 10 cm Tiefe), Rigolen (30 cm Tiefe) und kombinierte Mulden-Rigolen-Anlagen durchgeführt, wobei ein k<sub>f</sub>-Wert von 3 x 10<sup>-5</sup> m/s und die aus dem KOSTRA-Atlas zu lokalen Niederschlagsgegebenheiten geltenden Daten angesetzt wurden. Zu beachten ist, dass in den östlichen Flächenbereichen der Zone 3 auch deutlich tiefere Rigolen (bis zu 1,0 m) angelegt werden können. Es zeigt sich ein hoher Flächenbedarf für Versickerungsanlagen im westlichen Bereich der Zone 2, in dem nur flache Mulden angelegt werden können. Bei Ausnutzung einer Vielzahl von Möglichkeiten zur Mehrfachnutzung entsprechender Flächen (z.B. Parkflächen, Einbindung von Teichanlagen etc.) ist die Umsetzung aber auch auf kleinen Grundstücken möglich.

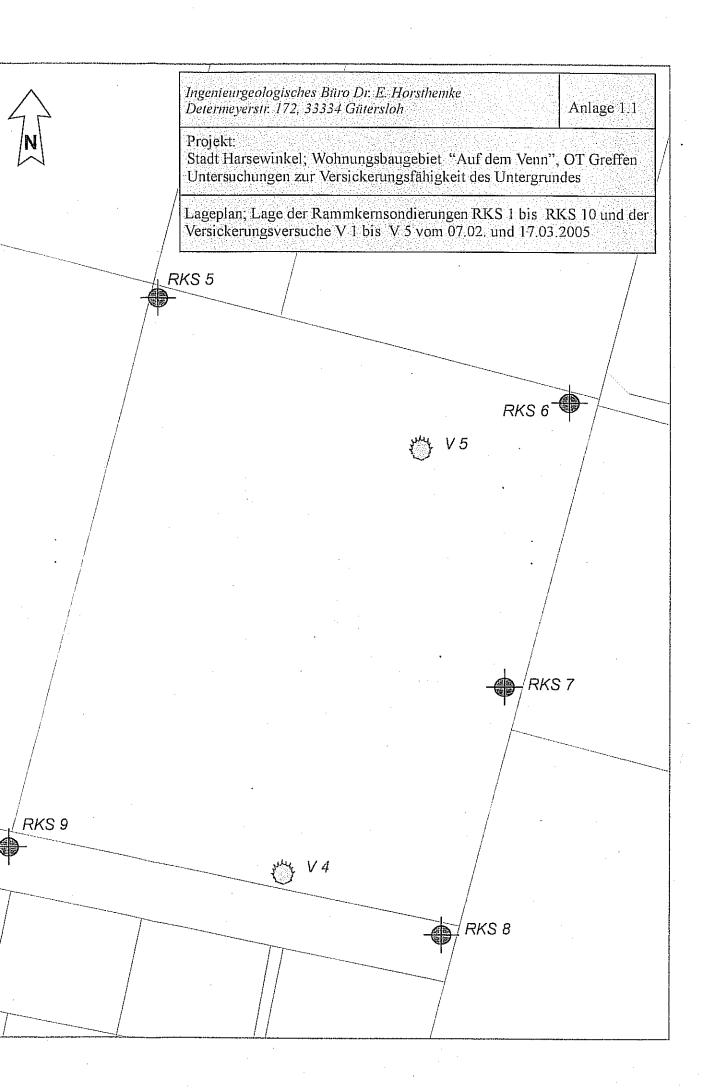
### Beim Bau der Anlagen ist folgendes grundsätzlich zu beachten:

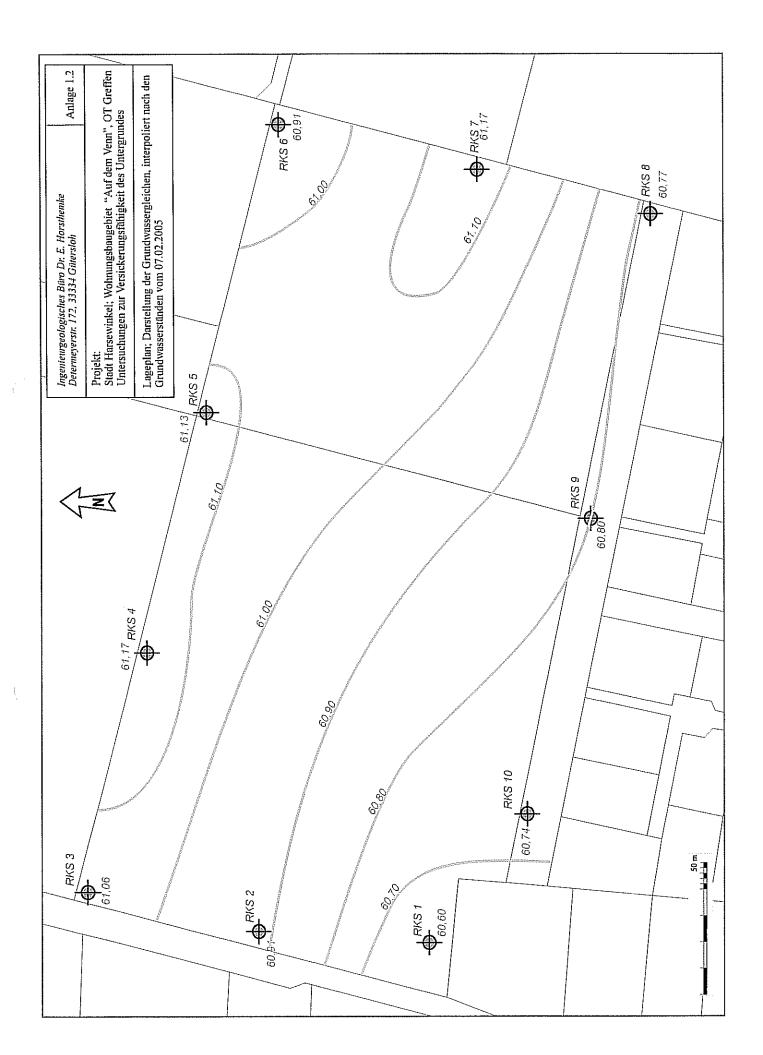
- Der Einbau dezentraler Versickerungseinrichtung ist im Flächenbereich der Zone 1 nicht möglich, da der erforderliche Sickerabstand von mindestens 1 m nicht eingehalten werden kann.
- In der Zone 2 ist je nach Lage innerhalb des Flächenbereiches die Anlage flacher Einrichtungen mit Tiefen von 0,10 bis 0,20 m möglich. Zu beachten ist hier zusätzlich, dass in den Oberflächenböden Bereiche erhöhter Schluffgehalte auftreten können. Diese können zu einer deutlichen Verringerung der Versickerungsleistung führen und würden den Flächenbedarf deutlich erhöhen. Ggf. ist hier auszuweichen oder örtlich Bodenaustausch zu empfehlen, um den Flächenbedarf für eine Versickerungsanlage zu verringern. In der Zone 3 können auch tiefere Rigolen angelegt werden, für tiefere Anlagen wie Schachtversickerungen ist auch diese Fläche nicht geeignet.
- Die Basis einer Versickerungsanlage muss frei sein von starken, konzentriert auftretenden Verockerungen, die zur Verhärtungen von Schichten (Ortsteinbildungen) führen.
- Der Mindestabstand der Versickerungsanlagen von der jeweiligen Grundstücksgrenze beträgt 3 m.
- Zur Versickerung sollte ausschließlich nicht schädlich verunreinigtes Niederschlagswasser der Dachflächen kommen. Hof- und Wegeflächen sollten - soweit möglich - entsiegelt ausgeführt werden, um die über Versickerungsanlagen abzuleitenden Mengen des Niederschlagswassers möglichst gering zu halten.

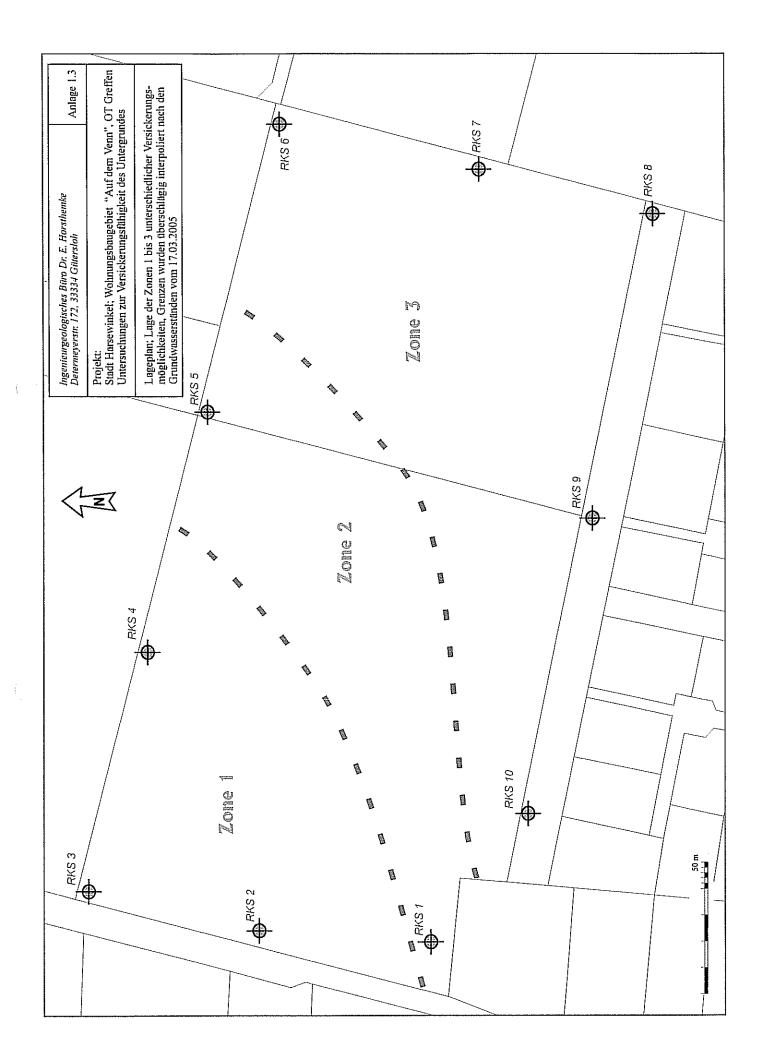
- Im Zulauf der Versickerungsanlagen sollten Absetz- und Sedimentationsbecken eingebaut werden, die regelmäßig kontrolliert und gereinigt werden müssen. Der Einlauf in die Versickerungsanlage sollte verwirbelungsarm erfolgen.
- Die Versickerungsmulde kann in ihrer Form und Oberflächengestaltung variabel hergerichtet werden. Sie sollte nur kurzzeitig unter Einstau stehen. Ein Dauerstau ist in jedem Fall zu vermeiden, weil dadurch die Gefahr der Verschlickung und Verdichtung der Oberfläche erhöht wird.

Dr. E. Horsthemke

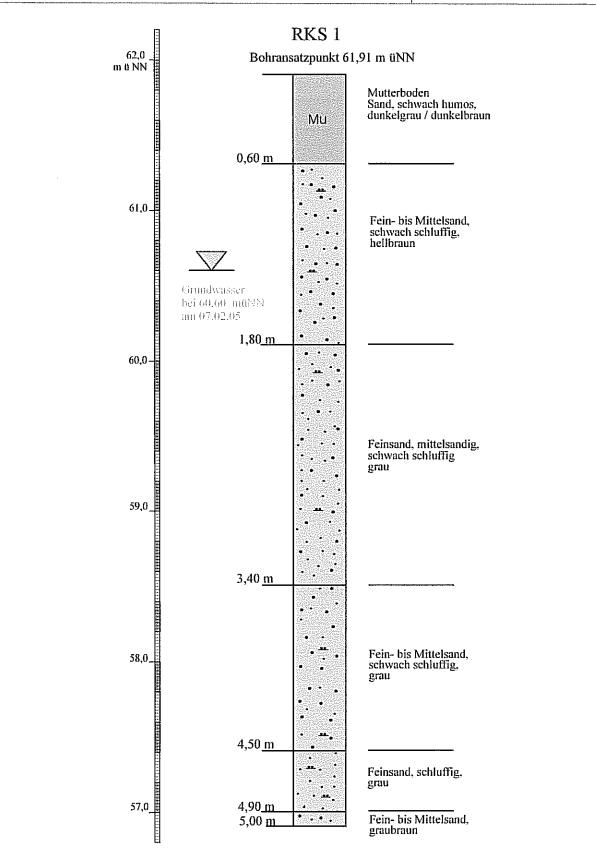






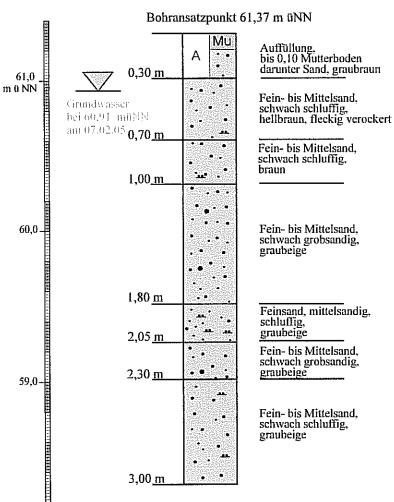


	rgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke yerstraße 172, 33334 Gütersloh	Anlage	2.1
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bohrung	RKS 1	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke

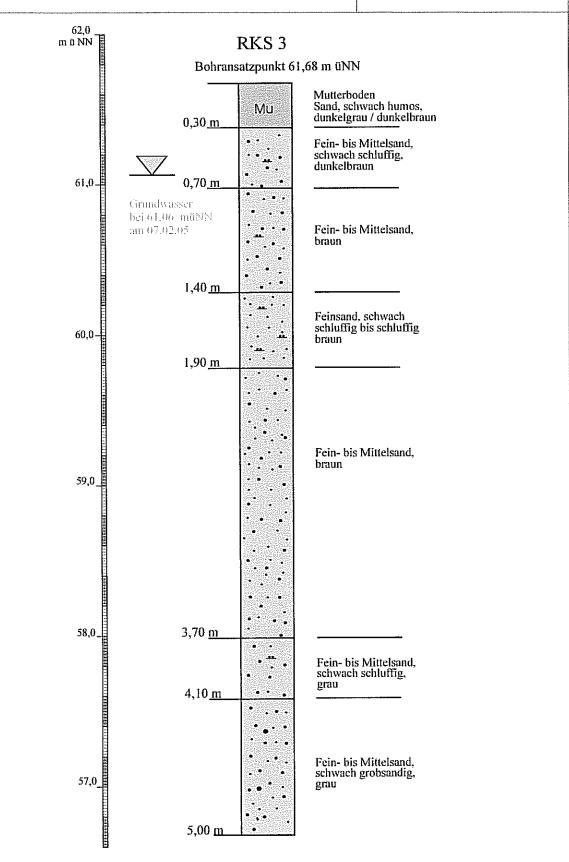


Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Determeyerstraße 172, 33334 Gütersloh			2.2
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bolirung	RKS 2	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke

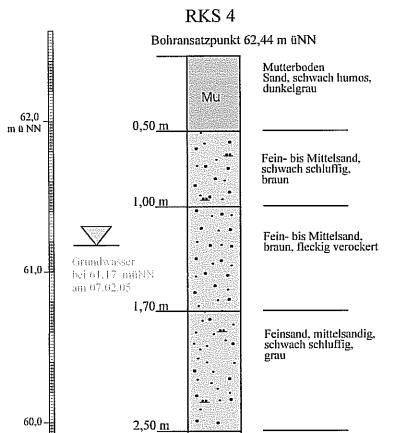
## RKS 2



	rgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke verstraße 172, 33334 Gütersloh	Anlage	2.3
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bohrung	RKS 3	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke



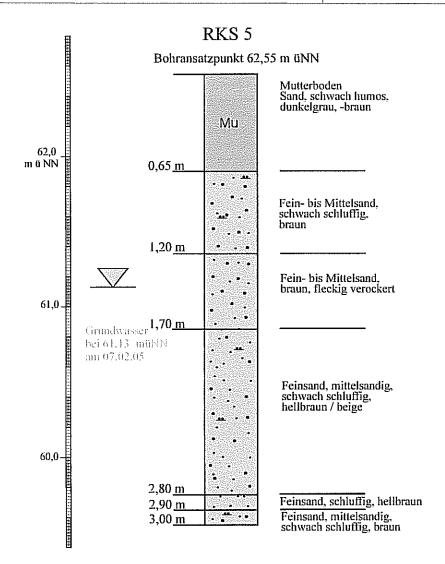
Ingenieu Determe	rgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke yerstraße 172, 33334 Gütersloh	Anlage	2.4
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bolirung	RKS 4	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke



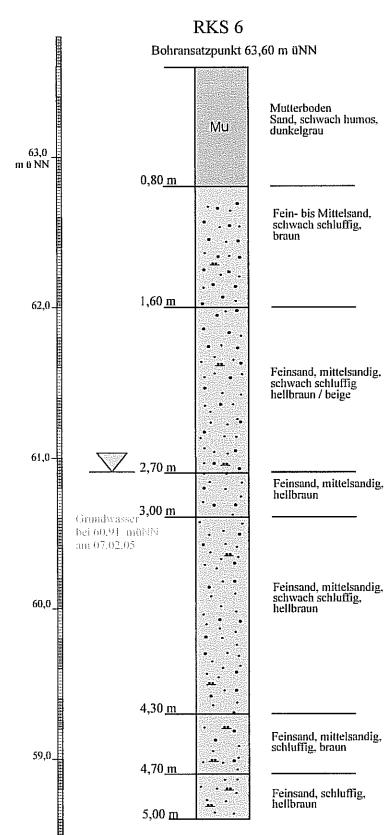
3,00 m

Feinsand, schluffig, hellbraun

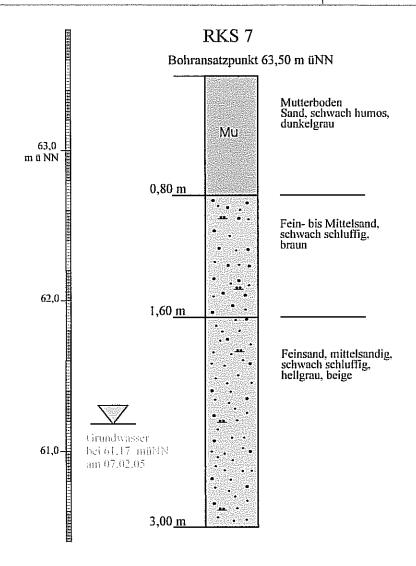
	rgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke verstraße 172, 33334 Gütersloh	Anlage	2.5
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bohrung	RKS 5	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke



Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Determeyerstraße 172, 33334 Gütersloh		Anlage	2.6
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bohrung	RKS 6	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke

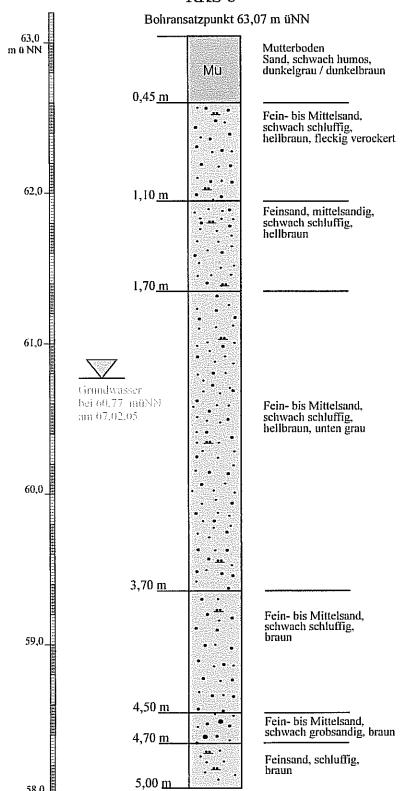


Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Determeyerstraße 172, 33334 Gütersloh		Anlage	2.7
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bolirung	RKS 7	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke

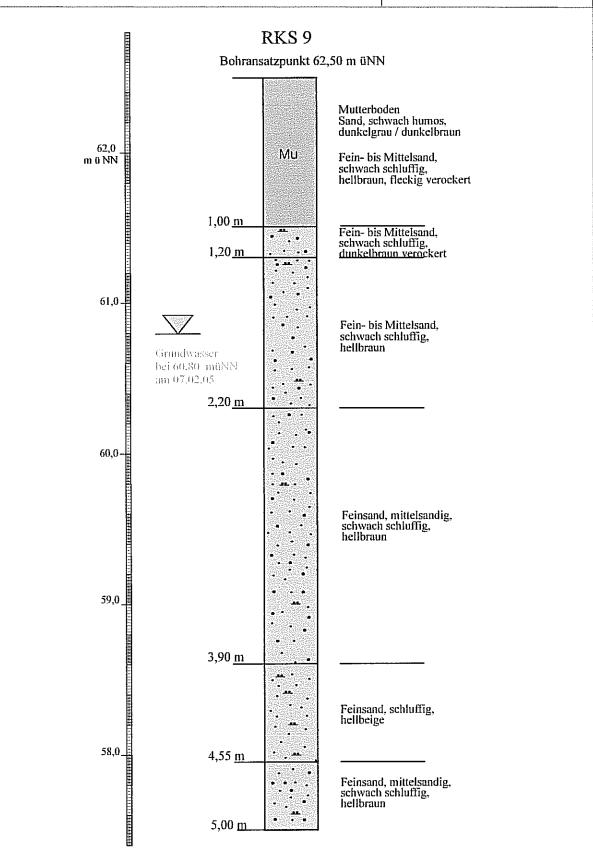


Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Determeyerstraße 172, 33334 Gütersloh			2.8
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bohrung	RKS 8	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke

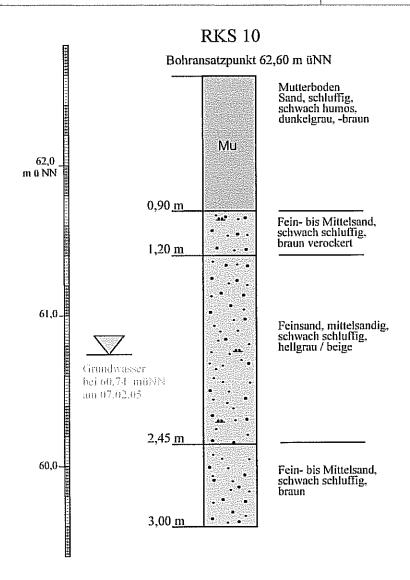


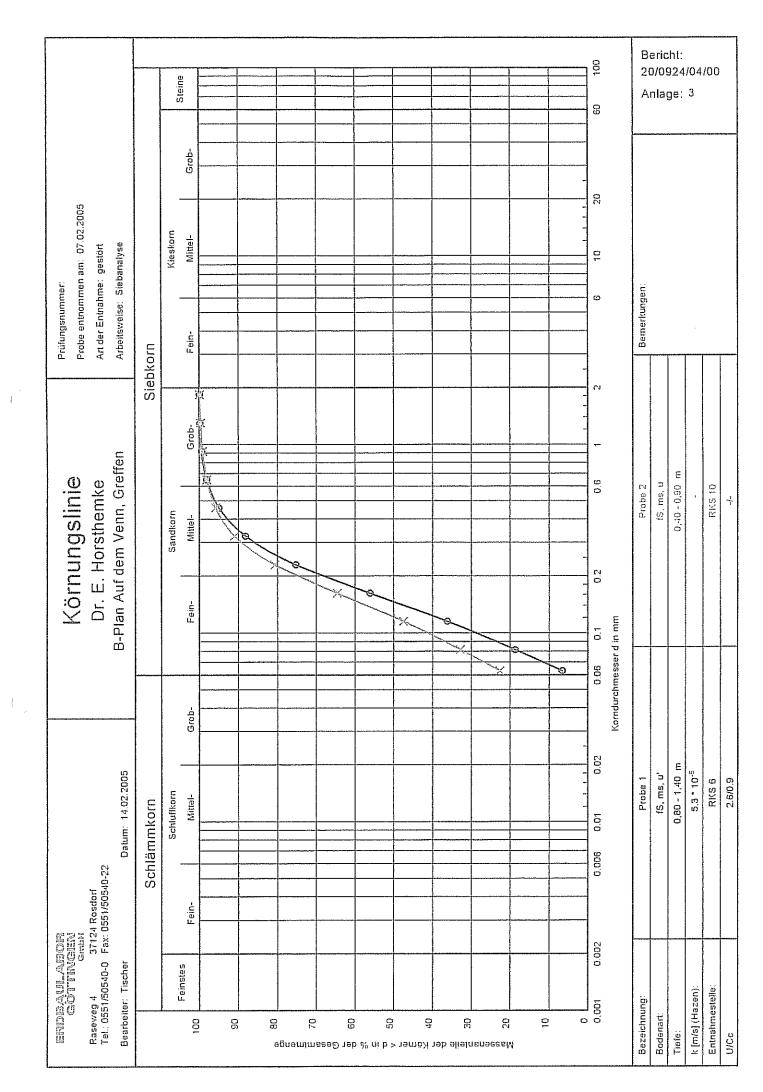


Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Determeyerstraße 172, 33334 Gütersloh		Anlage	2.9
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bohrung	RKS 9	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke



Ingenieurgeologisches Büro Dr. E. Horsthemke Determeyerstraße 172, 33334 Gütersloh		Anlage	2.10
Projekt	Stadt Harsewinkel, Bebaunungsgebiet "Auf dem Venn", Greffen Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Datum	07.02.2005
Bohrung	RKS 10	Bearbeiter	Dr. E. Horsthemke





# Ergebnisse der Versickerungsversuche mit dem Standrohr ( $\emptyset = 0,2 \text{ m}$ )

Zeit	Nachfüllmenge				
[s]	[ml] V 1	[ml] V 2	[ml] V 3	[ml] V 4	[ml] V 5
0					
120		270	180	630	320
240		280	170	620	320
360	! !	270	170	630	
480			180	630	640
600	340	530		630	
720			350	630	630
840		540	And the state of t	620	
960		WARFAN TURBO	340	630	640
1080		<i>5</i> 30	Kraper Lonno	630	320
1200	320		350	630	330
1320		540	P. P	620	310
1440			340	630	320
1560		530		630	320
1680			350	620	310
1800	330	530	170	630	320
Σ 1800	990	4.020	2.600	9.410	4.780

## Berechnung der $k_f$ - Werte

Versuchsdauer [s]	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Einbautiefe [m]	0,31	0,45	0,67	0,50	0,60
Wassersäule [m]	0,32	0,40	0,25	0,28	0,30
Nachfüllmengeges.[m³]	0,00099	0,00402	0,0026	0,009415	0,00478
k <sub>fu</sub> - Wert [m/s]	3,13 x 10 <sup>-6</sup>	1,015 x 10 <sup>-5</sup>	1,05 x 10 <sup>-5</sup>	3,39 x 10 <sup>-5</sup>	1,61 x 10 <sup>-5</sup>
k <sub>r</sub> - Wert [m/s]	6,32 x 10 <sup>-6</sup>	2,03 x 10 <sup>-5</sup>	2,10 x 10 <sup>-5</sup>	6,78 x 10 <sup>-5</sup>	3,22 x 10 <sup>-5</sup>

Datum: 05.04.05

n:

0,2 1/a

Muldenversickerung

Projekt:

Harsewinkel-Greffen

Bemerkung:

Musterbemessung

Bemessunsgrundlagen

Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung : uA 100 m<sup>2</sup> Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand w : 1,5 m mittlere Versickerungsfläche As: 25 m² Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes kf: 3E-05 m/s Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1 tE.max: 16 h Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A117 fz : 1,20 -

Starkregen nach: aus Datei

DWD Station: Harsewinkel.str Räumlich interpoliert? Gauß-Krüger Koord, Rechtswert: Hochwert: m Geogr. Koord, östl. Länge: nördl. Breite: Rasterfeldnr. KOSTRA Atlas 1997 horizontal vertikal Rasterfeldmittelpunkt liegt: Überschreitungshäufigkeit

Berechnungsergebnisse

Muldenvolumen **V**: 2.4 m<sup>3</sup> Einstauhöhe **z** : 0.10 m Entleerungszeit für n = 1 tE: 0.8 h Flächenbelastung Au/As: 4.0 -Zufluss Qzu : 1.1 l/s spezifische Versickerungsrate 37.5 l/(s\*ha) qs: maßgebende Regenspende r(D.n) : 84 l/(s\*ha) maßgebende Regendauer D: 50 min

Warnungen und Hinweise Keine vorhanden.

Rigolen- und Rohr-Rigolenversickerung

Harsewinkel-Greffen Projekt:

Bemerkung: Musterbemessung

Bemessunsgrundlagen

Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	Au:	100 m²
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	W:	1,5 m
Breite der Rigole	bR:	1 m
Höhe der Rigole	h:	0,3 m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials der Rigole	sR:	0,3 -
Anzahl der Sickerrohre 1 Sickerrohr - Innendurchmesser	di :	100 mm
Sickerrohr - Aussendurchmesser	da:	110 mm
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	kf:	3E-05 m/s
Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A117	fz:	1,20 -

Datum: 05.04.05

Starkregen nach: aus Datei

DWD Station:	Harsewinkel.str		Räumlich interpoliert?			
Gauß-Krüger Koord, Rechtswert :		m	Hochwert:	n	n	
Geogr. Koord. östl. Länge :	o 1	*1	nördl. Breite :     °       '	1		*1
Rasterfeldnr. KOSTRA Atlas 1997	7 horizontal		yertikal			
Rasterfeldmittelpunkt liegt:						

Überschreitungshäufigkeit n: 0,2 1/a

Berechnungsergebnisse

Rigolenlänge	L:	19.36	m
Gesamtspeicherkoeffizient	sRR:	0.32	_
Zufluss	Qzu :	1.2	l/s
spezifische Versickerungsrate	qs:	33,4	l/(s*ha)
maßgebende Regenspende	г(D <b>.</b> n) :		l/(s*ha)
maßgebende Regendauer	Ď:		min
erforderliche Wasseraustrittsfläche der Sickerrohre		10	cm²/m

Warnungen und Hinweise Keine vorhanden.

Muldenversickerung

Projekt:

Harsewinkel-Greffen

Bemerkung:

Musterbemessung

Bemessunsgrundlagen

Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung Au: 100 m<sup>2</sup> Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand 1,5 m w: mittlere Versickerungsfläche As: 50 m<sup>2</sup> Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes kf: 3E-05 m/s Maximal zulässige Entleerungszeit für n = 1 tE.max: 16 h Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A117 fz: 1.20 -

Datum: 05.04.05

Starkregen nach; aus Datei

DWD Station: Harsewinkel.str Räumlich interpoliert? Gauß-Krüger Koord, Rechtswert: Hochwert: m Geogr. Koord. östl. Länge: nördl. Breite: Rasterfeldnr. KOSTRA Atlas 1997 horizontal vertikal

Rasterfeldmittelpunkt liegt:

Uberschreitungshäufigkeit n: 0.2 1/a

Berechnungsergebnisse

Muldenvolumen V: 2.2 m<sup>3</sup> Einstauhöhe z: 0.04 m Entleerungszeit für n = 1 tE: 0.4 h Flächenbelastung Au/As: 2.0 -Zufluss Qzu: 2,0 l/s spezifische Versickerungsrate qs: 75.0 I/(s\*ha) maßgebende Regenspende r(D,n) : 132 l/(s\*ha) maßgebende Regendauer D: 25 min

Warnungen und Hinweise Keine vorhanden.

Mulden-Rigolen Versickerung

Projekt:

Harsewinkel-Greffen

Bemerkung:

Musterbemessung

Bemessunsgrundlagen Angeschlossene undurchlässig

Angeschlossene undurchlässige Fläche ohne genaue Flächenermittlung	Au:	100	m²
Abstand Geländeoberkante zum maßgebenden Grundwasserstand	w:	1,5	m
mittlere Versickerungsfläche der Mulde	As,M:	10	m²
Breite der Rigole	bR:	1	m
Höhe der Rigole	h:	0.3	m
Speicherkoeffizient des Füllmaterials der Rigole	sR:	0,3	_
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone der Mulde	kf,M:	3E-05	m/s
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone des Untergrundes	kf:	3E-05	m/s
	tE,max :	12	h
Anzahl der Sickerrohre 1 Sickerrohr - Innendurchmesser	di∶	100	mm
Sickerrohr - Aussendurchmesser	da:	110	
Drosselabflussspende	qdr :	0	l/(s*ha)
Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A117	fz:	1.20	- ′

Datum: 05.04.05

Starkregen nach: aus Datei

DWD Station :	Harsewinkel.str		Räumlich interpolie	ert ?	
Gauß-Krüger Koord, Rechtswert:		m	Hochwert :		m
Geogr. Koord. östl. Länge:	- ,	n	nördl. Breite :	0 1	11
Rasterfeldnr. KOSTRA Atlas 1997	' horizontal		vertikal		
Rasterfeldmittelpunkt liegt:					
Überschreitungshäufigkeit der Mu	lde		nM :	0.2	1/a
Überschreitungshäufigkeit der Rig			nR:	0,2	1/a
J			mv.	0,2	1/4
Berechnungsergebnisse					
Muldenvolumen			V:	2.90	m³
Einstauhöhe der Mulde			7:	0.29	
maßgebende Mulden - Regensper	ada				m
mendenering ingigett. Mederiaher	ide		r(D,n),M :	75	l/(s*ha)

		٧.	2,90	m۳
Einstauhöhe der M		z :	0,29	m
maßgebende Muld		r(D,n),M :	75	l/(s*ha)
maßgebende Muld		D,M:		min
maßgebende Rigol		r(D,n),R :		l/(s*ha)
maßgebende Rigol	en - Regendauer	Ď.R :		min
Rigolenlänge		L:		m
Entleerungszeit der		tE:	2.6	h
spezifische Abfluss	spende	qs:	7.5	I/(s*ha)
Zufluss		Qzu :	0.5	l/s
erforderliche Wasse	eraustrittsfläche der Sickerrohre			cm²/m
Flächenbelastung		Au/As.M :	10.0	-

# Deutscher Wetterdienst GF Hydrometeorologie



Niederschlagshöhen und -spenden für das Rasterfeld Spalte:21 Zeile: 42 in der Zeitspanne Januar - Dezember

T I	0,5	1	L,O	2	2,0	:	5,0	10	0,0	20	0,0	5(	0,0	100	3,0
D I I 5,0 min I	hN 4,8 161	rn hn	rN 225,1	hn 8,7	rN 288,9	hN	rN 373,2	hN	rN 436,9	hN 15,0	rN 500,7	hN 17.6	rN 585,0	hN	rN 648,8
10,0 min I 15,0 min I 20,0 min I 30,0 min I	6,0 100 6,9 76 7,5 62 8,5 47	,1 9,8 ,5 10,7	141,9 108,3 89,5 68,3	11,0 12,6	183,3 140,5 116,4 89,2	14,3 16,5 18,2	238,1 183,1 152,0 116,9	16,8 19,4 21,5	279,5 215,3 178,9 137,8	19,3 22,3 24,7	321,0 247,5 205,8 158,7	22,5 26,1 29,0	375,7 290,0 241,4 186,3	25,0 29,0 32,2	417,2 322,2 268,3 207,3
45,0 min I 60,0 min I 90,0 min I 2,0 h I	9,7 35 10,6 29 12,0 22 13,0 18	,9 14,1 ,5 15,5 ,1 17,0	52,1 43,1 31,4 25,1	18,5 20,4 22,0 23,2	68,4 56,6 40,7 32,2	24,3 26,9 28,6 30,0	89,9 74,6 53,0 41,6		106,1 88,2 62,3 48,7	33,0 36,6 38,7	122,4 101,8 71,6	38,8 43,1 45,3	143,9 119,7 83,9	43,2 48,0 50,3	160,1 133,3 93,2
3,0 h I 4,0 h I 6,0 h I 9,0 h I	14,6 13 15,8 11 17,7 8	,5 19,8	18,3 14,7 10,7 7,8	25,1 26,5 28,6 30,9	23,2 18,4 13,2 9,5	32,0 33,5 35,8 38,4	29,6 23,3 16,6	37,2 38,9 41,3	34,5 27,0 19,1	40,2 42,5 44,2 46,8	55,8 39,3 30,7 21,7	46,9 49,4 51,2 54,0	65,2 45,7 35,6 25,0	52,0 54,6 56,6 59,5	72,3 50,6 39,3 27,5
12,0 h I 18,0 h I 24,0 h I 48,0 h I	21,3 4 21,6 3 21,9 2	,9 27,0 ,3 27,3 ,5 27,5	6,3 4,2 3,2	32,7 32,9 33,1	7,6 5,1 3,8	40,3 40,4 40,6	11,8 9,3 6,2 4,7	44,0 46,0 46,1 46,3	13,6 10,6 7,1 5,4	49,6 51,7 51,8 51,9	15,3 12,0 8,0 6,0	57,0 59,3 59,3	17,6 13,7 9,2 6,9	62,6 65,0 65,0	19,3 15,0 10,0 7,5
72,0 h I		,8 37,5 ,5 45,0	2,2 1,7	43,9 51,8	2,5 2,0	52,4 60,7	3,0 2,3	58,8 67,5	3,4 2,6	65,1 74,3	3,8 2,9	73,6 83,2	4,3 3,2	80,0 90,0	4,6 3,5

T - Wiederkehrzeit (in a): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

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

Berücksichtigung finden.

D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in min, h) hN - Niederschlagshoehe (in mm) rN - Niederschlagsspende (in 1/(s\*ha))