

*Dr. E. Horsthemke
Ingenieurgeologisches Büro
Hagenberg 30
49186 Bad Iburg
Tel.: 05403 - 780279
ehorsthemke@osnnet.de*

Stadt Verl,
Bebauungsplangebiet Nr. 84
Gewerbegebiet Isselhorster Straße
Flurstücke 339 und 346
in Verl-Sürenheide

Hydrogeologische Untersuchungen
zur Versickerungsfähigkeit von
Niederschlagswasser und Bewertung
des Baugrundes im Vorfeld der
Erschließungsmaßnahmen

11.11.2022

Auftraggeber:

Stadt Verl
Postfach 11 64
33398 Verl

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang	2
2. Örtliche Situation des Baugebietes	2
3. Untersuchungsumfang	3
4. Boden und Grundwasserverhältnisse	3 - 5
5. Untersuchung der Versickerungsfähigkeit	5 - 7
6. Bautechnische Bewertung der Böden	8 - 10
7.1. Hinweise zu Erschließungsmaßnahmen, Kanalverlegung	10
7.2. Hinweise zu Erschließungsmaßnahmen, Straßenbau	11

Anlagenverzeichnis

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

1. Vorgang

Die Stadt Verl sieht für Teilbereiche östlich der Isselhorster Straße im Ortsteil Sürenheide eine Erweiterung des angrenzenden Gewerbegebiets vor. Durch die Stadt Verl wurde ich beauftragt, in der betreffenden Planungsfläche Untersuchungen der Boden- und Grundwasserverhältnisse durchzuführen. Ziel der Erkundungen ist die Ermittlung bestehender Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser vor dem Hintergrund der örtlichen geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten sowie eine Bewertung des Baugrundes im Hinblick auf vorgesehene Kanal- und Straßenbaumaßnahmen.

2. Örtliche Situation des Baugebietes

Die Planungsfläche liegt am nördlichen Rand der örtlichen Bebauung von Sürenheide zwischen der Isselhorster Straße im Westen und landwirtschaftlichen Hofgeländen im Osten und Südosten (Flur 4, Flurstücke 339 und 346, Gemarkung Verl). Das unmittelbar südlich angrenzende Ackergelände ist ebenfalls für eine zukünftige Nutzung als Gewerbegebiet vorgesehen, hierzu wurden im Jahr 2014 hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt (Bericht vom 17.04.2014). Auf der Nordseite wird das Gelände durch den Menkebach begrenzt, in geringer Entfernung nordwestlich verläuft die Autobahn A 2. Das zurzeit als Ackerland genutzte Areal erstreckt über etwa 350 m in Ost-West-Richtung und ca. 150 m in Nord-Süd-Richtung und weist eine Gesamtfläche von etwa 57.000 m² auf.

Die Oberflächengestalt des Geländes ist durch die Lage in weiträumig flacher, durch geringe Niveaudifferenzen geprägter Umgebung gekennzeichnet. Das Oberflächenniveau fällt von etwa 87,20 m NHN im Osten auf ca. 85,5 m NHN an der Isselhorster Straße im Westen ab.

Nächstgelegene Vorfluter bilden der am Nordrand des Geländes gelegene Menkebach und ein an Südrand verlaufender Entwässerungsgraben.

Die geologische Karte (Blatt Verl, Maßstab 1:25.000) weist für die Planungsfläche weichselzeitliche Niederterrassensande als oberflächennahe Böden aus, die in höher gelegenen Bereichen von Vorkommen jüngerer Flugsande überlagert werden. Im Nahbereich des Menkebach werden nacheiszeitliche Ablagerungen der Bachau als oberflächennahe Böden ausgewiesen.

Unter den unverfestigten quartären Ablagerungen ist in einer Tiefe von etwa 12 - 16 m der Übergang zum Festgestein, dem Mergelgestein der Oberkreide zu erwarten.

3. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurden am 11. und 13.10.2022 sechs Rammkernsondierbohrungen (RKS, $\varnothing = 50 - 60 \text{ mm}$) bis in jeweils 5,0 m unter Geländeoberfläche niedergebracht. Die Positionen der Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe über NHN eingemessen, und in den Lageplan der Anlage 1 eingetragen. Als Höhen-Bezugspunkt diente ein Kanaldeckel in der Fahrbahn der Industriestraße.

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

4. Boden- und Grundwasserverhältnisse

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

- Der organische Oberboden wird von dunkelgrauen humosen Sanden gebildet (OH). Der Mutterboden wurde in wechselnder Mächtigkeit von 0,25 bis 0,45 m aufgeschlossen.
- Unterhalb des organischen Oberbodens besteht der Untergrund bis in den erbohrten Aufschlusstiefen durchgehend aus Sanden. Es handelt sich weitgehend um homogene Fein- bis Mittelsande, die nur geringfügig in den Kornverteilungen und den in Zwischenlagen zusätzlich enthaltenen geringen Schluffanteilen differieren. Die Sande werden durchgehend als „enggestuft“ und „schwach schluffig“ beurteilt (SE bzw. SU nach DIN 18 196).
Im südlichen Bereich waren die Sande unterhalb wechselnder Tiefen von 1,5 m bis 3,0 m kalkig (RKS 1 bis RKS 3). In den nördlichen Bohrungen RKS 4 bis RKS 6 waren die Sande dagegen jeweils bis in 5 m Tiefe frei von Kalkanteilen.

Zusammenfassend besteht der oberflächennahe Untergrund aus homogenen Fein- bis Mittelsanden, die durchgehend weichselzeitlichen Niederterrassen- und Flugsanden zugeordnet werden und die von einer bis zu 0,45 m mächtigen Schicht aus sandigem Mutterboden überlagert werden.

Nach Abgleich mit Ergebnissen tieferer Bohrungen der Umgebung wird der Übergang zum unterlagernden Festgestein im Niveau von etwa 72 - 74 m NHN erwartet.

Hinsichtlich der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes können die oberen Sande grundsätzlich als ausreichend durchlässige Böden beurteilt werden. Erfahrungsgemäß können unterhalb des organischen Oberbodens örtliche Vorkommen von rostbraunen Verockerungen auftreten. Da es sich um sekundäre Mineralbildungen handelt, d. h. um nachträgliche Verfüllungen ehemals vorhandener Porenräume, sind diese Vorkommen im Hinblick auf die Versickerungsfähigkeit des Bodens zu beachten.

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

Grundwasser

Im Zuge der Erkundungen wurden folgende Grundwasserstände eingemessen:

Bohrung	GW m u Geländeoberfläche	GW m NHN
RKS 1	1,38	84,31
RKS 2	1,35	84,51
RKS 3	1,47	84,68
RKS 4	2,46	84,60
RKS 5	1,99	84,32
RKS 6	1,92	84,23

Aus den ermittelten Pegelständen lässt sich eine Neigung der Grundwasseroberfläche nach Nordwesten ableiten. Dies entspricht dem in der Grundwassergleichenkarte L 4116 für die Region grundsätzlich ausgewiesenen Grundwasserfluss in westlicher bis nordwestlicher Richtung. Der am Nordrand des Geländes verlaufende Menkebach und ein am Südrand des Geländes vorhandene Entwässerungsgraben waren im Oktober 2022 trockengefallen.

Zu möglichen Schwankungen der Grundwasserstände liegen keine exakten Informationen vor. Die etwa 250 m südöstlich gelegene Grundwassermessstelle 633 LGD wies für den Zeitraum von 1962 bis 2022 ein Schwankungsspektrum von 84,78 bis 86,56 m NHN nach. Das vertikale Schwankungsspektrum von etwa 1,7 bis 1,9 m ist auch die Untersuchungsfläche anzunehmen und entspricht hier den regional weiträumig vorherrschenden Verhältnissen. Die potentiellen Höchststände liegen unter Berücksichtigung der vorherrschenden Grundwasserfließrichtung vermutlich einige Dezimeter tiefer und nehmen auch innerhalb der Planungsfläche um etwa 0,5 m ab nach Nordwesten ab. Aufgrund der niederschlagsarmen Sommer- und Frühherbstphase 2022 ist anzunehmen, dass die im Oktober gemessenen Grundwasserstände nur geringfügig über den potentiellen Minimalständen liegen. Es wird angenommen, dass die potentiellen Höchststände in der südöstlichen Fläche bei etwa

86,10 m HNH und in der nordwestlichen Fläche (RKS 6) bei etwa 85,60 m NHN liegen.

Der für die Bemessung von Versickerungsanlagen maßgebliche mittlere höchst Grundwasserstand wird für den südöstlichen Bereich mit 85,60 m NHN und für den nordwestlichen Bereich mit 85,10 m NHN angenommen.

Die Fläche liegt außerhalb ausgewiesener Hochwasser- oder Überschwemmungsgebiete.

5. Untersuchung der Versickerungsfähigkeit

Zur Bestimmung der Durchlässigkeit des oberflächennahen Untergrundes wurden rechnerische Ermittlungen über vier Korngrößenverteilungen durchgeführt.

Die Bestimmung der Korngrößenverteilungen führte zu den nachfolgenden Bezeichnungen gemäß DIN 4022 und DIN 18 196, die Ergebnisse sind den Summenkurven der Anlage 4 zu entnehmen.

Probe / Entnahmetiefe	Bezeichnung nach DIN 4022 / DIN 18196	Durchlässigkeit (Hazen)
RKS 2 (0,50 - 1,00 m)	Feinsand, Mittelsand, schwach schluffig / SU	$k_f = 5,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 3 (0,50 - 1,00 m)	Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig / SU	$k_f = 6,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 5 (0,60 - 1,00 m)	Feinsand, mittelsandig / SE	$k_f = 8,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
RKS 6 (0,50 - 1,00 m)	Feinsand, stark mittelsandig / SE	$k_f = 8,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Die annähernd identischen Summenkurven weisen jeweils enge Korngrößenverteilungen auf, die sich zu etwa 90 % auf die Fraktionen Fein- und Mittelsand konzentrieren.

Feinkornanteile von etwa 6 bzw. 8 % weisen für die Proben aus RKS 2 und RKS 3 aus dem südlichen Flächenbereich jeweils einen „schwach schluffigen Sand“ (SU) nach. Bei den Proben aus der nördlichen Fläche liegt der Feinkornanteil jeweils unter 5 %, sodass das Material gem. DIN 18 196 einem „eng gestuften Sand“ (SE) zuzuordnen ist.

Die nach Hazen aus den Summenkurven der Sande rechnerisch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte erstrecken sich über ein Spektrum von $k_f = 5,5$ bis $8,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ („durchlässig“ gem. DIN 18130).

Bewertung der Untersuchungsergebnisse zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Die über Korngrößenanalysen ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen erfahrungsgemäß oft geringfügig über den realen k_f -Werten. Der Unterschied ist m.E. darauf zurückzuführen, dass feinschichtige Wechsel im vertikalen Bodenaufbau durch die Absiebung einer gestört entnommenen Bodenprobe nicht ausreichend berücksichtigt werden können. Auch die unter dem Mutterboden häufig auftretenden Verkrustungen des Porenraumes durch Verockerungsminerale (Eisenoxide und -hydroxide) bewirken eine Verringerung der realen Durchlässigkeit, die durch eine rechnerische Ermittlung aus der Summenkurve einer gestört entnommenen Bodenprobe keine Berücksichtigung finden. Für die reale Durchlässigkeit oberflächennaher Böden der Planungsfläche werden Werte in einem Spektrum von $k_f = 4$ bis 7×10^{-5} m/s angenommen.

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 oberflächennahen Sandböden im Bereich der durch die Vorgaben der DWA gebotenen Durchlässigkeit.

Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in den angetroffenen sandigen Böden grundsätzlich gute Durchlässigkeiten vorherrschen. Neben der nachgewiesenen ausreichenden Durchlässigkeit setzt die Errichtung von Versickerungsanlagen gemäß DWA - A 138 einen Flurabstand voraus, der für die Mächtigkeit des Sickerraumes 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 auf der Südostseite im Niveau von 85,60 m NHN liegt und innerhalb der Untersuchungsfläche auf etwa 85,10 m NHN in der nordwestlichen Fläche abfällt.

Das o.g. Mindestmaß für die Sickerstrecke kann unter Berücksichtigung des aktuellen Geländeniveaus nur in den etwas höher gelegenen Teilbereichen der östlichen Fläche (RKS 4) sicher eingehalten

werden. In den übrigen Teilflächen ist zu erwarten, dass das Mindestmaß für die Sickerstrecke zeitweilig unterschritten wird. Dies gilt vor allem für den südlichen Geländebereich (RKS 1 bis RKS 3).

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. Hierzu müsste dann ein erheblicher Teil der Grundstücksflächen zur Verfügung gestellt werden.

Die Bemessung von Versickerungsanlagen sollte nach den Vorgaben gemäß DWA - A 138 erfolgen. Bei starken Niederschlägen kann sich das über Versickerungsanlagen konzentriert eingeleitete Wasser eventuell bis in oberflächennahe Bereiche aufstauen. Hier sollte geprüft werden, ob die Anlagen in entsprechenden Bereichen mit einem Notüberlauf in die benachbarten Vorfluter (Menkebach, Graben auf der Südseite) ausgestattet werden können.

Grundsätzlich sollte für die gesamte Planungsfläche eine zentrale Lösung mit Anlage eines Versickerungs- und Retentionsbeckens erwogen werden.

In dem südwestlich benachbarten Gewerbegebiet werden dezentrale Versickerungsmulden betrieben. Da dort von einer vergleichbaren hydrogeologischen Situation auszugehen ist, wird angenommen, dass grundsätzlich auch für die Planungsfläche eine ausreichende Funktionalität flacher Versickerungsanlagen vorherrschen kann. Die Entscheidung sollte hier je nach beabsichtigten Versickerungsmengen und zur Verfügung stehender Versickerungsfläche getroffen werden. Zu beachten ist, dass in geringer Entfernung westlich ein Friedhof angrenzt. Die Anlage von Versickerungsmulden sollte nicht zu erheblicher Beeinträchtigung der Grundwasserstände in der Friedhofsfläche führen. Das Vorgehen ist mit der Unteren Wasserbehörde des Kreises Gütersloh abzustimmen.

Bei Anlage der Versickerungseinrichtungen ist darauf zu achten, dass in deren Gründungsebenen keine starken, durchlässigkeitshemmenden Verockerungen auftreten. In Bereichen dunkelbrauner Verockerungen empfiehlt es sich, den entsprechenden Boden gegen durchlässige Sande auszutauschen.

6. Bautechnische Bewertung der Böden

Der baugrundrelevante Untergrund besteht unter dem Mutterboden durchgehend 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

Den baugrundrelevanten Sanden 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	$E_s = 20 - 80 \text{ MN/m}^2$
Frostempfindlichkeitsklasse	F 1 (nicht frostempfindlich)

Homogenbereiche

Der Mutterboden ist im Zuge von Tiefbaumaßnahmen gesondert aufzunehmen (Homogenbereich A).

Die unterhalb des Mutterbodens anstehenden Sande werden zur Erfüllung der Vorgaben der VOB Teil C für das Gewerk Erdbauarbeiten zu dem Homogenbereich I zusammengefasst.

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).

Gefährdungspotentiale des Untergrundes

In der Auflistung der Gefährdungspotentiale des Untergrundes weist der geologische Dienst NRW für die betreffenden Planquadrate keine Auffälligkeiten nach.

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 in den Schichten weichselzeitlicher Niederterrassensande ausgehoben. In den oberflächennahen Sanden können Baugrubenböschungen im Winkel 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-Plangelandes 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. Zur Auftriebsbemessung, die auch extremen Grundwasserverhältnissen genügen muss, sind Bemessungswerte zu berücksichtigen, die zwischen den angenommenen Extremwerten von 86,10 m NHN im Südosten (RKS 3) und 85,60 m NHN im Nordwesten interpoliert werden sollten.

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 potentieller zusätzlicher Anstiege 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 durchgehend 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 abzuschieben. 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.

Aufgrund der innerhalb des Geländes vorherrschenden Niveauunterschiede ist zu erwarten, dass zur Herstellung der neuen Anliegerstraßen Maßnahme zu Einebnung und damit auch zur Vefüllung tiefer liegender Flächenbereiche erfolgen. Die Herstellung eines tragfähigen Straßenuntergrundes ergibt sich dann durch den Einbau von geeignet verdichtungsfähigem und nicht frostempfindlichem Material. Der erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ist auf dem Planum nachzuweisen.

Die Mächtigkeit der Tragschichten ist je nach Belastungsklasse gemäß RStO festzulegen. Bei Verwendung von abgestuftem Brechkorngemisch der Körnung 0/45 sollten auf der Oberfläche der ungebundenen Tragschichten Verformungsmoduln von $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ bis 150 MN/m^2 erzielt werden können, wenn die Schottertragschichten in einer Mächtigkeit von 0,3 bis 0,4 m angelegt werden.

Dr. E. Horsthemke