

*Dr. E. Horsthemke
Ingenieurgeologisches Büro
Determeyerstraße 170
33334 Gütersloh
Tel.: 05241 - 400856
ehorsthemke@osnanet.de*

Stadt Harsewinkel,
Bebauungsplangebiet
„Am krummen Timpen“

Hydrogeologische Untersuchungen
zur Versickerungsfähigkeit
des Untergrundes für
Niederschlagswasser

23.02.2018

Auftraggeber :

Stadtverwaltung Harsewinkel
Postfach 15 64
33419 Harsewinkel

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang	2
2. Örtliche Situation des Baugebietes	2
3. Untersuchungsumfang	3
4. Untersuchungsergebnisse; Boden und Grundwasserverhältnisse Korngrößenverteilung,	3 - 5 5
5. Möglichkeiten zur Versickerung des Niederschlagswassers	6
6. Bautechnische Bewertung der Böden	7 - 9
7.1 Hinweise zu den Erschließungsmaßnahmen, Kanalverlegung	9
7.2 Hinweise zu den Erschließungsmaßnahmen, Straßenbau	10

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan, Positionen der Rammkernbohrungen
Anlagen 2	Bodenaufbau / Profildarstellungen
Anlage 3	Höhenvergleichendes Bodenprofil
Anlage 4	Summenkurven zu Korngrößenanalysen

1. Vorgang

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens „Am krummen Timpen“ sieht die Stadt Harsewinkel für eine Fläche im Ortsteil Marienfeld eine zukünftige Nutzung als Wohngebiet vor. Durch die Stadt Harsewinkel wurde ich beauftragt, in dem betreffenden Planungsbereich Untersuchungen der Boden- und Grundwasserverhältnisse durchzuführen und die Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser zu überprüfen. Zusätzlich erfolgt eine Bewertung des Baugrundes im Hinblick auf vorgesehene Kanal- und Straßenbaumaßnahmen.

2. Örtliche Situation des Baugebietes

Das für insgesamt 33 neue Wohnbaugrundstücke ausgewiesene Planungsareal bildet eine zurzeit landwirtschaftlich genutzte Fläche am Nordrand der bestehenden Wohnbebauung von Marienfeld von insgesamt etwa 29.000 m². Die Fläche liegt zwischen der Wadenhardstraße im Südwesten und der Anliegestraße „Am krummen Timpen“ im Südosten. Die nordwestliche Begrenzung bildet ein Entwässerungsgraben, nordöstlich schließen angrenzende Ackerflächen sowie eine Waldfläche an.

Die Planungsfläche wird im nördlichen Bereich durch eine Hochspannungsleitung gequert (110 kV), deren Verlauf die vorgesehenen Wohnbaufläche durch einen Abstandstreifen von etwa 30 m Breite in zwei Teilgebiete trennt.

Die Planungsfläche liegt in einer Region weiträumig schwach ausgeprägter Geländemorphologie. Entlang der Planungstrasse treten geringe Niveauunterschiede von etwa 66,8 m ü NN im Nahbereich des Grabens in Westen bis etwa 68,3 m ü NN im Übergang zu der nordöstlich angrenzenden Waldfläche auf.

Den nächstgelegenen Vorfluter bildet der nach Südwesten fließende Entwässerungsgraben, der dem Einzugsgebiet des etwa 500 m südlich fließenden Wöstenbach angeschlossen ist.

Die geologische Karte weist für die Fläche weichselzeitliche Niederterrassensande als oberflächennahe Böden aus, die im nördlichen Teilbereich von jüngeren Flugsanden überlagert werden können. Unter den unverfestigten quartären Ablagerungen wird in einem Niveau von etwa 55 bis 57 m ü NN der Übergang zum Festgestein, dem Mergelgestein der Oberkreide erwartet.

3. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurden am 23.11.2017 und am 22.02.2018 zehn Rammkernsondierbohrungen (RKS, $\varnothing = 50 - 60$ mm) bis in maximal 5,0 m unter Geländeoberfläche niedergebracht. Die Positionen der Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe über NN eingemessen, und in den Lageplan der Anlage 1 eingetragen. Als Höhen-Bezugspunkt diente ein Kanaldeckel in der Fahrbahn der angrenzenden Anliegerstraße (KD 68,02 m ü NN).

Den aufgeschlossenen Böden wurden gestörte Proben entnommen, von denen vier Bodenproben im bodenmechanischen Labor hinsichtlich der Korngrößenverteilungen untersucht wurden.

4. Untersuchungsergebnisse, Boden- und Grundwasserverhältnisse, Kornverteilungen

Der angetroffene Bodenaufbau geht aus den Profildarstellungen der Anlagen 2 und 3 hervor. Folgende Böden werden unterschieden:

- Der organische Oberboden wird jeweils von humosen, dunkelgrauen bis dunkelbraunen Fein- bis Mittelsanden gebildet (OH). Der Mutterboden wurde in wechselnder Mächtigkeit von 0,25 bis 0,50 m aufgeschlossen.
- Unterhalb der organischen Oberböden besteht der Untergrund bis in den erbohrten Aufschlusstiefen durchgehend aus Sanden bzw. sanddominierten Böden. Es handelt sich um homogene Fein- bis Mittelsande, die nur geringfügig in den Kornverteilungen und den in Lagen zusätzlich enthaltenen, meist geringen Schluffanteilen differieren. Die Sande werden als „enggestuft“ und auch als „schwach schluffig“ beurteilt (SE bzw. SU nach DIN 18 196). In Tiefen unterhalb von 2,3 m können in Zwischenlagen örtlich Feinsande mit Schluffanteilen von $> 15\%$ auftreten, die gemäß DIN 18 196 als „schluffige Sande“ (SU*) einzustufen sind. In den unmittelbar mutterbodenunterlagernden Sanden treten örtlich markante rostbraune Verfärbungen auftreten, die auf Verockerungen der oberen Sandschichten zurückgeführt werden, und die am Südwestrand der Fläche zu kiesigen Verkrustungen führten. In den grabennahen Aufschlussbohrungen war in wechselnder Tiefe zwischen 1,2 und 2,6 m eine Schicht mit geringen Anteilen an Pflanzenresten vorzufinden, die als Relikte ehemaliger Baumwurzeln beurteilt wurden.

Die Aufschlussbohrungen werden zusammenfassend so bewertet, dass unterhalb des bisher durch Ackerbau beanspruchten Mutterbodens ausschließlich Sande vorliegen, die bis in mindestens 5 m Tiefe ausschließlich pleistozänen (eiszeitlichen) Ablagerungen zugeordnet werden. Die weitgehend homogene Sandabfolge entspricht lokaltypischen Fein- bis Mittelsanden weichselzeitlicher Niederterrassen.

Im Nahbereich des Waldes werden die oberen 1,1 m als Flugsandablagerungen bewertet.

Die in den Bohrungen aufgeschlossenen Böden waren nach Farbe und Geruch unauffällig. Hinweise auf mögliche Belastungen des Untergrundes durch eingedrungene Schadstoffe liegen nicht vor.

Unterhalb des Mutterbodens werden die Sande ausschließlich als geogen abgelagerten Böden eingestuft. Anthropogene Böden (Auffüllungen) waren nicht anzutreffen.

Grundwasser

Im Zuge der Erkundungen wurden folgende Grundwasserstände eingemessen:

Bohrung	GW m u Geländeoberfläche	GW m ü NN
RKS 1	0,78	66,46
RKS 2	0,90	66,69
RKS 3	0,90	66,96
RKS 4	0,54	66,54
RKS 5	0,69	66,20
RKS 6	0,57	66,26
RKS 7	0,76	66,37
RKS 8	0,70	66,62
RKS 9	0,76	66,92
RKS 10	1,19	66,04

Die Sondierungen RKS 1 bis RKS 3 wurden im November durchgeführt, die Pegelstände lagen hier im Februar jeweils um etwa 15 cm tiefer. Aus den im Februar 2018 ermittelten Pegelständen lässt sich eine Neigung der Grundwasseroberfläche nach Südwesten ablesen, die im Nahbereich des Grabens deutlich nach Westen umschwenkt. Die Entwässerungswirkung des Grabens wird hier für die oberflächennahen Böden verdeutlicht. Die Neigung der Grundwasseroberfläche entspricht grundsätzlich dem in der Grundwassergleichenkarte L 4116 für den Untersuchungsbereich ausgewiesenen Grundwasserfluss in südwestlicher bis westlicher Richtung.

Hinsichtlich möglicher Schwankungen liegen unmittelbar für die Planungsfläche keine Pegeldata zu längerfristigen Messungen vor. Die etwa 580 m westlich gelegene Grundwassermessstelle 020782937-GO3 Golf Harsewinkel weist für den Zeitraum von 1999 bis 2017 ein Schwankungsspektrum von 64,38 bis 66,00 m ü NN aus. Das Schwankungsspektrum von 1,62 m kann m.E. auf die Planungsfläche übertragen werden. Die absoluten Werte sind aufgrund der regional nach Westen bis Südwesten ausgerichteten Grundwasserfließrichtung etwas höher anzusetzen.

Im Nahbereich des Grabens wird mit potentiellen Höchstständen von etwa 66,70 m ü NN gerechnet. Die Fläche liegt deutlich außerhalb ausgewiesener Hochwasser- oder Überschwemmungsgebiete, die im Nahbereich des Wöstenbach etwa 480 m südlich markiert werden. Nach Phasen starker Niederschläge (November 2017 bis Januar 2018) waren in den Nahbereichen des Grabens örtliche Ansammlungen von Oberflächenwasser vorzufinden. Der Oberboden war hier nicht trittfest und ließ starke Beeinträchtigungen durch Kapillarwasser annehmen.

Korngrößenverteilungen

Im bodenmechanischen Labor wurden vier der gestört entnommenen Bodenproben hinsichtlich der Korngrößenverteilungen untersucht. Die Ergebnisse sind den Summenkurven in Anlage 4 zu entnehmen. Aus den Verteilungen ergeben sich folgende Einstufungen:

Probe	Bezeichnung nach EN ISO 14 688 / DIN 18196	Durchlässigkeit (Hazen)
RKS 1 (0,3 - 1,0 m)	Feinsand, stark mittelsandig SE	$k_f = 8,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 3 (0,7 - 1,2 m)	Feinsand, mittelsandig SE	$k_f = 7,1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 4 (0,3 - 1,0 m)	Feinsand, stark mittelsandig SE	$k_f = 8,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 6 (2,1 - 3,0 m)	Feinsand, mittelsandig SE	$k_f = 8,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Für die untersuchten Sandproben wurden jeweils Feinkornanteile von unter 5 % ermittelt, so dass ausschließlich Sande der Gruppe SE belegt wurden. In dünnen Wechsellagen treten aber zum Teil auch Lagen mit schwach erhöhten Schluffanteilen auf, die dann die Einstufung SU erfordern.

Aus den Summenkurven der Kornverteilungen ließen sich nach HAZEN Durchlässigkeitsbeiwerte im Spektrum von $k_f = 7,1$ bis $8,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ermitteln. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass die über gestört entnommene Bodenproben bestimmten Summenkurven feinschichtige Wechsel im vertikalen Aufbau der Sandlagen nicht berücksichtigen können. Auch die durchlässigkeitshemmenden Auswirkungen von Verockerungen der oberflächennahen Sandschichten können durch die rechnerische Ermittlung über Summenkurven nicht berücksichtigt werden. Die reale Durchlässigkeit der oberflächennahen Sande ist daher m.E. etwas niedriger bei etwa $k_f = 4$ bis $6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ anzusetzen.

5. Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser

In Anlehnung an DIN 18 300 T 1 werden Lockersedimente mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-4} m/s als „durchlässig“ bezeichnet. Nach Arbeitsblatt A 138 der DWA gilt zusätzlich, dass die dezentrale Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Grundwasser nur in Lockergesteinen mit k_f -Werten von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s erfolgen sollte. Die ermittelten Werte liegen für die in der Planungsfläche oberflächennah anstehenden Sandböden im Bereich der durch die Vorgaben der DWA gebotenen Durchlässigkeit.

Neben der nachgewiesenen ausreichenden Durchlässigkeit setzt die Errichtung von Versickerungsanlagen gemäß DWA - A 138 einen Flurabstand voraus, der für die Mächtigkeit des Sickertraumes ein Mindestmaß von 1,0 m gewährleistet (bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand). Dies gilt auch nach dem Runderlass des MURL (NRW) vom 18.05.1998.

Die hydrogeologischen Gegebenheiten der Planungsfläche werden unter Berücksichtigung der ermittelten Grundwasserstände und der für den Ortsbereich verfügbaren Daten zu Grundwasserschwankungen so beurteilt, dass der für Bemessungen von Versickerungseinrichtungen anzusetzende mittlere höchste Grundwasserstand in der westlichen Fläche im Niveau von etwa 66,5 m ü NN und in der nordöstlichen Fläche von etwa 67,3 m ü NN liegt. Die Werte liegen etwa 0,3 m über den im Februar 2018 gemessenen Werten.

Das o.g. Mindestmaß für die Sickerstrecke kann unter Berücksichtigung des aktuellen Geländeniveaus in der gesamten Fläche nicht eingehalten werden. In begründeten Ausnahmefällen kann das genannte Mindestmaß für die Sickerstrecke zwar grundsätzlich unterschritten werden. Zu beachten ist aber, dass der potentiell geringe Flurabstand nur sehr flache, oberflächennah gegründete Versickerungsanlagen zulässt. Diese können bei Wohnbaugrundstücken in der Größenordnung von etwa 450 bis 600 m² zu unerwünschten Einschränkungen der Nutzung führen. Daher wird unter Berücksichtigung der als zu gering zu bewertenden Flurabstände empfohlen, die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser in der Planungsfläche nicht zuzulassen und stattdessen eine zentrale Lösung mit Anlage eines Regenwasserkanals und Konzentrierung in einem zentralen Retentionsraum anzustreben.

6. Bautechnische Bewertung der Böden

Der baugrundrelevante Untergrund besteht weitgehend aus Sanden. Generell gelten Sande als tragfähige Böden mit vergleichsweise hoher Scherfestigkeit. Die angetroffenen Böden werden nach Beurteilung im Gelände gemäß EN ISO 14 688 für Bodenarten, DIN 18 196 für Bodengruppen und DIN 18 300 für Bodenklassen wie folgt eingeordnet:

Bodenbeschreibung	Bodenart	Bodengruppe	Bodenklasse
<i>Organische Oberböden, Mutterboden</i>			
Fein- bis Mittelsand, humos	S, h, u'	OH	1
<i>Pleistozäne Sande</i>			
Feinsand, mittelsandig bis stark mittelsandig	fS, ms, - ms*	SE	3
Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig	fS, ms, u'	SU	3
Feinsand, schluffig,	fS, u, ms'	SU*	4

Den baugrundrelevanten Böden werden auf Grundlage der bodenmechanischen Untersuchungen und der Beurteilung im Gelände überschlägig folgende Einstufungen und charakteristische Kennwerte zugeordnet:

Fein- bis Mittelsand, z.T. schwach schluffig

SE, SU

Lagerungsdichte	locker bis mitteldicht
Wichte	$\gamma = 18 - 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Wasser	$\gamma' = 9 - 10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\phi' = 30 - 35^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 20 - 80 \text{ MN/m}^2$
Durchlässigkeit	$4 \times 10^{-5} \text{ bis } 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
Frostempfindlichkeitsklasse	F 1 (nicht frostempfindlich)

Feinsand, schluffig

SU*

Lagerungsdichte	mitteldicht (steif)
Wichte	$\gamma = 19 - 21 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Wasser	$\gamma' = 10 - 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\phi' = 30^\circ$
Kohäsion	$c' = 0 - 2 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 18 - 40 \text{ MN/m}^2$
Durchlässigkeit	$1 \times 10^{-6} \text{ bis } 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
Frostempfindlichkeitsklasse	F 3 (stark frostempfindlich)

Homogenbereiche

Die unterhalb der organischen Oberböden anstehenden Sande können zur Erfüllung der Vorgaben der VOB Teil C für das Gewerk Erdbauarbeiten zu einem „Homogenbereich“ zusammengefasst werden.

Frostsicherheit

Die durch Straßenbaumaßnahmen angeschnittenen oberflächennahen Bodenschichten bestehen unter den organischen Oberböden aus frostfreien Sanden der Gruppen SE und SU, die gemäß ZTVE als „nicht frostempfindlich“ einzustufen sind (F 1-Böden).

Erdbebenzonen

Die Fläche liegt außerhalb der gemäß DIN 4149 aufgeführten Erdbebenzonen (Zonen 0 bis 3).

Baugruben / Wasserhaltung / Auftrieb

Bei angenommenen Gründungstiefen von bis zu etwa 3,0 m unter der späteren Fahrbahnoberfläche werden die in der Planungsfläche entstehenden Baugruben weitgehend im Niveau der weichselzeitlichen Niederterrassensande ausgehoben. In den oberflächennahen Sanden können Baugrubenböschungen in Winkeln von $< 50^\circ$ angelegt werden, soweit die angeschnittenen Böden keine Grundwassersättigung aufweisen (Grundwasserhaltung).

In den Baugruben für Kanaltrassen können grundsätzlich verschiedene Verbaukörper zum Einsatz kommen. Wird örtlich das Einbringen von Spundbohlen erwogen, ist anzunehmen, dass der Untergrund des B-Plangeländes bis in mindestens 5 m Tiefe eine ausreichende Rammfähigkeit aufweist. Für die geplanten Tiefbaumaßnahmen ist je nach vorgesehener Gründungstiefe und bauzeitlich vorherrschenden Grundwasserständen mit grundwassergesättigten Böden zu rechnen. Im wassergesättigten Zustand können in den Sanden keine standsicheren Baugrubenböschungen angelegt werden, so dass im Zuge von Tiefbauarbeiten Maßnahmen zur geschlossenen Grundwasserhaltung erforderlich werden. Erfahrungsgemäß ist in den nachgewiesenen Fein- bis Mittelsanden der Einsatz von Sauglanzen als geeignetes Verfahren zur Absenkung des Grundwassers zu bewerten.

Untergeschosse oder andere im Untergrund einbindende Anlagen (z.B. Behälter zur Regenwassernutzung) sind gegen von außen drückendes Wasser (gem. DIN 18195) und gegen Schäden durch Auftrieb zu sichern. In der Bauphase darf die Grundwasserhaltung erst beendet werden, wenn eine ausreichende Sicherheit gegen Auftrieb gegeben ist. Der anzusetzende Bemessungswasserstand ist projektbezogen in Abhängigkeit zur Lage innerhalb der Fläche festzulegen.

Wiederverwendung von Erdaushub

Soweit der humose Mutterboden als Aushub vorliegt, kann das Material an anderer Stelle als kulturfähiger Oberboden wiederverwendet werden. Für Bereiche, in denen Anforderungen an die Trag- und Verdichtungsfähigkeit eingebauter Materialien gestellt werden, ist der Mutterboden nicht zu verwenden.

Unter dem Mutterboden bestehen die auszuhebenden Böden im Wesentlichen aus verwertbaren Sanden. Der Boden ist hinsichtlich der Verdichtungsfähigkeit und der Tragfähigkeitseigenschaften vielseitig wiederverwendbar. Geringe Einschränkungen zur Wiederverwendbarkeit können sich aufgrund der engen Kornabstufung sowie bei erhöhten Wassergehalten ergeben.

7.1 Hinweise zu Erschließungsmaßnahmen / Kanalverlegung

Die Anforderungen der DIN 4124 („Baugruben.....Verbau“) sind im Zuge von Tiefbauarbeiten grundsätzlich zu erfüllen. Für Kanalbauwerke wird mit Sohl-tiefen im Spektrum von etwa 0,8 bis 3,0 m gerechnet.

Aufgrund der ermittelten Grundwasserstände und möglicher Anstiege auf ein Niveau wenige Dezimeter unter der Geländeoberfläche ist damit zu rechnen, dass die anzulegenden Kanalbaugruben das Niveau grundwassergesättigter Böden anschneiden. Daher sind bei Tiefbauarbeiten grundsätzlich Maßnahmen zur Grundwasserhaltung einzukalkulieren.

In den freigelegten Gründungsebenen der Kanalbauwerke ist damit zu rechnen, dass vorwiegend sandige Böden den unmittelbar lasttragenden Baugrund bilden. Die Sande lassen weitgehend gute Tragfähigkeiten erwarten. Falls örtlich geringe Lagerungsdichten vorliegen, kann die Sohle dynamisch nachverdichtet werden. Eine Nachverdichtung kann aber nur bei ausreichendem Abstand zum Grundwasser von etwa 0,4 m erfolgen.

Zur Verfüllung der Kanalgräben ist den Anforderungen gemäß ZTVA-StB nachzukommen. Die Gräben sind lagenweise mit Material der Verdichtbarkeitsklasse V 1 („nichtbindige bis schwachbindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden“) zu verfüllen. Die Bauarbeiten sollten durch Maßnahmen zur Einbauüberwachung und durch Nachweise der erzielten Verdichtungsgrade durch leichte Rammsondierungen begleitet werden.

7.2 Hinweise zu Erschließungsmaßnahmen / Straßenbau

Der vorhandene organische Oberboden ist in den Bereichen geplanter Verkehrsflächen vollständig abzuschleifen. Grundsätzlich kann der aus Sanden bestehende freigeschobene Straßenuntergrund bei geringen Wassergehalten eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Sofern geringe Lagerungsdichten vorliegen, kann der Untergrund ggf. nachverdichtet werden. Der erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ist auf der Oberfläche des Straßenuntergrundes nachzuweisen.

Die erforderliche Mächtigkeit der Tragschichten ist je nach Belastungsklasse gemäß RStO festzulegen. Bei Verwendung von abgestuftem Brechkornmisch der Körnung 0/45 sollten auf der Oberfläche der ungebundenen Tragschichten ein Verformungsmoduln von $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden. Für die Schottertragschicht sollte hierzu eine Mächtigkeit von 0,3 bis 0,4 m ausreichen.

Dr. E. Horsthemke