

BAUGRUNDGUTACHTEN

Projektnummer: **p / 148124**

Projekt: Erschließung Baugebiet
 „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“
 in 48653 Coesfeld

Auftraggeber/
Bauherr:

Stadt Coesfeld
Fachbereich 60-Planung, Bauordnung, Verkehr
Markt 8
48653 Coesfeld

Bearbeiter: Dipl.- Geol. I. John

Münster, den 17. August 2014

Anlagen:

- Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab ca. 1 : 1.000
- Nr. 2 Ergebnisse von Kleinbohrungen / Rammsondierungen in Schichtenprofilen
 gem. DIN 4023 und Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2,
 Maßstab d. H. 1 : 50 (Anlagen 2.1 und 2.2)
- Nr. 3 Körnungslinien (Anlagen 3.1 bis 3.4)
- Nr. 4 Ergebnisse der Versickerungsversuche im Gelände

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	3
1.1	Standortbeschreibung	4
1.2	Planung	5
2.	Baugrunduntersuchung	6
2.1	Gelände- und Laborarbeiten	6
2.2	Untergrundverhältnisse	9
2.2.1	Baugrundsichtung / Bodenmechanische Eigenschaften	9
2.2.2	Grundwasser, hydraulische Kennwerte	13
2.3	Charakteristische Bodenkenngrößen, Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen	16
3.	Bautechnische Folgerungen	19
3.1	Bodenklassen gem. DIN 18 300	19
3.2	Verwendungsmöglichkeit von Aushubmaterial unter bodenmechanischen / bodenphysikalischen Gesichtspunkten	20
3.3	Kanalbau (Tragfähigkeit, Rohraufleger, Wasserhaltung, Kanalgrabensicherung, Kanalgrabenverfüllung)	22
3.4	Straßenbau (Frostsicherheit, Tragfähigkeit, Bodenersatz bzw. Bodenauftrag im Straßenunterbau)	25
3.5	Hochbau (Tragfähigkeit, Gründungsempfehlung, Wasserhaltung, Schutz der Gebäude vor Vernässungsschäden, Baugrubensicherung, Arbeitsraumverfüllung)	28
3.6	Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser	33
4.	Zusammenfassung, weitere Hinweise, Schlusswort	35

1. Vorbemerkungen

Im Rahmen der Ausweisung weiterer Wohnbauflächen strebt die **Stadt Coesfeld – Fachbereich 60-Planung, Bauordnung, Verkehr**, Markt 8, 48653 Coesfeld, möglicherweise die Ausweisung und Erschließung des Neubaugebietes „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ zur Bebauung mit Einfamilienwohnhäusern an.

Als Grundlage für eine mögliche Ausweisung des Standortes zur Wohnbaufläche sowie auch als Grundlage für die dann durchzuführenden Planungen der bautechnischen Umsetzung wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, seitens der Stadt Coesfeld beauftragt, den Baugrund hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften sowie der hydrogeologischen Verhältnisse zu erkunden und die Ergebnisse in einem ingenieurgeologischen Baugrundgutachten mit Empfehlungen zu den Erd- und Gründungsarbeiten für die Gewerke Kanalbau, Straßenbau und Hochbau darzulegen.

Neben den technischen Aussagen zur Verlegung der Entwässerungskanäle, zum Bau der Erschließungsstraßen / Erschließungswege und allgemeinen Hinweisen zur Gründung der Hochbauten galt es auch Aussagen zur Wiedereinbaumöglichkeit sowie zur externen Verwertungsmöglichkeit der anfallenden Abtrags- und Aushubgemenge sowohl unter bodenmechanischen als auch unter umwelttechnischen Gesichtspunkten zu treffen.

Dieses Baugrundgutachten berücksichtigt bezüglich der Verwertungsmöglichkeiten zunächst in erster Linie nur die bodenmechanischen Aspekte. Die Bewertung der im Zuge der Abtrags- und Aushubarbeiten erwarteten Bodengemenge unter umweltrelevanten Gesichtspunkten erfolgt zunächst ausschließlich auf Grundlage der organoleptischen, sprich der optischen und geruchlichen Auffälligkeiten der im Rahmen der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben. Bei Bedarf können an den zunächst rückgestellten Bodenproben nach vorheriger Abstimmung mit der zuständigen Umweltbehörde der Stadt Coesfeld weiterführende chemische Laboranalysen hinsichtlich ggf. im Untergrund vorhandener umweltrelevanter Schadstoffe erfolgen.

Ferner beinhalten die beauftragten Leistungen eine Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Baugrundes im Hinblick auf eine ggf. mögliche Versickerung der auf den versiegelten Flächen / Gebäudedächern anfallenden Niederschlagswässer oder auf eine – bei fehlender Versickerungsmöglichkeit – u.U. erforderliche Regenrückhaltung.

1.1 Standortbeschreibung

Das potentielle Erschließungsgebiet liegt am Westrand der Stadt Coesfeld, im nördlichen Anschluss zur Borkener Straße sowie östlich der Straße Baakenesch.

Der Planraum weist in Nord-Süd-Richtung parallel zur Straße Baakenesch eine max. Ausdehnung von rd. 150 m, in West-Ost-Richtung parallel zur Borkener Straße eine max. Ausdehnung von rd. 100 m auf.

Der Umriss des Planraums ist dem Lageplan auf der Anlage 1 in Form einer gestrichelten Linie zu entnehmen.

Der größte Teil des Planraums stellt eine vergleichsweise ebene Wiesenfläche mit einem leichten Gefälle der Geländeoberkante in südliche bis südöstliche Richtungen, sprich zur Borkener Straße, dar. Im äußersten Südosten befindet sich eine graben- bzw. muldenförmige Geländevertiefung, welche in einem Düker unter der Borkener Straße mündet. Dieser Düker stellt offensichtlich eine Kanaltrasse zur Ableitung des nördlich der Borkener Straße in dem Graben bzw. der Mulde gefassten Wassers in den südlich der Borkener Straße gelegenen Fluß Berkel dar.

Zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung waren die südlichen / südöstlichen Flächenabschnitte im Übergang zur Borkener Straße in einem ca. 20 m breiten Streifen mit einer Wasserfläche bedeckt. Laut Auskunft des Auftraggebers ist diese Wasserfläche weitestgehend ganzjährig mit wechselnden Ausmaßen vorhanden.

Die aktuelle Geländeoberkante verläuft im Planraum allein entsprechend des Höhengnivelements der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der Baugrunduntersuchung zwischen knapp 78 m ü. NN im Nordwesten und rd. 75.5 m ü. NN im Süden / Südosten. Direkt im Übergang zum Straßendamm der Borkener Straße dürften Koten um rd. 75 m ü. NN vorliegen. Die Sohle des im äußersten Südosten gelegenen „Entwässerungsgrabens“ wird visuell mit knapp 74.5 m ü. NN abgeschätzt.

Die Fahrbahnoberkante der Borkener Straße verläuft auf Höhe des Planraums zwischen rd. 76.6 und 76.8 m ü. NN, die Fahrbahnoberkante der Straße Baakenesch zwischen rd. 76.6 m ü. NN im Süden und rd. 78 m ü. NN im Norden.

Der Wasserspiegel der südlich der Borkener Straße fließenden Berkel wurde im Rahmen der Baugrunduntersuchung am 21.07.2014 mit rd. 74.1 m ü. NN und somit nur knapp unter der Sohle des „Entwässerungsgrabens“ im Südosten des Planraums gemessen. Dementsprechend ist bei Berkelhochwässern ein Rückstau des „Grabenwassers“ wahrscheinlich.

1.2 Planung

Der seitens des Auftraggebers zur Verfügung gestellte Vorentwurf sieht eine Parzellierung des Geländes in 15 Grundstücke zur Bebauung mit Einfamilienwohnhäusern vor.

Während die nördlichen 3 Grundstücke direkt an die heutige Straße Baakenesch angebunden werden, ist ca. 60 m nördlich der Borkener Straße eine von WSW nach ENE verlaufende „Haupterschließungsstraße“ mit einer Länge von rd. 80 m vorgesehen. Auf der Anlage 1 verläuft die „Haupterschließungsstraße“ unmittelbar südlich / südöstlich der Aufschlusspunkte RKS 2, 3 und 4.

Hinsichtlich der anvisierten Höhenentwicklung der künftigen Wohnbaugrundstücke und auch der Erschließungsstraßen liegen dem Unterzeichner noch keine konkreten Angaben vor.

In Anlehnung an die aktuelle Geländemorphologie mit der insbesondere im Übergang zur Borkener Straße offensichtlich permanent befindlichen Vernässungsflächen sowie unter Beachtung der Höhenentwicklung der an den Planraum angrenzenden Straßenzüge wird die Fahrhahnoberkante der „Haupterschließungsstraße“ in Größenordnungen von knapp 77 m ü. NN, die Fahrhahnoberkante der nach Süden / Südosten abzweigenden Stichstraßen zwischen rd. 76.5 und knapp 77 m ü. NN angenommen. Gleichzeitig ist eine großflächige Anhebung der künftigen Geländeoberkante wahrscheinlich, wobei diese zumeist nur einige Dezimeter, in den südlichen / südöstlichen, zumindest zeitweise „überfluteten“ Grundstücksabschnitten durchaus bis rd. 1 m betragen dürfte.

Der Tiefenverlauf neuer Entwässerungskanäle wird in Abhängigkeit von der Anbindung an die bestehenden Kanal- bzw. Vorflutssysteme des erweiterten Umfeldes und der künftigen Höhenentwicklung des Planraums zunächst in Größenordnungen zwischen rd. 1 und 3 m unter künftiger Geländoberkante bzw. zwischen ca. 74.5 m ü. NN und 76 m ü. NN angenommen. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand verläuft in der westlich angrenzenden Straße Baakenesch ein Mischwasserkanal.

Sollte das Neubaugebiet nach dem aktuellen Stand der Technik eine Trennwasserkanalisation erhalten, wird unterstellt, dass die Regenwasserkanäle mit Betonrohren, die Schmutzwasserkanäle mit Steinzeugrohren oder mit duktilen Gussrohren realisiert werden.

Die Erschließungsstraßen dürften hauptsächlich der Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk1,8 der RStO 12 zugeordnet werden. Hierbei wird von rd. 50 bis 60 cm starken Oberbauten aus Verbundsteinpflaster- oder Schwarzdeckenversiegelung mit unterlagernder Splitt-Bettung (nur bei Pflasterversiegelung), Schottertragschicht und ggf. zusätzlicher Frostschuttschicht ausgegangen.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Ggf. zusätzlich geplante Fußwege / Radwege dürften in Anlehnung an die RStO 12 einen rd. 30 cm starken Oberbau aus Pflastersteinen und / oder Schwarzdecke, einer Splitt-Bettung (nur bei Pflasterversiegelung) und einer Schottertragschicht erhalten.

Auf Höhe des Planums (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) wird bei Durchführung statischer Lastplattendruckversuche gemäß der üblichen Regelwerke ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ vorausgesetzt. Sollte der Untergrund bzw. Unterbau nicht diese Tragfähigkeitseigenschaften aufweisen, ist statt einer Bodenverbesserung mit Kalk-Zement-Bindemitteln eine Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften mittels des zusätzlichen Einbaus von grobkörnigem Stabilisierungsmaterial wahrscheinlich.

Hinsichtlich der künftigen Hochbauten wird von einer max. 2-geschossigen Bauweise mit Kellergeschoss, Teilkeller oder dem Verzicht auf eine Unterkellerung ausgegangen. Die Kellergeschosse dürften dabei in Größenordnungen zwischen rd. 2 und 3 m unter die künftige Geländeoberkante in das Erdreich einbinden.

Bei der auf Seite 5 angenommenen Höhenentwicklung würde dies im Bereich von Kellern / Teilkellern einer Baugrubensohle zwischen rd. 73.5 (südliche / südöstliche Grundstücke) und 75 m ü. NN (nördlichste Grundstücke) entsprechen.

2. Baugrunduntersuchung

2.1 Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erfassung der bodenmechanischen, der geologischen und der hydrologischen Untergrundverhältnisse sowie zur Entnahme von Boden- und Materialproben für weiterführende gutachterliche Bewertungen der Bodengemenge im Erdbaulabor und auch zur Durchführung ergänzender labortechnischer / laboranalytischer Untersuchungen wurden am 21.07.2014 im Bereich des potentiellen Neubaugebietes insgesamt 7 Kleinbohrungen (RKS 1 bis RKS 7) im Rammkernsondierverfahren (gewählter Schlitzdurchmesser 50 bis 36 mm) abgeteuft.

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung dienen die Rammkernsondierbohrungen primär zur Ermittlung der Material- und Korngrößenzusammensetzung der mit den Erdarbeiten tangierten Baugrundabschnitte sowie zur Ermittlung des Grundwasserstandes bzw. der Bodenfeuchte.

Zur präzisierenden Bewertung der Lagerungsdichte (rollige bzw. korngestützte Böden) bzw. Konsistenz (bindige bzw. plastische Böden) der erdbau- und gründungsrelevanten Tiefenabschnitte wurden die direkten Aufschlüsse durch insgesamt 6 Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 6) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) ergänzt.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Die Endteufen der Kleinrammbohrungen variieren zwischen 4,6 und 5 m, die Endteufen der Rammsondierungen zwischen 2,6 und 5 m unter aktueller Geländeoberkante. Die von vorherein einheitlich mit 5 m anvisierte Bohr- bzw. Rammtiefe konnte infolge eines zu hohen Bohr- bzw. Rammwiderstandes teilweise nicht realisiert werden.

Dennoch reichen die vorliegenden Aufschlusstiefen bei den angetroffenen Untergrundverhältnisse für eine fachgerechte Bewertung des Untergrundes entsprechend der geltenden Regelwerke des Erd- und Grundbaus im Hinblick auf die angestrebten Baumaßnahmen aus.

Die Lage der Kleinbohrungen und Rammsondierungen ist dem Lageplan auf der Anlage 1 des Gutachtens zu entnehmen.

Als Bezugsniveau für das höhenmäßige Nivellement der Bohr- und Rammsatzpunkte wurde der im Lageplan im Süden der Straße Baakenesch eingetragene Kanaldeckel der Schachtes 8547M der städtischen Mischwasserkanalisation mit der absoluten Höhe von 76.59 m ü. NN gewählt. Die Höhenangabe entstammt einer Auskunft des Abwasserwerks der Stadt Coesfeld und ist im Zuge der weiteren Planungen noch durch einen öffentlich bestellten Vermessungsingenieur zu überprüfen bzw. zu bestätigen.

Im Hinblick auf die Bewertung der Versickerungsmöglichkeit für das auf den künftig versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser wurde im Planraum zusätzlich zu den Kleinrammbohrungen und ergänzenden bodenphysikalischen Laboruntersuchungen auch die Durchführung von 2 Versickerungsversuchen nach dem Earth-Manual-Verfahren angestrebt. Diese sollten zum einen in den nördlichen, zum anderen in den südlichen Flächenabschnitten durchgeführt werden.

Infolge der gerade in den südlichen Flächenabschnitten deutlich reduzierten Grundwasserflurabstände bis hin zur örtlichen Überflutung des Untersuchungsgebietes konnte letztendlich nur der nördliche Versickerungsversuch durchgeführt werden.

Diesbezüglich wurde ebenfalls am 21.07.2014 zusätzlich zu den 7 Kleinrammbohrungen noch 1 „Flachbohrung“ mit einer Endteufe von 1 m unter GOK abgeteuft und zu einem temporären Schluckbrunnen zur Durchführung örtlicher Versickerungsversuche nach dem Earth-Manual-Verfahren ausgebaut. Die Lage des Schluckbrunnens / Versickerungsversuches (RKS V 1) ist ebenfalls dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen.

Im Rahmen des angewandten Earth-Manual-Verfahrens wird die Bohrlochwandung zunächst mittels eines Filterrohrs gestützt. Nach erfolgter Sättigung des Untergrundes wird im „Versickerungsbrunnen“ eine Wassersäule gebildet und deren Wasserspiegel durch Zugabe von Wasser auf einem konstanten Niveau gehalten. Bei diesem Verfahren werden die Tiefe der Versuchsdurchführung und die Höhe

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

der Wassersäule den hydrogeologischen Verhältnissen angepasst. Die Versickerung erfolgt dann analog einer Versickerungsanlage sowohl über die Basis als auch über die seitliche Fläche der aufgebauten Wassersäule. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche und das dabei berücksichtigte Tiefenniveau des Baugrundes sind auf der Anlage 4 dargelegt.

Die im Gelände entnommenen Bodenproben wurden im Erdbaulabor der igb durch den Baugrundsachverständigen zunächst einer optischen und sensorischen (Fingerprobe) bodenmechanischen Beurteilung unterzogen.

Zwecks Stützung / Absicherung der dabei sensorisch bestimmten Korngrößenverteilungen der relevanten Baugrundsichten wurden 4 repräsentative Bodenproben ausgewählt und einer labortechnischen Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung mittels Nass-Siebung bzw. mittels kombinierter Sieb- und Schlämmanalyse gemäß DIN 18 123 unterzogen. Die Laborergebnisse sind in Form von Körnungslinien auf der Anlage 3 des Gutachtens dargestellt.

Auf Grundlage der sensorischen bodenmechanischen Beurteilung der Bodenproben, der Ergebnisse der ergänzenden bodenphysikalischen Laborversuche, der Rammdiagramme der niedergebrachten Rammsondierungen sowie auch auf Grundlage vorliegender Erfahrungswerte wurden anschließend die für erd- und grundbautechnische Belange maßgebenden charakteristischen Bodenkenngrößen der einzelnen Baugrundsichten zur Durchführung erdstatischer Berechnungen festgelegt.

Unterstützend durch die Ergebnisse der örtlichen Versickerungsversuche und der parallel im Labor bestimmten Körnungslinien wurden den aufgeschlossenen Baugrundabschnitten entsprechend der Korngrößenzusammensetzung und der Lagerungsdichte gleichzeitig die für hydraulische Fragestellungen relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zugeordnet.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen (Kleinbohrungen) sowie der Rammsondierungen sind in Schichtenprofilen in Anlehnung an die DIN 4023 sowie in Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2 auf der Anlage 2 des Gutachtens dargestellt.

Parallel zu der Bewertung der bodenmechanischen sowie der hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes wurden die entnommenen Bodenproben auch einer organoleptischen (d.h. optischen und geruchlichen) Bewertung hinsichtlich möglicher Belastungen des Untergrundes mit umweltrelevanten Schadstoffen unterzogen.

Entsprechend der organoleptischen Befunde und der Zusammensetzung der entnommenen Bodenproben werden bei Bedarf noch in Abstimmung mit dem Vertreter der zuständigen Umweltbehörde der Stadt Coesfeld Mischproben zusammengestellt und einer weiterführenden Laboranalytik zwecks Bewertung der Wieder-

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

einbau- und Verwertungsmöglichkeiten unter umweltrelevanten Gesichtspunkten zugeführt. Die Analysenergebnisse werden dann in einer separaten Gutachterlichen Stellungnahme als Nachtrag zu diesem Baugrundgutachten dokumentiert / erläutert.

Im Hinblick auf ggf. durchzuführende chemische Laboranalysen werden die im Rahmen der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben noch bis 3 Monate nach Abgabetermin des Baugrundgutachtens rückgestellt und dann, falls seitens des Auftraggebers nicht anders bestimmt, einer geregelten Verwertung / Entsorgung zugeführt.

2.2 Untergrundverhältnisse

2.2.1 Baugrundsichtung / Bodenmechanische Eigenschaften

Gemäß den Ausführungen der relevanten Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, 1 : 100 000, Blatt C 4306 Recklinghausen, sind im Bereich des Untersuchungsareals als natürlicher oberflächennaher Baugrund (in der Regel werden in den Darstellungen der Geologischen Karte die oberen 2 bis 3 m des Baugrundprofils berücksichtigt) Flussablagerungen der Niederterrasse der Weichsel-Kaltzeit in Form feinkörniger Sande mit Schluff-Einschluffungen ausgewiesen. Die quartären Lockergesteine lagern erfahrungsgemäß kreidezeitlichen Sedimenten der „Dülmener Schichten“ in Form von diagenetisch z.T. leicht verfestigten Mergelsanden, Mergelsandsteinen und auch härteren Kalksandsteinbänken auf.

Neben diesen Ablagerungen ist gerade im Übergang zur Borkener Straße unter Beachtung der jenseits der Borkener Straße fließenden Berkel auch die Existenz geologisch junger Bach, Fluß- und Ablagerungen des Holozän, sprich der ursprünglichen Berkelniederung, in Form von Sanden und Schluffen, ggf. auch Tonen (dann Auenlehm), mit wechselnder Humusführung möglich.

Anthropogene Auffüllungen bzw. anthropogene Umlagerungsböden werden bei einer vornehmlich angenommenen landwirtschaftlichen Nutzung des Areals – wenn überhaupt – nur in den obersten Profilabschnitten als geringmächtiges Produkt untergeordneter Geländeausgleichsmaßnahmen, ggf. auch als Verfüllungen im Areal verlegter „Felddrainagen“, erwartet.

Die in den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 dargelegten Aufschlussresultate bestätigen weitestgehend die Erläuterungen der Geologischen Karte sowie auch die darüber hinaus seitens des Unterzeichners erwarteten Berkelablagerungen und oberflächennahen anthropogenen Umlagerungsböden.

Entsprechend der Schichtenprofile der Anlage 2 ist vereinfacht die nachfolgende Gliederung des Baugrundes möglich.

- **anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden
einschl. „gewachsener“ Oberböden / Mutterböden**

Gemäß den Schichtenprofilen der Anlage 2 finden sich in den Aufschlüssen RKS 1, 2, 3, 5 und 6 in einer deutlich variierenden Schichtstärke zwischen rd. 0,4 und 0,95 m durchweg **humose Oberböden / Mutterböden** aus leicht bis stärker bindigen Sanden mit einem generell erhöhten Humusanteil, Wurzelresten und teilweise eingeschaltetem Gesteinsbruch. Der Oberboden / Mutterboden ist offensichtlich durch vormaligen Ackerbau sowie geringfügige Geländeausgleichsmaßnahmen z.T. aufgefüllt bzw. anthropogen umgelagert.

In den Aufschlüssen RKS 4 und RKS 7 im Osten des Planraums wurden unter einem **aufgefüllten Mutterboden** aus leicht bindigen Sanden (Schichtstärke rd. 0,35 m) bis rd. 0,75 bzw. 0,9 m Tiefe **Auffüllungen aus wechselnd bindigen, gleichzeitig wechselnd humushaltigen Sanden** erfasst, welche ihrerseits einem bis rd. 0,95/1 m Tiefe reichenden, „gewachsenen“ **Mutterboden** aus leicht bindigen Sanden aufliegen.

Im Sinne der DIN 1054 entsprechen der teilweise „gewachsene“, teilweise anthropogen umgelagerte Mutterboden sowie die mit einem mäßig erhöhten Humusanteil behafteten „Füllsande“ der RKS 7 weitestgehend einem organogenen Boden / Lockergestein mit einer infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt eingeschränkten Raumbeständigkeit.

Die nur in der RKS 4 teilweise minder humushaltigen bis humusfreien Füllsandpartien stellen im Sinne der DIN 1054 Übergänge zwischen einem nichtbindigen bis gemischtkörnigen Lockergestein mit generell reduziertem Feinkornanteil und einer dann bei mind. mitteldichter Lagerung günstigen Kornstützung dar.

Die Lagerungsdichte dieser Profilabschnitts ist meist locker, bereichsweise mitteldicht. Auf die eingeschränkte Raumbeständigkeit stärker humushaltiger Bodenabschnitte wurde bereits eingegangen.

Im Falle einer Wassersättigung (teilweise eingestaute Oberflächenwässer/ Sickerwässer, teilweise Grundwasser) neigen die teilweise angetroffenen „Füllsande“ im Anschnitt zum Fließen.

- **Lockergesteine des Holozän des Quartär**

Holozäne Ablagerungen der Berkel-Niederung wurden unter den anthropogenen Auffüllungen und dem „gewachsenen“ Mutterboden nur im äußersten Südosten des Planraums in dem Aufschluss RKS 7 bis ca. 2,8 m unter GOK bzw. bis rd. 73.2 m ü. NN erbohrt.

Hierbei handelt es sich überwiegend um **bindige** (dann „schluffig“) **Sande** der

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Fein- und Mittelsand-Fraktion **mit wechselnder Humusführung** und z.T. vorhandenen **Einschlüssen zersetzten Holzes**.

Gemäß DIN 1054 repräsentieren die holozänen Sande in Abhängigkeit von der Humusführung teilweise (bei fehlendem bis reduziertem Humusanteil) gemischt-körnige Böden / Lockergesteine mit einem erhöhten Feinkornanteil und einer dadurch nur mäßigen Kornstützung, jedoch ausreichender Raumbeständigkeit, teilweise (bei erhöhtem Humusanteil) organogene Böden / Lockergesteine mit einer infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt eingeschränkten Raumbeständigkeit.

Die Lagerungsdichte der holozänen Lockergesteine variiert zwischen locker und mitteldicht. Gerade die stärker humushaltigen Zwischenlagen weisen eine vergleichsweise hohe Zusammendrückbarkeit auf.

Infolge des generell erhöhten Feinkornanteils reagieren die holozänen Sedimente bei erhöhten natürlichen Wassergehalten hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen und können dann infolge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter Übergängen in breiige Zustände mit einem Verlust der ursprünglichen Kornstützung und somit einer weiteren Verschlechterung der Tragfähigkeitseigenschaften unterliegen.

Nach Offenlegung können die holozänen Sande bei konzentriertem Wasserzutritt oberflächlich verschlammen. Gleichzeitig neigen sie im Falle einer Wassersättigung im Anschnitt zum Fließen.

- **Lockergesteine des Pleistozän des Quartär**

Unterhalb der holozänen Ablagerungen der Berkel-Niederung, in den anderen Aufschlüssen jeweils unter den anthropogenen Auffüllungen und „gewachsenen“ Mutterböden, folgen Fluß- bzw. Talablagerungen der Niederterrasse der Weichsel-Kaltzeit in Form **wechselnd bindiger, z.T. leicht verlehmtter Sande** mit einer in den westlichen Aufschlüssen RKS 1 und 5 angetroffenen basalen **Grobschüttung aus Gesteinsbruch der Kiesgröße mit variierendem Sand- und Schluffanteil**. Möglicherweise repräsentiert die Grobschüttung bereits sehr mürbe, weitestgehend entfestigte Kalksandsteinplatten des unterlagernden kreidezeitlichen Untergrundes (s. Seite 13).

Die Basis der vermeintlich pleistozänen Lockergesteine wurde in den Aufschlüssen RKS 1, 2, 3, 5 und 6 in Tiefen zwischen ca. 1,4 (RKS 6) und 2,2 m (RKS 2 sowie RKS 3) unter aktueller GOK bzw. zwischen ca. 73.9 (RKS 5) und 75.6 m ü. NN (RKS 1) durchfahren. In dem Aufschluss RKS 4 reicht sie bis rd. 4,1 m unter GOK bzw. bis rd. 72.4 m ü. NN, in dem Aufschluss RKS 7 noch bis unter die Endteufe der Kleinrammbohrung bei 5 m unter GOK bzw. 71.0 m ü. NN.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Im Sinne der DIN 1054 repräsentieren die Terrassensande teilweise nichtbindige bis gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit reduziertem Feinkornanteil (dann max. „schwach schluffig“) und einer dann vergleichsweise guten Kornstützung, teilweise gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit erhöhtem Feinkornanteil, einer z.T. leichten Verlehmung und einer dementsprechend reduzierter Qualität der Kornstützung.

Die natürliche Lagerung der Terrassensande ist überwiegend als mitteldicht einzu-
 stufen. Bereichsweise sind sowohl Übergänge zu einer lockeren als auch zu einer
 dichten Lagerung festzustellen.

Gerade die mäßig bis stark bindigen Sandpartien (dann „schwach schluffig bis
 schluffig“, „schluffig“ sowie „stark schluffig“, z.T. „schwach tonig“) reagieren
 bei erhöhten natürlichen Wassergehalten (hier unterhalb des Grundwasserspiegels)
 hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen und können dann
 infolge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter breiige Zustände
 mit einem Verlust der ursprünglichen Kornstützung annehmen.

Auf diesen Umstand sind in erster Linie auch die in den Rammsondierungen
 DPL 1 (Tiefenabschnitt ca. 1,2 bis 1,7 m), DPL 2 (Tiefenabschnitt ca. 1,1 bis
 1,6 m), DPL 4 (Tiefenabschnitt ca. 0,6 bis 1,5 m) und DPL 5 (Tiefenabschnitt
 ca. 0,8 bis 1,3 m) deutlich abnehmenden N_{10} -Werte (Schlagzahlen je 10 cm
 Eindringtiefe) zurückzuführen.

Nach Offenlegung können die pleistozänen Sandpartien mit einem erhöhten Fein-
 kornanteil bei konzentriertem Wasserzutritt oberflächlich verschlammen.

Gleichzeitig neigen die pleistozänen Sande im Falle einer Wassersättigung im
 Anschnitt zum Fließen.

Die basalen Grobschüttungen der RKS 1 und 5 repräsentieren im Sinne der
 DIN 1054 ein gemischtkörniges Schüttgut mit teils reduziertem, teils erhöhtem
 Feinkornanteil und einer dementsprechend variierenden Kornstützung.

Die natürliche Lagerung wird als mitteldicht bis dicht beziffert. Stärker bindige
 Parteien dieser Grobschüttung können nach Offenlegung bei Wasserzutritt z.T.
 oberflächlich verschlammen. Auch reagieren die bindigen Abschnitte bei höheren
 natürlichen Wassergehalten empfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen.

- **Lockergesteine der Kreidezeit mit möglichen felsartigen Einschlüssen**

Mit Ausnahme der Kleinbohrung RKS 7, welche im quartären Terrassensand ein-
 gestellt worden ist, wurden unterhalb der quartären Lockergesteine kreidezeitliche
 Ablagerungen aufgeschlossen.

Hierbei handelt es sich um Ablagerungen der „**Dülmener Schichten**“ der Ober-
 kreide.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Diese treten bis zur Aufschlussbasis weitestgehend als Lockergesteine in Form von **Mergelsanden** bis **Sandmergeln** auf, können in diesem Tiefenabschnitt jedoch örtlich auch **Einschlüsse felsartiger Kalksandsteinplatten / Kalksandsteinbänke** enthalten. Der z.T. im Niveau der Mergelsande / Sandmergel im Bohrgut enthaltene Anteil an Gesteinsbruch, entstammt u.U. bereits Abschnitten dünner, gleichzeitig mürber Gesteinsplatten.

Der **Mergelsand** setzt sich überwiegend aus **Sanden der Fein- und Mittelsand-Fraktion mit erhöhtem Feinkornanteil** (meist „schluffig“) sowie einer **lagenweisen Verlehmung** (dann z.T. „schwach tonig“) zusammen.

Im Sinne der DIN 1054 handelt es sich hierbei um gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit meist erhöhtem Feinkornanteil und einer dementsprechend gegenüber nichtbindigen Böden / Schüttungen reduzierten Kornstützung.

Der **Sandmergel** wird durch schluffige, gleichzeitig schwach tonige bis tonige und somit **stärker bindige/lehmmige Feinsande** repräsentiert, welche im Sinne der DIN 1054 einem gemischtkörnigen Boden / Lockergestein mit generell erhöhtem Feinkornanteil und einem bereits vorhandenen plastischen Verhalten entsprechen. Diese Sandmergel wurden lediglich in den basalen Abschnitten der Aufschlüsse RKS 5 und RKS 6 erfasst.

Die natürliche Lagerung der Mergelsande wird als mitteldicht bis dicht, die Konsistenz der Sandmergel als steif beziffert.

Nach Offenlegung können die meist mit einem erhöhten Feinkornanteil behafteten Mergelsande bei konzentriertem Wasserzutritt oberflächlich verschlammen, die plastischen Sandmergel aufweichen.

Gleichzeitig reagieren gerade die Mergelsande bei höheren natürlichen Wassergehalten (dann feucht bis wassergesättigt) hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen und können dann infolge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter Übergängen in breiige Zustände mit einem Verlust der ursprünglich vergleichsweise guten Tragfähigkeitseigenschaften unterliegen.

2.2.2 Grundwasser, hydraulische Kennwerte

Während der Aufschlussarbeiten am dem 21.07.2014 wurde der Wasserspiegel des zusammenhängenden Porengrundwasserkörpers teilweise mittels Klopfnässe am entnommenen Bohrgut, teilweise direkt mittels Lichtlotmessung im kurzzeitig standfesten Bohrloch, in Tiefen zwischen ca. 0,6 m (RKS 6) und 1,5 m (RKS 1) unter aktueller Geländeoberkante bzw. zwischen ca. 74.8 (RKS 7) und 76.1 m ü. NN (RKS 1) ermittelt.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Tendenziell liegt ein Gefälle des Grundwasserspiegels in südliche bis südöstliche Richtungen vor, wobei der Grundwasserkörper dem Fluss Berkel als natürliche Vorflut „zuströmt“.

Der Flusspegel der Berkel wurde am 21.07.2014 mit ca. 74.1 m ü. NN gemessen.

Da die Sohle des im Südosten des Planraums angetroffenen „Entwässerungsgrabens“ bereits unterhalb des angetroffenen Grundwasserspiegels liegt, müsste der Grundwasserabfluss zur Berkel im Bereich des Dükers unter der Borkener Straße – sofern dieser eine fachgerechte Ableitung des Wassers gewährleistet und nicht verstopft ist – bei „normalen“ Berkelwasserständen beschleunigt werden.

Im Falle temporärer Berkelhochwässer ist hingegen mit einem Rückstau innerhalb des Dükers und des angrenzenden Entwässerungsgrabens bei einer gleichzeitig reduzierten Fließgeschwindigkeit des nach Süden „strömenden“ Grundwasserkörpers zu rechnen.

Exakte Aussagen zu max. Hochständen des zusammenhängenden Porengrundwasserkörpers können generell nur auf Grundlage von Langzeitmessungen in eigens hierfür eingerichteten Grundwassermeßstellen erfolgen und sind für den Planraum im Rahmen des Baugrundgutachtens mangels fehlenden Datenmaterials nicht verifizierbar.

Berücksichtigt man die N_{10} -Werte (Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe) der Rammogramme der leichten Rammsondierungen, fällt gerade in den Rammogrammen der DPL 1 sowie der DPL 4 oberhalb des am 21.07.2014 gemessenen Grundwasserspiegels eine Zone höherer Lagerungsdichte auf, welche vermutlich auf natürliche Korreierungen der Sande durch natürliche Grundwasserspiegelschwankungen zurückgeführt werden kann. Dementsprechend wären hier Grundwasserhochstände zwischen rd. 0,5 und 0,7 m über den Grundwasserständen der Baugrunduntersuchung denkbar.

In den südlichen Flächenabschnitten dürfte der Wasserspiegel des zusammenhängende Grundwasserkörpers bei Grundwasserhochständen bereits im Niveau der aktuellen Geländeoberkante, ggf. auch noch darüber liegen. Dies hängt hier auch unmittelbar von den Hochwasserständen der Berkel ab. Folglich sollte zur genaueren Abschätzung möglicher Grundwasserhochstände im südlichen Teil des potentiellen Baugebietes – sofern nicht bereits geschehen – seitens des Erschließungsplaners bzw. direkt seitens des zuständigen Fachbereiches der Stadt Coesfeld eine Auskunft zum hundertjährigen Hochwasserereignis (HQ 100) der Berkel bei den zuständigen Behörden (üblicherweise Bezirksregierungen) eingeholt werden.

Neben dem zusammenhängenden Grundwasserkörper muss im Planraum nach stärkeren Niederschlagsereignissen infolge einer örtlich reduzierten Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes z.T. bis in Oberflächennähe mit einer verstärkten Durchfeuchtung des Baugrundes durch den zeitweisen Aufstau verzögert ver-

sickernder Oberflächenwässer gerechnet werden. In Geländesenken ist dann auch im Falle eines tatsächlich tiefer gelegenen Grundwasserspiegels die Ausbildung temporärer Wasserflächen (Pfützen, etc.) möglich.

Gemäß der Aufschlussergebnisse ist mit oberflächennaher Staunässe in erster Linie in den südlichen Flächenabschnitten mit im Bereich der Aufschlüsse RKS 5 bis RKS 7 meist minder wasserdurchlässigen Mutterböden / Oberböden sowie meist bindigen, z.T. verlehnten Sanden zu rechnen. Dies dürfte auch der Grund für die offensichtlich permanent vorhandene Wasserfläche im Übergang zum Dammkörper der Borkener Straße sein. Hierzu trägt auch die allgemeine Geländemorphologie mit dem bei Starkregen in südliche Richtungen verstärkten Oberflächenabfluss bei.

Die für hydraulische Betrachtungen (z.B. bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Versickerung von anfallendem Niederschlagswasser) relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der aufgeschlossenen Auffüllungsmenge, anthropogenen Umlagerungsböden und des „gewachsenen“ Baugrundes werden – auch auf Grundlage der vor Ort durchgeführten Versickerungsversuche (s. Anlage 4), der im Labor ermittelten Körnungslinien (s. Anlage 3) sowie der Lagerungsdichte des Baugrundes – wie folgt abgeschätzt:

- z.T. anthropogen umgelagerte, z.T. „gewachsene“ Oberböden / Mutterböden $k_f = 5 \times 10^{-5}$ bis 5×10^{-7} m/s
- örtliche „Auffüllsande“ mit wechselndem Humus- und Feinkornanteil $k_f = 5 \times 10^{-5}$ bis 1×10^{-6} m/s
- nichtbindige bis leicht bindige (max. „schwach schluffig“, ohne Tonanteil) Sande des Pleistozän $k_f = 5 \times 10^{-4}$ bis 1×10^{-5} m/s
- mäßig bindige („schwach schluffig bis schluffig“, ohne Tonanteil) Sande des Holozän und Pleistozän $k_f = 1 \times 10^{-5}$ bis 5×10^{-6} m/s
- bindige („schluffig“), z.T. verlehnte („schwach tonig“) Sande des Pleistozän $k_f = 5 \times 10^{-6}$ bis 5×10^{-7} m/s
- wechselnd bindige Mergelsande der Oberkreide bzw. der „Dülmener Schichten“ $k_f = 1 \times 10^{-5}$ bis 5×10^{-7} m/s
- Sandmergel der Oberkreide bzw. der „Dülmener Schichten“ von steifer Konsistenz $k_f = 5 \times 10^{-7}$ bis 5×10^{-8} m/s

2.3 Charakteristische Bodenkenngrößen, Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen

Die charakteristischen Bodenkenngrößen der aufgeschlossenen Schüttungen / Lockergesteine Baugrundsichten werden wie folgt angesetzt, die Einstufung in Bodengruppen gemäß DIN 18 196 und in Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTVE-StB 09 wie folgt vorgenommen:

humose Oberböden / Mutterböden, z.T. aufgefüllt bzw. anthropogen umgelagert, z.T. „gewachsen“

Bodengruppen gem. DIN 18 196: A, [OH], OH

Frostempfindlichkeitsklasse
 gem. ZTVE-StB 09:

F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	17,5 - 18,5	kN/m ³	(Rechenwert 18 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	8,5 - 10	kN/m ³	(Rechenwert 9 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	0 - 3	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k	:	25 - 30	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	-	MN/m ²	(Angabe eines Rechenwertes entfällt aufgrund stark eingeschränkter Raumbeständigkeit durch möglichen Humuszersetzung)

wechselnd bindige „Auffüllsande“ mit teilweiser Humusführung

Bodengruppen gem. DIN 18 196: A, [SE], [SU], [SU*],
 mit fließenden Übergängen zu [OH]
 bei teilweise erhöhter Humusführung

Frostempfindlichkeitsklasse
 gem. ZTVE-StB 09:

F 1 bis F 3 (nicht bis sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10 - 11	kN/m ³	(Rechenwert 10,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k	:	30 - 33,5	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	20 - 40	MN/m ²	(Rechenwert 30 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung und unter Vernachlässigung teilweise fehlender Raumbeständigkeit)

Sande des Holozän (nur RKS 7)

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SU, SU*, mit Übergängen zu OH

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10 - 11	kN/m ³	(Rechenwert 10,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0 - 5	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	27,5 - 32,5	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	5 - 30	MN/m ²	(auf Angabe eines Rechenwertes wird infolge teilweise stärker humoser Zwischenlagen und der vielfach minderen Lagerungsdichte verzichtet)

nichtbindige bis leicht bindige Sande des Pleistozän, max. schwach schluffig und ohne relevanten Tonanteil

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SE, SU

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 1 bis F 2 (nicht bis gering frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10 - 11	kN/m ³	(Rechenwert 10,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	32,5 - 35	°	(Rechenwert 32,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	30 - 50	MN/m ²	(Rechenwert 40 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung)

mäßig bis stärker bindige, z.T. leicht verlehnte Sande des Pleistozän, schwach schluffig bis schluffig, z.T. schwach tonig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: überwiegend SU*
mit fließenden Übergängen zu SU, ST und ST*

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	überwiegend F 3 (sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18,5 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10 - 10,5	kN/m ³	(Rechenwert 10,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0 - 5	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	30 - 32,5	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	20 - 30	MN/m ²	(Rechenwert 25 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung und Vermeidung von Strukturstörungen)

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

größere Schüttungen des Pleistozän (nur RKS 1 und RKS 5) = Kies (Gesteinsbruch), sandig, schwach schluffig bis schluffig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: GU, GU*

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	19 - 20	kN/m ³	(Rechenwert 19,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10,5 - 11,5	kN/m ³	(Rechenwert 11 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	32,5 - 35	°	(Rechenwert 32,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	30 - 60	MN/m ²	(Rechenwert 40 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung)

Mergelsande der Oberkreide (Teil der „Dülmener Schichten“)

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SU, ST, SU*, partielle Übergänge zu ST*

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18,5 - 19,5	kN/m ³	(Rechenwert 19 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	9,5 - 10,5	kN/m ³	(Rechenwert 10 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0 - 5	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	27,5 - 32,5	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	20 - 40	MN/m ²	(Rechenwert 30 MN/m ² bei mitteldichter bis dichter Lagerung und Vermeidung von Strukturstörungen)

Sandmergel der Oberkreide (Teil der „Dülmener Schichten“) = Feinsand, schluffig schwach tonig, mit plastischem Verhalten

Bodengruppen gem. DIN 18 196: ST* mit Übergängen zu TL

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 3 (sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	19 - 20	kN/m ³	(Rechenwert 19,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	9,5 - 10,5	kN/m ³	(Rechenwert 10 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	5 - 10	kN/m ²	(Rechenwert 5 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	27,5 - 30	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	15 - 25	MN/m ²	(Rechenwert 20 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung bzw. steifer Konsistenz und Vermeidung von Strukturstörungen)

Ggf. in dem aufgeschlossenen Profilabschnitt innerhalb der kreidezeitlichen Lockergesteine der „Dülmener Schichten“ bereits enthaltene Einschlüsse von Kalksandsteinplatten, sprich eines felsartigen Baugrundes, werden im Rahmen erdstatischer Berechnungen, trotz ihrer gegenüber den Lockergesteinen günstigeren Scherparameter / Verformungsmoduln, in dem aufgeschlossenen Tiefenniveau vernachlässigt.

3. Bautechnische Folgerungen

3.1 Bodenklassen gem. DIN 18 300

Gem. DIN 18 300 können die angetroffenen Auffüllungen, Umlagerungsböden und die „gewachsenen“ Baugrundabschnitte den folgenden Bodenklassen zugeordnet werden:

- | | | |
|---|--------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • anthropogen aufgefüllte bzw. umgelagerte, z.T. auch „gewachsene“ Oberböden /Mutterböden | <p>Bodenklasse</p> | <p>überwiegend 1
(„gewachsener“ Mutterboden in Abhängigkeit vom Konsolidierungsgrad durch überlagernde Auffüllung z.T. mit Übergängen in Klassen 2-4)</p> |
|---|--------------------|---|

- | | | |
|---|---------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • wechselnd bindige „Auffüllsande“, wechselnd bindige Sande des Holozän und Pleistozän sowie Mergelsande der Oberkreide | <p>Bodenklassen</p> | <p>3 / 4
(Klasse 4 bei Wassersättigung bereits teilweise im Zuge des Aushubs, ansonsten bei Verschlämmung nach Aushub in Bodenklasse 2 übergehend)</p> |
|---|---------------------|--|

- | | | |
|--|---------------------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • basale Grobschüttungen des Pleistozän (RKS 1, RKS 5) | <p>Bodenklassen</p> | <p>3-5</p> |
|--|---------------------|------------|

- | | | |
|---|--------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sandmergel der Oberkreide | <p>Bodenklasse</p> | <p>4
(bei Verschlämmung nach Aushub in Bodenklasse 2 übergehend)</p> |
|---|--------------------|--|

- | | | |
|--|---------------------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • ggf. innerhalb der Mergelsande / Sandmergel tangierte Kalksandsteinplatten | <p>Bodenklassen</p> | <p>5-7</p> |
|--|---------------------|------------|

3.2 Verwendungsmöglichkeit von Aushubmaterial unter bodenmechanischen / bodenphysikalischen Gesichtspunkten

Die im Rahmen von Erdarbeiten anfallenden Oberböden / Mutterböden (z.T. aufgefüllt bzw. anthropogen umgelagert, z.T. „gewachsen“) sind, wie auch die teilweise noch mit einem höheren Humusanteil behafteten „Auffüllsande“ und die mit einem höheren Humusanteil behafteten Partien der im Südosten des Areals bis rd. 2,8 m Tiefe erfassten holozänen Sande, infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt in ihrer Raumbeständigkeit in unterschiedlichem Maße eingeschränkt und besitzen darüber hinaus nur eine vergleichsweise geringe Eigensteifigkeit.

Folglich sind diese Bodengemenge allein unter bodenmechanischen Gesichtspunkten ausschließlich zur Modellierung künftiger Grünflächen (auch in Erdwällen / Lärmschutzwällen) vorzusehen. Ein Einbau in Kanal- und Leitungstrassen künftiger Grünflächen ist nur oberhalb der in sachgemäßem Material gebetteten Kanalrohre / Leitungen denkbar. Kleinere Nachsackungen der Geländeoberkante können hier in der Regel toleriert und bei Bedarf nachgearbeitet werden.

In den anthropogenen Auffüll- und Umlagerungsböden z.T. eingeschalteter Gesteinsbruch ist bei Bedarf vor dem internen / externen Einbau auszusortieren.

Von dem weiteren Bodenaushub stellen nur die nichtbindigen bis leicht bindigen (max. schwach schluffig und gleichzeitig ohne Tonanteil) Sande der oberen Profilabschnitte der RKS 1 (ca. 0,45 bis 1,5 m Tiefe), der RKS 3 (ca. 0,6 bis 1,3 m Tiefe) und der RKS 4 (ca. 0,95 bis 4,1 m Tiefe) im Sinne der ZTVA-StB 97 einen Boden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 und somit an für sich ein günstiges Füll- und Auftragsmaterial für künftige Hoch- und Tiefbaumaßnahmen dar.

Die in diesen Bodenpartien z.T. in reduziertem Maße enthaltenen bindigen Anteile der Korngröße $\leq 0,063$ mm führen zu einer geringfügigen Einschränkung der Frostsicherheit sowie der kapillarbrechenden Eigenschaften. Folglich kann die Einbaumöglichkeit der nichtbindigen bis leicht bindigen Sande in Einbaubereichen, in denen das Einbaumaterial höheren Anforderungen unterliegt (z.B. ausreichende kapillarbrechende Wirkung, uneingeschränkte Frostsicherheit, Nachweis eines Durchlässigkeitsbeiwertes $k_f \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s zum reibungslosen Abfluss versickernder Oberflächenwässer), trotz einer Einstufung als V 1 – Material eingeschränkt sein.

Der restliche Bodenaushub wird im Sinne der ZTVA-StB 97 einem inhomogenen Bodengemenge der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 entsprechen.

Böden der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 lassen sich aufgrund ihrer Wasserempfindlichkeit nur im max. erdfeuchten Zustand („optimaler Wassergehalt“ ist zu beachten) des Bodensubstrates und bei gleichzeitig trockener Witterung

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

fachgerecht einbauen und verdichten.

Bei zu hohen Wassergehalten ist eine Konditionierung dieser Bodengemenge in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand mittels der Zugabe von Feinkalk / Kalkhydrat zur Herabsetzung der Wassergehalte möglich.

Da die bindigen, teilweise verlehnten Sande und der zur Tiefe hin teilweise folgende Sandmergel selbst bei einer fachgerechten Verdichtung gegenüber nicht-bindigem, gut korngestütztem Bodenmaterial vergleichsweise geringe Eigensteifigkeiten besitzen und zudem auch eine reduzierte Wasserdurchlässigkeit aufweisen, wird von einem Einbau der Bodengemenge der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 in Arbeitsräumen unterkellierter Hochbauten sowie in Kanaltrassen versiegelter Verkehrswege abgeraten.

Zu empfehlen ist ein Einbau der bindigen Sande und Sandmergel im Rahmen größerflächiger Geländeausgleichsmaßnahmen.

Im Falle eines größerflächigen Einbaus unter künftigen Gebäudesohlen und / oder versiegelten Verkehrsflächen besteht die Möglichkeit, die Eigensteifigkeit bzw. die Tragfähigkeit der bindigen Sande / Sandmergel mittels der Zugabe von Kalk-Zement-Bindemitteln (z.B. DOROSOL C 50) deutlich zu erhöhen.

Allerdings ist bei dieser „Vermörtelung“ zu beachten, dass nach Abschluss der Aushärtephase ein fester, z.T. annähernd felsartiger, dann vergleichsweise schwer lösbarer Bodenkörper mit gleichzeitig sehr geringer Wasserdurchlässigkeit entsteht.

Eine umweltrelevante Beurteilung der Wiedereinbaumöglichkeit der Aushub- und Abtragungsgemenge vor Ort sowie deren externe Verwertungsmöglichkeiten auf Grundlage laboranalytischer Untersuchungen ist nicht Gegenstand dieses Baugrundgutachtens.

Die organoleptische, sprich die optische und geruchliche Bewertung der entnommenen Bodenproben ergab keine Hinweise auf mögliche Gefährdungen der zu berücksichtigenden Schutzgüter (Mensch, Tier, Grundwasser, etc.) durch im Untergrund befindliche umweltrelevante Schadstoffe.

Bei Bedarf können die zunächst in den Räumen des Sachverständigenbüros rückgestellten Bodenproben nach vorheriger Abstimmung mit dem Bauherren bzw. der zuständigen Umweltbehörde einer laboranalytischen Untersuchung zugeführt werden. Die Analyseergebnisse werden dann in einer gesonderten Stellungnahme als Nachtrag zu diesem Baugrundgutachten erörtert.

Die Rückstellung der Bodenproben erfolgt bis 3 Monate nach Abgabetermin des Baugrundgutachtens. Anschließend werden die Bodenproben einer geregelten Entsorgung zugeführt.

3.3 Kanalbau (Tragfähigkeit, Rohraufleger, Wasserhaltung, Kanalgrabensicherung, Kanalgrabenverfüllung)

Bei der in Unterkapitel 1.2 angenommenen Basis der künftigen Entwässerungsleitungen werden die Kanalsohlen entsprechend der Schichtenprofile und Rammprogramme auf der Anlage 2 teilweise noch innerhalb der anthropogenen Auffüll- und Umlagerungsböden mit einem vielfach erhöhten Humusanteil (dann Oberböden- bzw. Mutterbodenäquivalent), teilweise innerhalb der „gewachsenen“ Oberböden / Mutterböden, teilweise innerhalb „gewachsener“ nichtbindiger bis leicht bindiger Sande und teilweise innerhalb „gewachsener“ bindiger, z.T. verlehmteter Sande verlaufen. Im äußersten Südosten kann die Kanalgrabensohle zudem holozäne Ablagerungen der vormaligen Berkelniederung mit stärker humushaltigen Sanden, ggf. auch torfigen Zwischenlagen, tangieren.

Bei der Verlegung der neuen Entwässerungsleitungen sollte darauf geachtet werden, dass ggf. noch unter der Kanalsole befindliche Oberböden / Mutterböden sowie deren anthropogenen Umlagerungsprodukte infolge der eingeschränkten Raumbeständigkeit durch möglichen Humuszersatz stets aufgenommen werden. Sofern nicht bereits permanent im Grundwasserkörper liegend, gilt dies auch für stärker humushaltige bis torfige Zwischenlagen des Holozän.

Die unterhalb der Oberböden / Mutterböden und deren mit einem erhöhten Humusanteil behafteten anthropogenen Umlagerungsprodukten, im äußersten Südosten zudem unter teilweise stärker humushaltigen Sanden des Holozän, angetroffenen Lockergesteine besitzen in ungestörter Lagerung an für sich eine ausreichende Tragfähigkeit zur Verlegung der Entwässerungskanäle.

Hinsichtlich der Gewährleistung einer stabilen Kanalgrabensohle ist jedoch zu beachten, dass die nichtbindigen bis leicht bindigen Sandpartien bei Starkregen einem oberflächlichen Ausspülungsprozess unterliegen können und im Falle einer Wassersättigung (hier Grundwasserführung) im Anschnitt zum Fließen neigen.

Die bindigen, z.T. leicht verlehmteten Sande und der ggf. örtlich zur Tiefe hin mit der Kanalgrabensohle tangierte Sandmergel unterliegen nach Offenlegung bei konzentriertem Wasserzutritt leicht einer oberflächlichen Aufweichung / Verschlammung. Bei höheren natürlichen Wassergehalten, sprich einem feuchten bis wassergesättigten Bodensubstrat, reagieren diese Bodenpartien zudem hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen. So sind im Falle eines Kanalgrabenaushubs unter den Grundwasserspiegel allein schon durch die mit den Aushubarbeiten unvermeidliche Störung des natürlichen Untergrundes Übergängen des Bodens in breiige Zustände zu besorgen.

Zur Gewährleistung einer stabilen Kanalgrabensohle ist im Falle von Eingriffen unter den natürlichen Grundwasserspiegel zunächst eine Vorentwässerung des mit

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

dem Aushub tangierten Baugrundes in Form einer geschlossenen Wasserhaltung im Vakuumverfahren unumgänglich.

Infolge der sowohl in horizontale als auch in vertikale Ausrichtung variierenden Durchlässigkeiten des zu entwässernden Baugrundes mit einer tendenziell zur Tiefe hin abnehmenden Wasserdurchlässigkeit ist statt des Einsatzes konventioneller Kleinfilteranlagen der Einsatz modifizierter Kleinfilterbohrbrunnen mit Kies- oder Grobsandummantelung (sog. OTO-Filter) vorzusehen, die eine Entwässerung über die gesamte Filterstrecke ermöglichen.

Bei der Einrichtung der Kleinfilterbohrbrunnen sind Erschwernisse bei Einbringen durch die örtlich angetroffenen basalen „Grobschüttungen“ des Pleistozän (s. Kies bzw. Gesteinsbruch der RKS 1 und RKS 5) und auch durch in den kreidezeitlichen Mergelsanden / Sandmergeln der „Dülmener Schichten“ erfahrungsgemäß sehr unregelmäßig eingeschaltete Kalksandsteinplatten / Kalksandsteinbänke einzukalkulieren.

Nach ausreichender Vorlaufzeit der geschlossenen Wasserhaltung wird mit dem Kanalgrabenaushub mit glatter Baggerschneide begonnen.

Die freigelegte, bei einer Lage unterhalb des natürlichen Grundwasserspiegels zusätzlich im Vakuumverfahren vorentwässerte Kanalgrabensohle sollte dabei sukzessive zum Aushub mit einer basalen Grobschüttung aus nichtbindigem, raumbeständigem, umweltverträglichem und verdichtungsfähigem Lockergesteinsmaterial (z.B. Hartkalkstein-Schotter) der Körnung 0/32, 0/45 oder 5/45 mit einem Feinkornanteil von ≤ 5 Gew.-%, fehlender Ton-Fraktion und einer stetig steigenden Körnungslinie angedeckt werden.

Im Bereich der nichtbindigen bis leicht bindigen Sande dient die Grobschüttung als Schutz vor möglichen Ausspülungsprozessen, im Bereich der bindigen Sande und Sandmergel einerseits als Stabilisierungsschicht zum Schutz vor möglichen Aufweichungen durch Wasserzutritt und bauzeitliche Lasteinträge, andererseits auch als bauzeitlicher Flächenfilter zur Fassung und Ableitung der anfallenden Oberflächenwässer, ggf. auch der „Restgrundwässer“. Das im grobkörnigen Schüttgut gefasste Wasser ist über provisorisch eingerichtete Pumpensümpfe und bei Bedarf an der Basis des Flächenfilters einseitig verlegte und gleichzeitig in filterstabilem Schüttgut gebettete Baudrainagen in offener Wasserhaltung abzuführen.

Die geschlossene Wasserhaltung (Grundwasserabsenkung im Vakuumverfahren) ist parallel zur offenen Wasserhaltung zu betreiben und bis zur Verfüllung der Kanalgräben über den dann herrschenden natürlichen Grundwasserspiegel aufrecht zu halten.

Die Stärke der basalen Grobschüttung bzw. des bauzeitlichen Flächenfilters richtet sich nach der Stabilität der Aushubebene und der anfallenden (Rest-)Wassermenge. Sie sollte im nichtbindigen bis leicht bindigen Sand mit mind. 0,15 m, im bin-

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

digen, teilweise verlehmtten Sand sowie im Sandmergel mit mind. 0,25 m kalkuliert werden. Die Einbaustärken gehen jeweils von einer standfesten Aushubebene aus. Bei Instabilitäten der Grabensohlen durch deutlich aufgeweichte, im Extremfall verschlammte Bodenpartien ist die Grobschüttung zur Erlangung einer standfesten Auflagers in örtlicher Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu verstärken.

Die Betonrohre der Regenwasserkanalisation können direkt im Schotter gebettet bzw. diesem aufgelagert werden.

Als Bettungsmaterial von Steinzeugrohren, ggf. auch von duktilen Gussrohren der Schmutzwasserkanalisation werden in der Regel kies- und steinfreie Schüttungen mit einem Größtkorn von < 2 mm gefordert. Folglich ist hier auf der basalen Schotterlage noch eine entsprechend Sandbettung aufzubringen.

Liegt die Kanalgrabensohle örtlich infolge zusätzlich aufzunehmender stärker humushaltiger Bodengemenge (z.B. tieferreichende stärker humose bis torfige Zwischenlagen der holozänen Ablagerungen der südöstlichen Flächenabschnitte sowie örtlich tieferreichende Oberböden / Mutterböden) noch deutlich unterhalb der konstruktiven Kanalsohlenniveaus, sind hier als zusätzlicher Bodenaustausch / Bodenauftrag nichtbindige bis leicht bindige, gleichzeitig raumbeständige Füllsande mit einem Feinkornanteil von ≤ 10 Gew.-% zu empfehlen. Diese sind dann in Lagen von max. 0,3 m einzubringen und je Lage im erdfeuchten Zustand mittels adäquater Flächenrüttler auf mind. 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Verläuft die Basis des zusätzlichen Bodenaustausches im bindigen Sand oder Sandmergel, empfiehlt sich hier als basale Lage des Bodenaustauschpolsters die auf Seite 23 dargelegte Grobschüttung. Bei der Verlegung von Betonrohren über einem zusätzlichen Bodenaustauschpolster aus Sand ist direkt unter den Rohren als Auflager ebenfalls gröberkörniges Schüttgut in einer Mindeststärke von 0,15 m zu empfehlen.

Ausgehend von einer fachgerechten Entwässerung / Stabilisierung der mit dem Kanalgrabenaushub tangierten Grabenwände, können diese in dem angetroffenen, vielfach minder kohäsiven bis kohäsionslosen Baugrund ohne den Einsatz von Verbau-Elementen bei einer Aushubtiefe von $\geq 1,25$ m unter Beachtung der DIN 4124 bis max. 45° abgebösch werden.

Soll auf eine Abböschung der Kanalgrabenwände zur Reduzierung des Aushubmaterials bzw. der Menge der Kanalgrabenverfüllung verzichtet werden, bietet sich im freien Gelände bei den kalkulierten Aushubtiefen grundsätzlich eine Kanalgrabensicherung im Schutz endgesteifter Großtafel-Systeme („Kriings-Verbau“) an.

In den Anschlussbereichen an die öffentliche Kanalisation innerhalb der bestehenden Straßenzüge empfiehlt sich bei „normalen“ Kanalsohlentiefen – eine fachgerechte Grundwasserabsenkung vorausgesetzt – eine Grabensicherung mittels Trä-

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

ger-Bohlwänden („Berliner Verbau“) bzw. mittels eines Normverbaus gemäß DIN 4124. Bei ggf. tieferen Aushubtiefen ist der Einsatz von Spundwänden oder Gleitschienen-Systemen zu favorisieren, wobei das Einbringen dann u. U. durch die „Grobschüttungen“ des Pleistozän und die ggf. örtlich in den Mergelsanden / Sandmergeln der „Dülmener Schichten“ tangierten Kalksandsteinplatten / Kalksandsteinbänke erschwert sein kann.

Unter Beachtung der angenommenen Einstufung der künftigen Erschließungsstraße in die Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk1,8 im Sinne der RStO 12 (s. Unterkapitel 1.2), wird zur Vermeidung von künftigen Setzungsdifferenzen im Fahrbahnbereich empfohlen, die Kanalgräben generell mit nichtbindigen bis max. leicht bindigen, raumbeständigen, verdichtungsfähigen und auch ausreichend wasser-durchlässigen Lockergesteinsmaterialien (z.B. nichtbindige bis gemischtkörnige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew-% bindigen Anteilen und fehlender Tonfraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300) zu verfüllen.

Bei dem lagenweisen Einbau (max. Lagenstärke 0,3 m) und der Verdichtung der letztendlich für den Einbau gewählten Füllmaterialien ist gem. ZTVE-StB 09 zwischen Grabensohle und 1 m unter Planum ein Verdichtungsgrad zwischen 97 und 98 %, darüber bis zum Planum (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) ein Verdichtungsgrad von 100 % der einfachen Proctordichte zu fordern.

Bei der Wahl der Verdichtungsgeräte und deren Einstellung ist darauf zu achten, dass keine dynamischen Lasteinträge in bindige bzw. in gemischtkörnige Bodengemenge mit erhöhtem Feinkornanteil und gleichzeitig erhöhtem Wassergehalt eingebracht werden.

Bei der Bemessung unterirdischer Bauteile gegen möglichen Auftrieb sollte im Bereich der „Haupterschließungsstraße“ mit einer hier gegenwärtig auf knapp 77 m ü. NN angenommenen Fahrbahnoberkante ein möglicher Grundwasseranstieg bis rd. 76 m ü. NN berücksichtigt werden. Am Endpunkt der nach Süden abzweigenden Stichstraßen scheint diesbezüglich ein Grundwasserstand von rd. 75.7 m ü. NN realistisch, sofern der HQ 100 der Berkel nicht über diesem Niveau liegt.

3.4 Straßenbau (Frostsicherheit, Tragfähigkeit, Bodenersatz bzw. Bodenauftrag im Straßenunterbau)

Öffentliche Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze, Zu- und Umfahrten) werden allgemein gem. den Vorgaben der RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen), der ZTVE-StB 09 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau), der ZTVT-StB 95 (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Tragschichten im

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Straßenbau) sowie der ZTV SoB-StB 04 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) und mitgeltender Normen hergestellt.

Diese Richtlinien werden seitens des Unterzeichners auch als Grundlage für die Herstellung der geplanten Verkehrsflächen gewählt, wobei zunächst eine Einstufung der neuen Straßenzüge in die Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk1,8 angenommen wird (s. Unterkapitel 1.2).

In Anlehnung an die Vorgaben der RStO 12 sowie der ZTVT-StB 95 wird auf der Schottertragschicht (z.B. Hartkalksteinschotter der Körnung 0/45) des ungebundenen Fahrbahnoberbaus bei Durchführung von statischen Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18134 – in Abhängigkeit von der Oberflächenversiegelung (Pflasterdecke oder Asphaltdecke) bzw. von der Stärke eines gebundenen Asphalt oberbaus – ein Verformungsmodul E_{v2} in Größenordnungen zwischen 120 und 150 MN/m² gefordert. Die E_{v2}/E_{v1} -Verhältnisse sollten dabei zur Vermeidung oberflächennaher Kornumlagerungen gleichzeitig ein Verhältnis $\leq 2,2$ aufweisen.

Um diese Verformungsmoduln erreichen zu können, ist auf dem Planum (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) bei der Ausführung eines genormten Fahrbahnoberbaus im Sinne der RStO 01 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MN/m² sicher zu stellen.

Im Bereich des Planraums stehen – unabhängig von der Existenz der ohnehin unter tragfähigkeitsspezifischen Gesichtspunkten aufzunehmenden Oberböden / Mutterböden und anthropogenen Auffüll- und Umlagerungsböden mit erhöhtem Humusanteil – wechselnd bindige Lockergesteine mit einem teils reduzierten, teils erhöhten Feinkornanteil an.

Die Lockergesteine mit einem erhöhten Feinkornanteil (bindige, z.T. leicht verlehnte Sande) repräsentieren Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) gemäß ZTVE-StB 09. Folglich ist die Mindeststärke des frostsichereren Fahrbahnoberbaus der neuen Verkehrsflächen des Planraums entsprechend der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 festzulegen.

Gem. RStO 12, Seite 16, liegt das Baugelände in der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland. Unter Beachtung des teilweise sehr frostempfindlichen Untergrundes ist entsprechend Tabelle 6 der RStO 01 – je nach Belastungsklasse – eine Mindeststärke des frostsichereren Fahrbahnoberbaus zwischen 50 und 60 cm zu fordern. Im Bereich von Fuß- und Radwegen liegt die geforderte Mindeststärke des Oberbaus gem. RStO 12 dann bei 30 cm.

Gleichzeitig sollte die Fahrbahnoberkante der künftigen Erschließungsstraße so geplant werden, dass diese mind. 0,8 m, am besten jedoch 1 m über den Grundwasserhochständen verläuft. Unter diesem Aspekt wird die künftige Fahrbahn-

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

oberkante der „Haupterschließungsstraße“ bei knapp 77 m ü. NN, die Fahrbahnoberkante der nach Süden abzweigenden Stichstraßen zwischen rd. 76.5 und knapp 77 m ü. NN angenommen (s. auch Unterkapitel 1.2).

Bei dieser Höhenentwicklung verläuft das Planum, sprich die Basis des Fahrbahnoberbaus, in Abgleich mit den Schichtenprofilen der Anlage 2 jeweils noch deutlich oberhalb des Abtragplanums (Basis Mutterboden / Oberboden bzw. deren anthropogener Umlagerungsprodukte).

Als Niveauausgleich zwischen Abtragsplanum und dem frostsicheren Fahrbahnoberbau ist – analog zu der Trassenverfüllung tiefer ins Erdreich einbindender Entwässerungskanäle (s. Unterkapitel 3.3) – die Herstellung eines „Dammkörpers“ aus nichtbindigen bis leicht bindigen, gleichzeitig raumbeständigen Sanden (z.B. nichtbindige bis gemischtkörnige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew-% bindigen Anteilen und fehlender Ton-Fraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300) zu empfehlen.

In den Bereichen, in denen das Abtragsniveau für den sandigen Straßenunterbau in vornehmlich bindigen, z.T. leicht verlehnten Sanden verläuft, ist bei widrigen Witterungsverhältnissen sowie auch bei geringen Grundwasserflurabständen zur Stabilisierung des Abtragsplanums und auch zur Gewährleistung eines fachgerechten Widerlagers für den weiteren Bodenauftrag analog zu dem Bereich der Kanalgrabensohlen (s. Unterkapitel 3.3) der Einbau einer basalen Grobschüttung als Stabilisierungsschicht sowie bei Bedarf auch als bauzeitlicher Schotterflächenfilter zu empfehlen.

Das zwischen dem Abtragsplanum und dem frostsicheren Fahrbahnoberbau einzubringende Bodenmaterial ist lagenweise einzubauen und je Lage auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Gleichzeitig ist auf Höhe des Planums (Basis frostsicherer Oberbau) gemäß RStO 12 mittels statischer Lastplattendruckversuche ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ bei einem E_{v2}/E_{v1} -Verhältnis von ≤ 3 sicher zu stellen.

Die aufgeführten bzw. in den geltenden Regelwerken genannten Verdichtungs- werte bzw. Verformungsmoduln sind jeweils durch die ausführenden Baufirmen nachzuweisen bzw. durch das Baugrundsachverständigenbüro zu überprüfen.

Bei der Verdichtung von unmittelbar oberhalb bindiger Sande eingebautem Füll- und Bodenauftragsmaterial sind die eingesetzten Verdichtungsgeräte so zu wählen bzw. einzustellen, dass keine dynamischen Lasten in den bei erhöhten Wassergehalten (dann feucht bis wasserempfindlich) hoch strukturempfindlichen Untergrund eingeleitet werden. Ansonsten sind hier – analog zu den neuen Kanalgräben – Konsistenzminderungen des Baugrundes durch temporär aufgebaute Porenwasserüberdrücke mit einer Reduzierung der Tragfähigkeitseigenschaften zu besorgen.

3.5 Hochbau (Tragfähigkeit, Gründungsempfehlung, Wasserhaltung, Schutz der Gebäude vor Vernässungsschäden, Baugrubensicherung, Arbeitsraumverfüllung)

Entsprechend den Schichtenprofilen und Rammdiagrammen auf der Anlage 2 verläuft das für **unterkellerte Hochbauten** kalkulierte Gründungsniveau überwiegend innerhalb wechselnd bindiger, z.T. leicht verlehmtter Sande des Pleistozän sowie der Oberkreide.

Nur im äußersten Südosten wurden mit der Kleinbohrung RKS 7 bis ca. 2,8 m unter GOK bzw. bis rd. 73.2 m ü. NN und somit noch bis unter das kalkulierte Gründungsniveau der unterkellerten Hochbauten holozäne Sande mit stärker humosen Zwischenlagen angetroffen. Neben dem angetroffenen zersetzten Holz können hier auch torfige Bodenpartien noch geringerer Tragfähigkeit nicht ausgeschlossen werden. Diese stärker zusammendrückbaren, oberhalb des Grundwasserspiegels zudem zersetzungsgefährdeten Baugrundabschnitte sind unter den Hochbauten komplett bis in die humusfreien Sande des Pleistozän aufzunehmen.

Die wechselnd bindigen, z.T. leicht verlehmtten Sande des Pleistozän sowie der Oberkreide weisen bei einer in natürlicher Ablagerungsstruktur überwiegend miteldichten, zur Tiefe hin mitunter dichten Lagerung an für sich eine ausreichende Tragfähigkeit zur Aufnahme der erwarteten Gebäudelasten auf, reagieren jedoch bei höheren Wassergehalten (wie im Planraum bei den geringen Grundwasserflurabständen gegeben) teilweise sehr empfindlich gegenüber Wasserzutritt und gegenüber Strukturstörungen des natürlichen Porengefüges. Von der Strukturempfindlichkeit betroffen sind dann in erster Linie wassergesättigte Feinsande mit einem gleichzeitig erhöhten Feinkornanteil.

Zur Gewährleistung einer standfesten Baugrubensohle / Aushubebene und zur Vermeidung unverträglicher Strukturstörungen des Baugrundes mit einer teilweise deutlichen Minderung der Tragfähigkeitseigenschaften sowie auch zur fachgerechten Trockenlegung der Baugruben mit der Vermeidung des Ausfließens von Bodenmaterial aus den Baugrubenwänden ist das Grundwasser vor Beginn der Aushubarbeiten – analog zu den in den Grundwasserkörper einbindenden Kanalgräben (s. Unterkapitel 3.3) – in geschlossener Wasserhaltung im Vakuumverfahren bis mind. 0,5 m unter die geplante Aushubebene abzusenken. Die Vakuumentwässerung dient einerseits zu einer nahezu vollständigen Drainierung der bei Wassersättigung im Anschnitt fließfähigen, lehmfreien Sandpartien, darüber hinaus zur Überführung der stärker verlehmtten Sandpartien in einen „stichfesten“, dann erdfeuchten bis feuchten Zustand.

Infolge der sowohl in horizontale als auch in vertikale Ausrichtung variierenden Durchlässigkeiten des zu entwässernden Baugrundes mit einer tendenziell zur Tiefe hin abnehmenden Wasserdurchlässigkeit ist statt des Einsatzes konventioneller Kleinfilteranlagen der Einsatz modifizierter Kleinfilterbohrbrunnen mit

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Kies- oder Grobsandummantelung (sog. OTO-Filter) vorzusehen, die eine Entwässerung über die gesamte Filterstrecke ermöglichen.

Nach ausreichender Vorlaufzeit der geschlossenen Wasserhaltung wird mit dem Baugrubenaushub mit glatter Baggerschneide begonnen.

Mit Beginn des Aushubs ist im späteren Arbeitsraum ein in Schotter gebetteter Pumpensumpf einzurichten und mit einer Schmutzwasserpumpe zu aktivieren. Von diesem Pumpensumpf aus, ist die dann mit glatter Schneide im Rückwärts-einschnitt freigelegte Baugrubensohle sukzessive zum Aushub mit einem bauzeitlichen Schotterflächenfilter (empfohlen wird güteklassifizierter Hartkalkstein-Schotter der Körnung 0/45 oder 5/45 mit einem Feinkornanteil von ≤ 5 Gew.-%, fehlender Ton-Fraktion und einer stetig steigen Körnungslinie) anzudecken.

Die Mindeststärke des Schotterflächenfilters richtet sich nach der Stabilität der Baugrubensohle und der trotz laufender Vakuumentwässerung anfallenden „Restwassermenge“ und sollte im Mittel mit 25 cm kalkuliert werden. Bei deutlichen Instabilitäten der Aushubebene ist die Stärke des Schotterflächenfilters fallweise in örtlicher Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu erhöhen.

Zur Unterstützung der Entwässerung des Schotterpolsters empfiehlt sich umlaufend an der Basis des Schotters die Verlegung von Baudrainagen mit Anbindung an den Pumpensumpf. Die offene Wasserhaltung aus Flächenfilter, Baudrainage und Pumpensumpf unterstützt in diesen Grundstücksabschnitten die geschlossene Wasserhaltung zur fachgerechten Trockenhaltung der Baugrube.

Liegt die Aushubebene zur zusätzlichen Aufnahme stärker humoser bis torfiger Zwischenlagen der südöstlichen Flächenabschnitte mehr als 25 cm unter der konstruktiven Gründungsebene, ist der Mehraushub am besten ebenfalls mit dem Material des bauzeitlichen Schotterflächenfilters zu kompensieren. Das dann stärkere Schottermaterial ist hier dann bei fachgerechter Drainierung auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Die Kellergeschosse sind generell als wasserdichte Bauteile für den Lastfall „drückendes Wasser“ gemäß DIN 18 195, T 6, zu konzipieren. Es empfiehlt sich eine Ausführung in wasserdichtem Beton mit wasserdichter Haltung von Fugen und Leitungsdurchlässen sowie einer ausreichenden Rissbreitenbeschränkung der erdberührten Betone. Unter Beachtung der hydrogeologischen Verhältnisse empfiehlt sich gleichzeitig, die wasserdichte Konstruktion bis zur Geländeoberkante hochzuziehen und die Kellerlichtschächte in die wasserdichte Konstruktion zu integrieren.

Der für die statische Bemessung der erdberührten Bauteile relevante Wasserdruck kann erst nach endgültiger Festlegung der künftigen Gelände- und Straßenhöhen und der darauf basierenden OKFF-EG der künftigen Wohnhäuser beziffert werden.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Diesbezüglich und auch hinsichtlich der gründungstechnischen Fragestellungen wird zu den einzelnen Wohnhäusern ergänzend zu diesem Erschließungsgutachten ohnehin die Durchführung detaillierterer Baugrunduntersuchungen empfohlen.

Die unterkellerten Neubauten sind über bewehrte Bodenplatten mit einer Bettung auf dem basalen Schotterflächenfilter zu gründen.

Für die statische Vorbemessung der Bodenplatten unterkellerten Neubauten nach dem Bettungsmodulverfahren empfiehlt sich zunächst der Ansatz eines einheitlichen statischen Bettungsmoduls $k_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^3$. Diesem Ansatz liegt an der Unterkante der Gründungsplatten im Einflußbereich tragender Wandscheiben ein charakteristischer Sohldruck bis $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$ bei einer berücksichtigten Ersatzbreite zwischen $b = 0,5$ und $0,8 \text{ m}$ zugrunde.

Ausgehend von der in Unterkapitel 1.2 angenommenen Höhenentwicklung der Planraums mit einer infolge der aktuell z.T. sehr geringen Grundwasserflurabstände angenommenen Anhebung der künftigen Geländeoberkante in Größenordnungen zwischen rd. $0,5$ und 1 m über das aktuelle Geländeniveau wird die Gründungsebene (Fundament- oder Plattenunterkante) von **nichtunterkellerten Hochbauten** weitestgehend oberhalb des Abtragsplanums (Basis Mutterboden / Oberboden bzw. deren anthropogener Umlagerungsprodukte) mit darunter überwiegend anstehenden wechselnd bindigen, z.T. leicht verlehmtten Sanden des Pleistozän sowie der Oberkreide verlaufen.

Dieser Baugrund weist bei einer überwiegend mitteldichten Lagerung eine ausreichende Tragfähigkeit zur Überbauung mit nichtunterkellerten Hochbauten aus.

Nur die in der RKS 7 in Südosten des potentiellen Baugebietes bis rd. $2,8 \text{ m}$ unter aktueller GOK bzw. bis rd. $73,2 \text{ m}$ ü. NN angetroffenen holozänen Ablagerungen der ehemaligen Berkel-Niederung mit stärker humosen, ggf. sogar örtlichen torfigen Zwischenlagen sind zur fachgerechten Aufnahme der Gebäudelasten nicht geeignet und – analog zu den Ausführungen zu unterkellerten Neubauten – im Einflußbereich der nichtunterkellerten Wohnhäuser vollständig aufzunehmen und gegen geeignetes Schüttungsmaterial zu ersetzen.

Als Niveaueausgleich zwischen dem Abtragsplanum bzw. der im Südosten zur Aufnahme der stärker humosen, ggf. auch torfigen Zwischenlagen entstehenden Aushubebene und dem Gründungskörper sind in erster Linie nichtbindige bis leicht bindige, gleichzeitig raumbeständige Füllsande mit einem Feinkoranteil von $\leq 10 \text{ Gew.-%}$ und fehlender Ton-Fraktion zu empfehlen. Direkt unter den Gebäudesohlen empfiehlt sich als Abschlusslage zusätzlich eine Grobschüttung aus güteklassifiziertem, kapillarbrechendem, ausreichend wasserdurchlässigem und verdichtungsfähigem Schottermaterial in einer Mindeststärke von $0,25 \text{ m}$.

Verläuft das Abtragsplanum im Niveau bindiger, z.T. leicht verlehmtter Sande, ist bei widrigen Witterungsverhältnissen sowie auch bei geringen Grundwasserflur-

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

abständen zur Stabilisierung des Abtragsplanums und auch zur Gewährleistung eines fachgerechten Widerlagers für den weiteren Niveauausgleich analog zu den Straßenbauarbeiten (s. Unterkapitel 3.4) der Einbau einer basalen Grobschüttung als Stabilisierungsschicht sowie bei Bedarf auch als bauzeitlicher Schotterflächenfilter zu empfehlen.

In Bereichen, in denen ein tieferreichender Bodenaustausch erforderlich wird, ist dieser im Schutz der für die unterkellerten Gebäudeabschnitte empfohlenen Kombination aus geschlossener Wasserhaltung im Vakuumverfahren und offener Wasserhaltung mit einem Pumpensumpf, einem Schotterflächenfilter und bei Bedarf an der Basis der Grobschüttung mitgeführter Baudrainagen zu realisieren.

Bei der Herstellung fachgerechter Bodenaustausch- und Bodenauftragspolster unter den nichtunterkellerten Gebäudeabschnitten ist unter Beachtung der Druckausbreitung im Baugrund auf einen ausreichenden seitlichen Überstand des Einbaumaterials zu achten.

Die lagenweise eingebrachten Einbauböden sind mittels adäquater Flächenrüttler auf 97 bis 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten, was dann einer mitteldichten Lagerung entspricht. Auch hier ist bei der Verdichtung darauf zu achten, dass keine dynamischen Lasten in bindige / lehmige Bodenpartien oder in mit Grundwasser erfüllte Baugrundabschnitte eingeleitet werden.

Es empfiehlt sich eine Gründung der nichtunterkellerten Wohnhäuser über bewehrte Bodenplatten mit umlaufenden Frostschrägen. Die Frostschrägen sind dabei möglichst biegesteif mit den Stahlbetonsohlen zu verbinden, um so die Randlasten über eine mitwirkende Breite in Richtung des Plattenzentrums zu leiten und gleichzeitig auf ein verträgliches Mindestmaß zu reduzieren.

Bei der statischen Vorbemessung von Bodenplatten der nichtunterkellerten Neubauten nach dem Bettungsmodulverfahren empfiehlt sich – analog zu den unterkellerten Neubauten – zunächst der Ansatz eines einheitlichen statischen Bettungsmoduls $k_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^3$. Diesem Ansatz liegt an der Unterkante der Gründungsplatten im Einflußbereich tragender Wandscheiben ein charakteristischer Sohldruck bis $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$ bei einer berücksichtigten Ersatzbreite zwischen $b = 0,5$ und $0,8$ m zugrunde. Im Bereich schmaler Frostschrägen sollte der charakteristische Sohldruck bei biegesteifer Anbindung der Schrägen an die Stahlbetonsohle Größenordnungen von $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$ nicht überschreiten.

Setzt man einen kapillarbrechenden Sohlenunterbau mit einer ausreichenden Anhebung des Bauwerkssohle über das umgebende Gelände sowie eine fachgerechte Ableitung der auf den angrenzenden Freiflächen anfallenden Oberflächenwässer (Geländemodellierung mit leichtem Gefälle in die Freiflächen) voraus, dürfte bei der gleichzeitig unterstellten großflächigen Anhebung der Geländeoberkante der Baugrundstücke eine Abdichtung der Gebäudesohlen von nichtunterkellerten Neubauten gegen Erdfeuchtigkeit im Sinne der DIN 18 195, T 4, ausreichen.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Kann ein temporärer Einstau der Oberflächenwässer im grobkörnigen Sohlenunterbau (kapillARBrechende Schüttung) planseitig nicht gewährleistet werden, empfiehlt sich vorsorglich eine Abdichtung der erdberührten Bauteile nichtunterkellerte Neubauten gegen zeitweise aufgestaute Sickerwässer in Anlehnung an die DIN 18 195, T 6, oder die Ausführung wasserdichter Gebäudesohlen.

Hinsichtlich der gründungstechnischen Fragestellungen wird auch für den Fall der Realisierung nichtunterkellerte Neubauten – gerade vor dem Hintergrund der im Südosten bis in größerer Tiefen angetroffenen humosen Zwischenlagen minderer Tragfähigkeit – ergänzend zu diesem Erschließungsgutachten auf jeden Fall die Durchführung detaillierter Baugrunduntersuchungen empfohlen, wobei die ausgesprochenen Gründungsempfehlungen einschließlich der Kennwerte zur Bemessung des Gründungskörpers weiter präzisiert werden können.

Durch Baustellenpersonal im Bereich der künftigen Hochbauten begangene Abgrabungen / Baugruben mit einer Tiefe von $\geq 1,25$ m können in dem angetroffenen, vielfach minder kohäsiven bis kohäsionslosen Baugrund sowie in einem vergleichbaren Bodenaustausch- und Bodenauftragsmaterial unter Beachtung der DIN 4124 bis max. 45° abgebösch werden. Dieser Böschungswinkel gilt für max. 5 m hohe Baugrubenwände ohne zusätzliche Einträge aus angrenzenden Verkehrs- und Stapellasten (z.B. auch Baukran).

Sollte der angeführten Böschungswinkel im Bereich der Baugrubenwände ggf. örtlich nicht eingehalten werden können, ist hier eine Baugrubensicherung mittels eines statisch nachgewiesenen Träger-Bohlwand-Verbaus („Berliner Verbau“) zu empfehlen.

Im Anschluss zu ggf. bereits realisierten Hochbauten sind die Erd- und Gründungsarbeiten generell unter Beachtung der DIN 4123 umzusetzen.

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen empfiehlt sich – zumindest unter den später versiegelten Flächenabschnitten (z.B. Terrassen, Gebäudezuwegungen, Garagenzufahrten, etc.) – zur Vermeidung längerfristiger Setzungen generell der Einbau nichtbindiger bis max. leicht bindiger, raumbeständiger, verdichtungsfähiger und auch ausreichend wasserdurchlässiger Lockergesteinsmaterialien (z.B. nichtbindige bis gemischtkörnige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew.-% bindigen Anteilen und fehlender Ton-Fraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300).

Bei dem lagenweisen Einbau (Lagenstärke max. 0,3 m) und der Verdichtung der letztendlich für den Einbau gewählten Füllmaterialien ist gem. ZTVE-StB 09 ein Verdichtungsgrad zwischen 97 und 100 % (entspricht mitteldichter Lagerung) der einfachen Proctordichte anzustreben.

In den später mit Oberflächenversiegelungen (Gebäudezuwegungen, Terrassen, etc.) überbauten Arbeitsraumabschnitten ist auf den zusätzlichen Einbau frostsicherer Tragschichten zu achten.

3.6 Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser

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

Gemäß diesem Regelwerk kommen für eine Versickerung nur Lockergesteine mit einem Durchlässigkeitsbeiwert zwischen $k_f = 5 \times 10^{-6}$ und 1×10^{-3} m/s in Frage.

Darüber hinaus sollte zwischen der Basis der Versickerungsanlage und dem Grundwasserspiegel ein gewisser Mindestabstand eingehalten werden, um eine Filterung ggf. im Sickerwasser enthaltener Schadstoffe in der ungesättigten Bodenzone zu ermöglichen. Dieser wird bei Rigolensystemen gem. ATV mit 1 m zum mittleren Grundwasserhochstand angegeben, kann bei Versickerungsmulden nach Absprache mit Trägern öffentlicher Belange jedoch u.U. auch weiter reduziert werden.

Ferner wird zwischen den Anlagen und angrenzenden Bauwerken ein Mindestabstand empfohlen, der eine negative Beeinflussung des Untergrundes sowie tangierter Bauwerke (z.B. Herabsetzung der Scherparameter, Vernässungen von Keller geschossen, etc.) verhindert.

Unabhängig von der ggf. vorhandenen allgemeinen Möglichkeit einer Regenwasserversickerung im Planraum wird unterstellt, dass im Bereich der einzelnen Grundstücke allein aus Platzgründen keine Versickerungsmulden angelegt werden können. Sollte eine Versickerung gemäß DWA-Regelwerk im Bereich der einzelnen Grundstücke möglich sein, wären hier dann Versickerungsrigolen anzustreben, was dann üblicherweise einen mittleren Grundwasserhochstand von ≥ 2 m unter künftiger Geländeoberkante voraussetzt.

Dies ist bei den hydrogeologischen Rahmenbedingungen (Grundwasserflurabstände) selbst mit der in Unterkapitel 1.2 angenommenen Höhenentwicklung der künftigen Erschließungsstraßen und der daraus abgeleiteten Geländeoberkante der angrenzenden Grundstücke nicht realisierbar.

Dementsprechend ist bei der weiteren Planung zur Ableitung der auf den versiegelten Flächen / Dachflächen der künftigen Wohnhäuser anfallenden Regenwässer entweder eine Ableitung des Regenwassers mittels Kanalrohren in eine außerhalb der privaten Grundstücke gelegene Versickerungsmulde oder in eine geeignete Vorflut mit ggf. vorgeschalteter Regenrückhaltung zu verfolgen.

Entsprechend der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung wurden vergleichsweise gut wasserdurchlässige Sande mit fehlendem oder reduziertem Feinkornanteil lediglich in den Aufschlüssen RKS 1, 3 und 4 angetroffen, wobei diese in den Aufschlüssen RKS 1 und 3 nur oberflächennah, in der RKS 4 bis in größere Tie-

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

fen reichen. Allein entsprechend des Durchlässigkeitsbeiwertes wären diese Sande bei Durchlässigkeitsbeiwerten k_f in Größenordnungen zwischen rd. 5×10^{-4} und 5×10^{-5} m/s für die Versickerung von Regenwasser gut geeignet. Bei kalkulierten mittleren Grundwasserhochständen zwischen rd. 75.8 (RKS 4) und 76.8 m ü. NN (RKS 1) liegt jedoch selbst im Falle einer geringfügigen Geländeanhebung im Bereich potentieller Versickerungsmulden ein unzureichender Abstand zwischen Grundwasserkörper und Versickerungsanlage vor.

In den restlichen Bodenaufschlüssen wurden insgesamt minder wasserdurchlässige, teilweise verlehnte Sande erbohrt, deren Durchlässigkeitsbeiwerte k_f teilweise gerade noch im unteren Toleranzbereich des DWA-Regelwerkes für Versickerungsanlagen, teilweise jedoch bereits darunter (dann Durchlässigkeitsbeiwert $k_f < 5 \times 10^{-6}$ m/s) liegen. Folglich ist bei einer konzentrierten Einleitung in diese Bodenpartien mit einem zügigen Einstau der eingeleiteten Regenwässer zu rechnen, was auch durch die aktuell über einen längeren Zeitraum auftretenden Vernässungen / Überflutungen der südlichen Geländeabschnitte bestätigt wird. Gleichzeitig liegen insbesondere in den südlichen Flächenabschnitten bei der aktuellen Höhenentwicklung sehr geringe Grundwasserflurabstände mit einem temporär möglichen Anstieg bis zur Geländeoberkante vor.

Entsprechend der hydrogeologischen Rahmenbedingungen des Standortes mit überwiegend minder wasserdurchlässigen Lockergesteinen und gleichzeitig geringen Grundwasserflurabständen scheidet eine Regenwasserversickerung im Sinne des DWA-Regelwerkes selbst im Falle der im Bereich der künftigen Erschließungsstraßen sowie der Grundstücke angenommenen Geländeanhebung aus gutachterlicher Sicht aus.

Das auf den versiegelten Flächen / Dachflächen anfallende Wasser ist einer geeigneten Vorflut zuzuführen.

Neben der Einleitung in die städtische Kanalisation besteht u.U. die Möglichkeit, das anfallende Regenwasser über die unterhalb der Borkener Straße in Form eines Dükers verlegte Leitungstrasse in die Berkel einzuleiten. In diesem Fall muss die vorhandene Leitung in ihrem Durchflußquerschnitt u.U. vergrößert bzw. der Zufluss zur Leitung mittels einer Regenrückhaltung entsprechend gedrosselt werden.

Die Umsetzung der fachgerechten Ableitung des Regenwassers liegt in der Verantwortung eines Entwässerungsplaners. Bei einer hydraulischen Anbindung des Entwässerungssystems des Planraums an die Berkel sind die möglichen Höchstwasserstände (üblicherweise der HQ 100) des Flusses zu berücksichtigen.

Insbesondere die südlichen, morphologisch tieferen Baugrundstücke sind morphologisch so weit anzuheben, dass hier im Falle von Berkelhochwässern ein unverträglicher Rückstau mit einer dann möglichen Überflutung der Grundstücke unterbunden werden kann.

4. Zusammenfassung, weitere Hinweise, Schlusswort

Im Rahmen der Ausweisung weiterer Wohnbauflächen strebt die **Stadt Coesfeld – Fachbereich 60-Planung, Bauordnung, Verkehr**, Markt 8, 48653 Coesfeld, möglicherweise die Ausweisung und Erschließung des Neubaugebietes „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ zur Bebauung mit Einfamilienwohnhäusern an.

Im Rahmen der Planungen zur Realisierung des potentiellen Baugebietes wurde das **Ingenieurgeologische Büro Gey & John GbR** aus Münster mit einer Untersuchung des Untergrundes hinsichtlich der bodenmechanischen bzw. gründungstechnischen Eigenschaften sowie hinsichtlich der Grundwasserverhältnisse beauftragt.

Entsprechend der Untersuchungsergebnisse stehen im Planraum unter einer geringmächtigen Bedeckung humoser Oberböden / Mutterböden und deren anthropogener Umlagerungsprodukte überwiegend wechselnd bindige Sande mit einer an für sich ausreichenden Tragfähigkeit für die Erschließungsarbeiten und für die Bebauung mit unterkellerten oder nichtunterkellerten Wohnhäusern an.

Nur im Südosten des Areals wurden bis ca. 2,8 m unter aktueller Geländeoberkante minder tragfähige Ablagerungen der ehemaligen Berkelniederung in Form stärker humoser Zwischenlagen angetroffen. Entsprechend des Ablagerungsmilieus sind hier durchaus auch torfige Ablagerungen noch minderer Tragfähigkeit möglich. Im Falle einer Bebauung dieser Flächenabschnitte mit Einfamilienhäusern ist hier zur Gewährleistung einer fachgerechten Gründung ein vollständiger Austausch der minder tragfähigen Ablagerungen gegen bodenmechanisch günstiges Schüttungsmaterial einzukalkulieren.

Grundsätzlich herrschen im Planraum geringe Grundwasserflurabstände vor. Zur Gewährleistung fachgerechter Straßenkörper und zur Vermeidung unverträglicher Vernässungen der künftigen Baugrundstücke, ggf. auch der Gebäude, ist grundsätzlich eine Anhebung der Fahrbahnoberkante der künftigen Erschließungsstraßen sowie der künftigen Geländeoberkante der angrenzenden Grundstücke erforderlich. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand scheint eine Anhebung der Erschließungsstraßen und der Baugrundstücke ca. auf das Niveau der westlich gelegenen Straße Baakenesch erstrebenswert.

Infolge der geringen Grundwasserflurabstände sind im Rahmen der Erschließungsarbeiten, im Rahmen der Errichtung unterkellerten Wohnhäuser und auch im Falle der Umsetzung örtlich tieferreichender Bodenaustauscharbeiten bauzeitliche Grundwasserabsenkungen erforderlich. Hierbei ist eine Kombination aus geschlossener und offener Wasserhaltung einzuplanen. Unterkellerte Neubauten sind mit wasserdichten Kellergeschossen zu planen.

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

Sowohl im Bereich von unterkellerten als auch nichtunterkellerten Wohnhäusern werden Flächengründungen über bewehrte Bodenplatten empfohlen.

Infolge der vorliegenden Baugrundinhomogenitäten und der im Südosten nachweislich bis in eine größere Tiefe angetroffenen, minder tragfähigen Ablagerungen der ehemaligen Berkel-Niederung sind im Bereich der künftigen Wohnhäuser detaillierte Baugrunduntersuchungen mit einer dann auf die jeweilige Hochbauplanung präzisierten Gründungsempfehlung anzuraten.

Der im Rahmen der Erdarbeiten neben den humosen Oberböden / Mutterböden sowie stärker humushaltigen Auffüllböden und humosen Zwischenschichten der Berkel-Niederung anfallende Bodenaushub stellt im Sinne der ZTVA-StB 97 überwiegend Material der Verdichtbarkeitsklasse V 2 dar. Dieses Bodenmaterial ist wasserempfindlich und kann dementsprechend nur im max. erdfeuchten Zustand fachgerecht eingebaut und verdichtet werden. Gleichzeitig ist seine reduzierte Wasserdurchlässigkeit zu beachten. Wird dieses Material im Planraum oder extern verwertet, ist bei Bedarf eine Konditionierung des Bodens mittels der Zugabe von Kalk oder von Kalk-Zement-Bindemitteln in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand einzukalkulieren.

Eine Versickerung des auf den versiegelten Flächen / Dachflächen anfallenden Niederschlagswassers über Mulden oder Rohr-Rigolen-Systeme im Sinne des geltenden DWA-Regewerkes scheidet innerhalb der künftigen Baugrundstücke sowohl aufgrund der vielfach unzureichenden Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes (betrifft primär die zentralen und südlichen Grundstücksabschnitte) als auch aufgrund der geringen Grundwasserflurabstände selbst bei der empfohlenen Geländeanhebung aus.

Das Regenwasser ist einer geeigneten Vorflut zuzuführen, wobei diese vermutlich durch den südlich der Borkener Straße befindlichen Fluß Berkel gebildet wird. Möglicherweise ist eine außerhalb der Privatgrundstücke positionierte Regenrückhaltung erforderlich.

Die organoleptische, sprich die optische und geruchliche Bewertung der im Rahmen der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben ergab keine Hinweise auf mögliche Belastungen des Untergrundes mit unverträglichen Schadstoffbelastungen.

Zusätzlich sei an dieser Stelle nochmals angemerkt, dass der im Planraum anstehende Baugrund zumeist eine erhöhte Strukturempfindlichkeit gegenüber dynamischen Lasteinträgen besitzt. So kann z.B. ein Befahren der bindigen, z.T. verlehnten Sandböden mit bereiften Fahrzeugen (insbesondere schwerer LKW-Verkehr) bei gleichzeitig höheren Wassergehalten zu tieferreichenden Strukturstörungen des Untergrundes führen.

Bei Strukturstörungen des Untergrundes der an die Erschließungsstraßen / Er-

Baugrundgutachten p/148124 vom 17. August 2014:
Erschließung Baugebiet „Baakenesch / Ecke Borkener Straße“ in 48653 Coesfeld

schließungswege angrenzenden Baugrundstücke durch die mit der Erschließung beauftragten Tiefbauunternehmen, können hier im Hinblick auf die künftige Bebauung auftretende Tragfähigkeitsminderungen des ursprünglich überwiegend ausreichend tragfähigen Baugrundes ebenfalls nicht ausgeschlossen werden.

Vor diesem Hintergrund sollten von vornherein entsprechende Baustraßen und Lagerflächen für den Baubetrieb eingeplant werden, die später bei Bedarf rückgebaut oder in die künftigen Verkehrsflächen / Nutzflächen integriert werden können.

Nach Fertigstellung der Ausführungsplanung / Ausschreibung für die Erschließung des Neubaugebietes wird ein abschließendes Gespräch zwischen dem Bauherrn, dem Planungsbüro und dem Baugrundsachverständigen zur Optimierung der bautechnischen Umsetzung empfohlen.

Während der Erdschließungsarbeiten sind baubegleitende Baustellentermine durch das Gutachterbüro möglich.

Im Zuge dieser Ortstermine können die bautechnischen Empfehlungen des Baugrundgutachtens gemeinsam mit den ausführenden Bauunternehmen und den zuständigen Fachingenieuren – den örtlichen Gegebenheiten und der Ausführungsplanung entsprechend – weiter präzisiert werden.

Werden im Zuge der Erschließungsarbeiten ggf. lokal von den Erkenntnissen der Baugrunduntersuchung abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist das Gutachterbüro auf jeden Fall zur Klärung der weiteren Vorgehensweise hinzuzuziehen.

Auf die Empfehlung detaillierterer Baugrunduntersuchungen im Bereich der künftigen Wohnhäuser wurde bereits hingewiesen.

Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem Baugrundgutachten nicht oder nur peripher behandelt wurden, wird um eine Rücksprache mit dem Unterzeichner gebeten.

Dipl. - Geol. Ivo John

RKS 1 / RKS VI ● DPL 1

RKS 4 ● DPL 3

● RKS 3

RKS 2 ● DPL 2

RKS 9 ● DPL 7

RKS 8 ● DPL 4

RKS 10 ● DPL 8

RKS 7 ● DPL 6

RKS 6 ● DPL 9

RKS 5 ● DPL 5

⊗ KD

igb

Gey & John GbR
Beratende Ingenieurgeologen
An der Kleimannbrück 13
48157 Münster
Tel.: 0251/32790-0 / 327928

- Lageplan -

Projektnummer: P/148124

Projekt: Erschließung Baugelbiet
"Baakenesch / Ecke Borkener Str."
48653 Coesfeld

Anlage: 1 Maßstab ca. 1 : 500

- RKS = Rammkernsondierung
- RKS V = Rammkernsondierung mit
Versicherungsversuch
- DPL = leichte Rammsondierung
- ⊗ KD = Kanaldeckel (Bezugsniveau)