Gey & John GbR

Ingenieurgeologen für
Baugrunderkundung und -bewertung
Baustellenbetreuung
Hydrogeologische und
Umwelttechnische Untersuchungen

Bodengutachten

Projektnummer: **p/104587**

Projekt: Stadt Warendorf
Bebauungsplan Nr. 1.19
„Zwischen Lange Wieske und Dr. Rau-Allee“

Auftraggeber: Elmer Immobilien GmbH
Dr.-Rau-Allee 79
48231 Warendorf

Planung: köster projekt
Röntgenstrasse 3
59757 Arnsberg

Gernhold Architekten
Harsewinkelgasse 21
48143 Münster

Bearbeiter: Dipl.- Geol. A. Gey

Münster, den 29. Juli 2010

Ingenieurgeologisches Büro Gey & John GbR · An der Kleimannbrücke 13 · 48157 Münster · internet: www.igb-muenster.de · email: i.g.b@t-online.de
Tel.: 0251 / 32 79 09 · Fax: 0251 / 32 79 28 · Bankverbindung: Sparkasse Hamm (BLZ 410 500 95) Kto.-Nr. 49 01 10

Anlagen

Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Aufschlusspunkten, Maßstab ca. 1 : 1.000

Nr. 2 Schichtenprofile gem. DIN 4023, Maßstab der Höhe 1 : 30

Nr. 3 Ergebnisse der Versickerungs-/Auffüllversuche

Inhaltsverzeichnis

1. VORBEMERKUNGEN 3

2. BODENUNTERSUCHUNG 4

2.1 GELÄNDE- UND LABORARBEITEN 4

2.2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 4

2.2.1 BAUGRUNDSCHICHTUNG / BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN 4
2.2.2 GRUNDWASSER 5
2.3 BODENGRUPPEN, BODENKLASSEN, FROSTEMPFINDLICHKEITSKLASSEN, CHARAKTERISTISCHE BODENKENNGRÖßEN 5

3. BAUTECHNISCHE FOLGERUNGEN 7

3.1 VERWENDUNG DES AUSHUBMATERIALS 7
3.2 TRAGFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES / WASSERHALTUNG 7
3.3 KANALGRABENSICHERUNG / VERFÜLLUNG DER ARBEITSRÄUME 8
3.4 VERKEHRSFLÄCHEN 8
3.5 VERSICKERUNG VON NIEDERSCHLAGSWASSER 9

1. Vorbemerkungen

Die Elmer Immobilien GmbH, Dr.-Rau-Allee 79, 48231 Warendorf, plant mit **köster projekt**, Röntgenstrasse 3, 59757 Arnsberg, und **Gernhold Architekten**, Harsewinkelgasse 21, 48143 Münster, die Erschließung des Bebauungsplanes Nr. 1.19 „Zwischen Lange Wieske und Dr.- Rau-Allee“ in Warendorf.

Neben den namensgebenden Straßenzügen ist noch die Stadtstrasse Nord zu erwähnen, die das dreieckige Plangebiet im Norden begrenzt. Das Plangebiet umfasst folgende Grundstücke in der Gemarkung Warendorf, Flur 32, Flurstück 1052 tlw. und Flur 34, Flurstücke 108, 295, 296, 298, 299, 300 tlw., 301, 302 tlw., 303, tlw., 304 tlw., 306, 250, 315, 316 und 339 mit einer Gesamtfläche von ca. 4,7 ha.

Im Vorfeld der Erschließungsmaßnahme wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR,** An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, mit einer bodenmechanischen und hydrogeologischen Untersuchung des Untergrundes und einer Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse in einem allgemeinen Bodengutachten beauftragt. In diesem Gutachten galt es insbesondere die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes in Hinblick auf eine geplante dezentrale Versickerung des auf den versiegelten Flächen anfallenden Regenwassers darzulegen.

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten für die Bodenuntersuchung stellte der Planraum eine, bei rel. Höhenverläufen um -0,2 / +0,3 m (nur im äußersten Süden bis -0,6 m), relativ ebene Fläche dar. Neben Wohn- und Wirtschaftsgebäuden mit angrenzenden Gärten und entsprechenden Zufahrten unterliegen weite Flächen bislang einer Bewaldung.

Im Nordosten befindet sich ein größerer Teich mit schätzungsweise 1 bis 2 m Wassertiefe. Ein hier ermittelter Wasserspiegel im Teich von knapp -2,05 m rel. Höhe, spricht im Abgleich mit den angrenzend festgestellten Grundwasserständen, für einen natürlichen Teich aus vermutlich einer ehemaligen Entsandung.

Nach Durchsicht der großräumigen Begebenheiten fließt weit im Süden die Ems mit den nördlich vorgelagerten Emsseen. Als Vorfluter dürfte die Ems den weiträumigen Grundwasserabstrom noch leicht beeinflussen, wenn auch höhere Schwankungen des Emspegels über die vorgelagerten Seen weitestgehend abgepuffert werden.

In Ermangelung exakter Planhöhen werden die Gradienten künftiger Erschließungsstraßen im Niveau der jetzigen Geländeoberkante angesetzt. Bezüglich der zukünftigen Kanalisation wird ein Verlauf der Kanalgrabensohle in einer Tiefe zwischen 2 und 3 m angenommen. Es wird von einer Verlegung der Rohre in offener Bauweise ausgegangen.

2. Bodenuntersuchung

2.1 Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erschließung der geologischen und hydrologischen Verhältnisse wurde am 28. Juli 2010 im Bereich des Planraumes insgesamt 6 Kleinbohrungen (RKS 1 bis RKS 6, ∅ 36-60 mm) im Rammkernsondierverfahren bis in Tiefen von 3 und 5 m u. GOK abgeteuft.

Zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden die randlich positionierten, tieferen Aufschlussbohrungen RKS 1, RKS 4 und RKS 6 vor dem Erreichen der Endteufe mittels Filterrohren gestützt und in den so stabilisierten, flachen Bohrlöchern Versickerungs- / Auffüllversuche zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit Untergrundes durchgeführt. Die Versuchsergebnisse in den V 1 bis V 3 sind in der Anlage 3 des Gutachtens sowie in Ergebnisform auch im Profilschnitt auf der Anlage 2 dargestellt.

Die Lage der Kleinrammbohrungen ist dem Lageplan in der beigefügten Anlage 1 zu entnehmen. Als Bezugsniveau zum Höheneinmaß der Bohransatzpunkte diente die Oberkante eines Kanalschachtes mit der rel. Höhe von 0,00 m, gelegen im Süden des Untersuchungsareals.

Die Darstellung der Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen erfolgte in einem Profilschnitt in Anlehnung an die DIN 4023 auf der Anlage 2.

Im ingenieurgeologischen Labor erfolgte eine bodenmechanische Beurteilung der aus den Rammkernsonden entnommenen Bodenproben und eine Abschätzung der bodenmechanischen Kennwerte zur ggf. erforderlichen Durchführung erdstatischer Berechnungen. Um zusätzliche Aussagen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes zu erlangen wurden die im Zuge der Bodenuntersuchung entnommenen Bodenproben, ergänzend zu den bereits im Gelände durchgeführten Auffüll- / Versickerungsversuchen, visuell und sensitiv (Fingerbeprobung) hinsichtlich ihrer Wasserdurchlässigkeit bewertet.

2.2 Untergrundverhältnisse

2.2.1 Baugrundschichtung / Bodenmechanische Eigenschaften

Entsprechend den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 liegt im Untergrund nachfolgend dargestellte, relativ einheitliche, Baugrundschichtung vor:

An der Oberfläche wurde ein **Mutterboden** aus humusführenden, zumeist schwach schluffigen Sanden erbohrt. Der humose Mutterboden weist Stärken zwischen ca.

0,4 und 0,6 m auf. Im Bereich der RKS 3 wurden humose, graue bis braune Sande noch bis 1,1 m u. GOK erfasst. Evtl. handelt es sich um einen Eschboden oder tiefreichende Umlagerungen mit den Oberböden. So wurden im Bereich der RKS 2 und der RKS 3 Ziegelbruchreste in den Oberböden erkundet, die zumindest hier Umlagerungen belegen.

Unterhalb des Mutterbodens / des humosen Auffüllbodens wurden beinahe ausschließlich **nichtbindige Sande** erbohrt. Die Sande differenzieren sich in den höheren Abschnitten in schwach schluffige bis z. T. schwach schluffige, mittelsandige bis stark mittelsandige Feinsande und in den mittleren Tiefenabschnitten um etwa 1,5 m u. GOK (bei der RKS 1 ab 2,6 m u. GOK) in gröber fraktionierte feinsandige Mittelsande mit geringen Grobsand- und Feinkornanteilen. Nach dem Bohrfortschritt zu urteilen sind die Sande mitteldicht gelagert.

Eine Ausnahme von der nichtbindigen Sandfazies bilden Abschnitte der RKS 2, RKS 4 mit hier lagenweisen Einschaltungen an z. T. schwach schluffigen bis schluffigen, also wechselnd bindigen Sanden und die RKS 6, die ab 4,3 m u. GOK feinsandige Schluffe erschloss.

2.2.2 Grundwasser

Während der Aufschlussarbeiten Ende Juli 2010 wurde innerhalb der Bohrlöcher der durchgeführten Kleinrammbohrungen mittels Lichtlot ein Wasserstand zwischen ca. 2 und 2,8 m u. GOK ausgepegelt. Dies entspricht Spiegellagen zwischen ca. -2,1 und -2,6 m rel. Höhe mit einem ganz schwachen Abstromgefälle in Richtung der entwässernden Ems im Süden.

Nach Erfahrungswerten werden Spiegelschwankungen in sandigen und somit günstig wasserwegsamen Porengrundwasserleitern in Größenordnungen um 1,5 / 2 m abgeschätzt. Bei derzeit erwartungsgemäß mittleren Grundwasserständen wird der Maximalwasserstand etwa 0,8 m oberhalb der angetroffenen Höhen abgeschätzt. Der für die Versickerung rel. mittlere Hochgrundwasserstand (MHGW) dürfte etwa 0,5 m oberhalb der derzeitigen Wasserstände liegen.

Die Annahme zum max. Grundwasserstand ist – insbesondere bei der Planung unterkellerten Bauwerke - durch Recherchen zu langfristigen Grundwasserstandsaufzeichnungen von in der Nähe befindlicher Pegel bei den Trägern öffentlicher Belange oder den Wasserverbänden zu prüfen / zu fixieren.

2.3 Bodengruppen, Bodenklassen, Frostempfindlichkeitsklassen, Charakteristische Bodenkenngrößen

Mutterböden

- Im Bereich von Gründungskörpern, Terrassen, Verkehrsflächen, etc. wegen zersetzungsempfindlicher Humusanteile großflächig abzutragen (Abtragsplanum)

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	OH, untergeordnet auch SU, SE A, [OH], [SU], [SE]
Bodenklasse gem. DIN 18 300:	1 / 3
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 94:	wegen zersetzungsgefährdeter Humusanteile nicht relevant

Nichtbindige Sande (max. schwach schluffig)

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	SE, SU
Bodenklasse gem. DIN 18 300:	3
Durchlässigkeitsbeiwert k_f:	zwischen ca. 1 x 10^{-4} m/s und 1 bis 5 x 10^{-5} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 94:	meist F 1 (nicht frostempfindlich), örtlich auch F 2 (gering bis mittel frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18,5	kN/m^3	
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10,5	kN/m^3	
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m^2	
Reibungswinkel φ_k	:	35	°	
Steifemodul $E_{s,k}$	:	40	MN/m^2	mind. mitteldicht gelagert / unzureichend gelagerte Sande im Abtragsplanum sind einer Nachverdichung zu unterziehen

Bindige Sande (schluffig)

- nur in Lagen als schwach schluffig bis schluffig erbohrt

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	SU*
Bodenklasse gem. DIN 18 300:	4 (bei Verschlammung Klasse 2)
Durchlässigkeitsbeiwert k_f:	zwischen ca. 1 x 10^{-5} m/s und 5 x 10^{-6} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 94:	F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19	kN/m^3	
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10	kN/m^3	
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m^2	
Reibungswinkel φ_k	:	30	°	
Steifemodul $E_{s,k}$	:	20	MN/m^2	mind. mitteldicht gelagert / unzureichend gelagerte Sande im Abtragsplanum sind einer Nachverdichung zu unterziehen

Schluffe, feinsandig

- nur bei RKS 6 in größerer Tiefe erbohrt

Bodengruppe gem. DIN 18 196: UL, SU*

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 4 (bei Verschlammung Klasse 2)

Durchlässigkeitsbeiwert k_f: zwischen ca. 5 x 10^{-6} m/s und 5 x 10^{-7} m/s

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 94: F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19		kN/m^3	
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10		kN/m^3	
Kohäsion c'_k	:	0		kN/m^2	
Reibungswinkel φ_k	:	30		°	
Steifemodul $E_{s,k}$	:	10	- 20	MN/m^2	Rechenwert 15 MN/m^2 bei gut steifer Konsistenz / mitteldichter Lagerung

3. Bautechnische Folgerungen

3.1 Verwendung des Aushubmaterials

Der bei den Erd- und Gründungsarbeiten anfallende humusführende Oberböden wird aufgrund seiner zersetzungsgefährdeten humosen Anteile als Füllmaterial im unmittelbaren Bereich der geplanten Bebauung (z.B. Verfüllung von Arbeitsräumen) unter bodenmechanischen Gesichtspunkten nicht empfohlen. Dieser Boden eignet sich – nach Aussortierung örtlich enthaltenen, gröberen Ziegelbruchs - unter bodenmechanischen Gesichtspunkten lediglich zur Geländemodellierung im Bereich zukünftiger Grünflächen.

Die bei den Bodeneingriffen anfallenden nichtbindigen Sande der Verdichtbarkeitsklasse V 1 sind im erdfeuchten Zustand grundsätzlich als einbau- und verdichtungsfähig einzustufen. Auch bindige Sande der Verdichtbarkeitsklasse V 2 können bei trockenen Witterungsbedingungen und im erdfeuchten Zustand lagenweise verdichtet eingebaut werden. Gegenüber den nichtbindigen Sanden zeigen sie jedoch verminderte Wasserdurchlässigkeiten und auch im verdichteten Zustand verringerte Eigensteifigkeiten.

3.2 Tragfähigkeit des Untergrundes / Wasserhaltung

Entsprechend den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 liegt im angenommenen Gründungsniveau für die geplanten Kanalbauwerke ein ausreichend tragfähiger Baugrund (Sande von mitteldichter Lagerung) vor. Ggf. aufgelockerte oder schon im natürlichen Zustand unzureichend gelagerte Sande sind durch Verdichtungen /

Nachverdichtungen in einen ausreichwend tragfähigen, mind. mitteldichten Lagerungszustand zu überführen.

Zur Stabilisierung der Aushubebene in den feinen Sanden wird empfohlen, in der Grabensohle für die Kanalrohre eine dünne Stabilisierungsschicht aus nichtbindigem grobkörnigem Lockergesteinsmaterial (Hartkalksteinschotter 0/45 oder Kiessand 0/32) herzustellen. Diese kann im Bedarfsfall gleichzeitig als bauzeitlicher Flächenfilter zur Aufnahme von Tagens- / Oberflächenwässern gem. VOB bzw. von Restgrundwässer im untersten Sohlenniveau fungieren.

Wird bei den Erdarbeiten für tiefere Kanalgräben (z. B. Schmutzwasserleitungen) oder bei Ausschachtungen für unterkellerte Objekte in den Grundwasserspiegel eingegriffen, empfiehlt sich die beim Anschnitt unter Wasser ausfließenden Sande durch eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung im geschlossenen Verfahren mittels herkömmlicher Vakuumlanzen zu entwässern und so zu stabilisieren.

3.3 Kanalgrabensicherung / Verfüllung der Arbeitsräume

Begangene Abgrabungen mit einer Höhe von mehr als 1,25 m können in Anlehnung an die DIN 4124 in den kohäsionslosen Sanden, eine entsprechende Wasserhaltung vorausgesetzt, bis max. 45° geböscht werden.

Zur Einsparung von Aushubmassen oder bei zu geringem Platzdargebot werden die Kanalgräben im Schutze eines Verbaus angelegt. Als Verbauart kommen, eine vorherige Grundwasserabsenkung vorausgesetzt, ein endgesteifter Stahlplattenverbau oder ein senkrecht, nach innen ausgesteiften Kanaldielenverbau in Frage.

Die Arbeitsräume sind generell mit nichtbindigem, raumbeständigem und verdichtungsfähigem Lockergesteinsmaterial zu verfüllen. Das Einbaumaterial ist lagenweise (Lagenstärke 0,3 m) einzubauen und zur Vermeidung von Nachsackungen auf mind. 97 % bzw. 100 % (ab 1 m unter Planum) Proctordichte zu verdichten.

Im erdfeuchten Zustand kann der anfallende nichtbindige Sandboden als Arbeitsraum- bzw. als Kanaltrassenverfüllung wiederverwendet werden.

3.4 Verkehrsflächen

Befestigte öffentliche Verkehrsflächen sind entsprechend den Vorgaben der RStO 01 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen), der ZTVE-StB 09 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) sowie der TL SoB-StB 04 (Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemoísche und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) herzustellen.

Ausgehend von einer Einteilung der zukünftigen Erschließungsstraße in die Bauklasse III oder IV ist bei dieser Bauklasse in Anlehnung an die o. g. Vorgaben bei

einer geplanten Bauweise mit Schwarzdecke oder Verbundsteinpflasterung über einer ungebundenen Schotter- oder Kiestragschicht (Körnung 0/45 oder 0/56) bei Durchführung von Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18134 auf der ungebundenen Tragschicht des Fahrbahnoberbaus gem. ZTVE-StB 94 ein Verformungsmodul $\mathbf{E_{v2} \geq 150\ MN/m^2}$ zu fordern. Die E_{v2}/E_{v1}-Verhältnisse sollten dabei zur Vermeidung oberflächennaher Kornumlagerungen ein Verhältnis ≤ 2,2 aufweisen.

Nach Abtrag des Mutterbodens / humosen Oberbodens liegt das Abtragsplanum in den überwiegenden Abschnitten im nichtbindigen Sand der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 gem. ZTVE-StB 94 (nicht frostempfindlich).

Auf diesen Sanden kann, bei entsprechender Nachverdichtung des Abtragplanums, erfahrungsgemäß ein Verformungsmodul $\mathbf{E_{v2}}$ **von rd. 45 bis 60 MN/m²** erreicht werden (entsprechend 100 % der einfachen Proctordichte). Zur Gewährleistung des auf dem ungebundenen Oberbau anzustrebenden Verfomungsmoduls $\mathbf{E_{V2}}$ **von mind. 150 MN/m²** reicht es auf einem dicht gelagerten Sand (E_{v2}-Wert ≥ 60 MN/m^2) erfahrungsgemäß aus eine Schotterlage (z. B. Hartkalksteinschotter der Körnung 0/45 oder 0/56) in einer Stärke von etwa 0,4 m aufzubringen. Bei verringerten Verformungsmoduln im Planum muss der ungebundene Oberbau evtl. verstärkt werden. Die Annahme ist durch Versuchsfelder zu prüfen.

Bei einer Schotterstärke von 0,4 m wird der zukünftige Gesamtaufbau bei Verwendung von z. B. Pflastersteinen minimal 0,5 m betragen, bei Verwendung von Schwarzdecken noch geringfügig darüber liegen. Entsprechend wären selbst bei der minimalen Schotterstärke dann auch die Anforderungen an den Gesamtaufbau bei einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 erfüllt.

Liegt das Abtragsplanum merklich unterhalb des Planums (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau), kann die Höhendifferenz durch den Einbau von frostsicheren Sanden (enggestufte nichtbindige Sande mit max. 15% bindigen Anteilen – Bodengruppen SE und SU gem. DIN 18 196 / weitgestufte Sande mit max. 5% bindigen Anteilen – Bodengruppe SW gem. DIN 18 196) überbrückt werden.

Die in den geltenden Richtlinien und Verordnungen für den Straßenbau geforderten Verdichtungswerte bzw. Verformungsmoduln sind jeweils durch die ausführenden Baufirmen nachzuweisen bzw. durch den Gutachter zu überprüfen.

3.5 Versickerung von Niederschlagswasser

Für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser ist das DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005), maßgebend.

Gem. dieses Regelwerks sollte eine gezielte Niederschlagsversickerung über Rigolen oder Mulden nur in Bodenschichten durchgeführt werden, deren Durchlässigkeitsbeiwert k_f in Größenordnungen zwischen 1×10^{-3} und 5×10^{-6} m/s liegt. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f \leq 5 \times 10^{-6}$ m/s ist die geringere Versickerungsrate

durch ein vergrößertes Speichervolumen, wie z. B. durch eine unterhalb der Mulde befindliche Rigole (Mulden-Rigolen-Element) auszugleichen. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f \leq 1 \times 10^{-6}$ m/s kann der verringerte Abfluss nicht mehr durch eine zusätzliche Zwischenspeicherung ausgeglichen werden, so daß in diesem Fall eine zusätzliche Ableitung erforderlich wird (Mulden-Rigolen-System mit Überlauf).

Entsprechend der Bodenansprache lassen sich die Durchlässigkeitsbeiwerte des Untergrundes aus vornehmlich nichtbindigen Sanden zunächst wie folgt abschätzen:

Schichtenfolge	**geschätzter k_f-Wert**
Humoser Oberboden / Mutterboden	
(Sand, schwach schluffig, humos)	10^{-4} bis 10^{-6} m/s
nichtbindiger Sand	
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig bis hin zu Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig)	10^{-4} bis 10^{-5} m/s

Nach der DIN (DEUTSCHE INDUSTRIE NORM) 18 130 ergeben sich für bestimmte Durchlässigkeitsbeiwerte nachfolgend dargestellte Durchlässigkeiten:

stark durchlässig:	$> 10^{-4}$	m/s
durchlässig:	10^{-4} - 10^{-6}	m/s
gering durchlässig:	10^{-6} - 10^{-8}	m/s
sehr gering durchlässig:	$< 10^{-8}$	m/s

Unter Beachtung der DIN 18 130 sind die im Untersuchungsraum angetroffenen nichtbindigen Sande als ausreichend wasserdurchlässig einzustufen und somit für eine Versickerung von Regenwasser geeignet.

Mit Hilfe der durchgeführten Versickerungsversuche nach dem Earth-Manual-Verfahren konnten die abgeschätzten Durchlässigkeitsbeiwerte präzisiert werden. Gem. der Anlage 3 kann den nichtbindigen Sanden demnach ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f in Größenordnungen zwischen ca. 1- 2 x 10^{-4} m/s (schluff-freie bis nur z. T. schwach schluffige Sande) und 7 – 9 x 10^{-5} m/s (max. schwach schluffige Sande) zugeordnet werden.

In Anlehnung an dieses Regelwerk gilt weiterhin, daß die Basis von Versickerungsanlagen mind. 1 m oberhalb des mittleren höchsten Grundwasserstandes (MHGW) liegen sollte, um eine entsprechende Filterung der Wässer während des Versickerungsvorganges zu ermöglichen. Bei unbedenklichen Abflüssen mit geringer stofflicher Belastung der Niederschlagswässer kann bei Flächen- und Muldenversickerungen im begründeten Ausnahmefall auch eine Mächtigkeit des Sickerraumes < 1 m vertreten werden.

Im Umfeld des Planraumes kann der MHGW für Vorbemessungen zunächst mit etwa 0,5 m über dem festgestellten Grundwasserspiegel und somit mit etwa -1,5 bis -2 m rel. Höhe gleichgesetzt werden.

In Anbetracht der festgestellten Untergrundverhältnisse, resp. der Durchlässigkeitsbeiwerte kann aus Sicht des Unterzeichners eine dezentrale Versickerung des Regenwassers im Untersuchungsraum in Erwägung gezogen werden. Aufgrund der festgestellten Flurabstände (beim MHGW) kommen jedoch nur flache Versickerungssysteme wie Mulden (MHGW bei ca. - 1,5 m rel. Höhe und darunter) oder flache Rohr-Rigolen (MHGW bei – 2 m rel. Höhe) in Betracht.

Vereinfachend sollten die Versickerungsanlagen in den nichtbindigen Sanden mit einem leicht abgeminderten Beiwert von kf = 5 x 10-5 m/s bemessen werden. Lagenweise anstehende bindige Sande oder gar Schlufflagen sind durch nicht-bindige, günstig wasserwegsame Schüttungen auszutauschen.

Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem Bodengutachten nicht oder abweichend behandelt wurden, wird der Unterzeichner um Mitteilung gebeten.

Dipl.- Geol. A. Gey