

Bodengutachten

Projektnummer: p/1710794

Projekt: Erschließung Baugebiet „Prumenkamp“
in 48493 Wettringen

Auftraggeber: Gemeinde Wettringen – Bauverwaltungsamt
Kirchstraße 19
48493 Wettringen

Bearbeiter: Dipl.- Geol. A. Gey

Münster, den 28. Juni 2017

Anlagen:

Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab 1 : 500

Nr. 2 Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Rammdiagramme
gem. EN ISO 22476/2

Inhaltsverzeichnis:

1. EINLEITUNG	3
2. GELÄNDE- UND LABORARBEITEN	4
3. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	4
3.1 SCHICHTENFOLGE, BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN	4
3.2 GRUNDWASSER	6
3.3 BODENGRUPPEN, BODENKLASSEN, FROSTEMPFLINDLICHKEITSKLASSEN, CHARAKTERISTISCHE BODENKENNGRÖßEN	7
4. BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN	9
4.1 VERWENDUNG DES AUSHUBMATERIALS	9
4.2 TRAGFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES / GRÜNDUNGSART / BELASTUNG DES UNTERGRUNDES / SETZUNGSVERHALTEN	9
4.2.1 Nicht unterkellerte Bauwerke	9
4.2.2 Unterkellerte Bauwerke	12
4.3 BAUZEITLICHE WASSERHALTUNG, BAUWERKSTROCKENHALTUNG	14
4.4 KANÄLE	15
4.5 BEFESTIGTE VERKEHRSFLÄCHEN	16
4.6 ABGRABUNGEN / BÖSCHUNGEN / GRUBEN- ODER GRABENSICHERUNG	18
5. SCHLUSSWORT	20

1. Einleitung

Die **Gemeinde Wettringen – Bauverwaltungsamt**, Kirchstraße 19, 48493 Wettringen, plant die Nutzung eines rd. 1,95 ha großen Areals zwischen der Kreisstraße 61, dem Welberger Damm im Süden und westlich der bestehenden Bebauung an der Kerneburg. Im Grunde genommen erfährt so das Baugebiet „Kerneburg“ eine Verlängerung nach Westen bis hin zur K 61.

Im Südwesten befindet sich noch das bebaute Flurstück 882, welches von der Planung ausgenommen ist. Ansonsten erfolgt die Erschließung über eine Verlängerung der Kerneburg bis zur Kreisstraße und hiervon abzweigender Stiche, von denen einer nach Süden und drei mit jeweilig Sackgassen nach Norden ausgerichtet sind. Hierüber werden insgesamt 24 Grundstücke erschlossen, die für eine wahlweise unterkellerte Wohnbebauung vorgesehen sind. Nördlich des Radweges (ehemals Bahndamm) ist künftig ein Streifen für eine Regenrückhaltung sowie ein Regenrückhaltebecken vorgesehen, so eine dezentrale Versickerung des Regenwassers, nach den Erfahrungswerten aus „Kerneburg“ entfallen dürfte.

Im Rahmen der Planungsmaßnahmen wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, seitens der Gemeinde beauftragt, den Untergrund im Bereich der Neubaumaßnahmen hinsichtlich seiner bodenmechanischen und hydrologischen Eigenschaften zu untersuchen und die Ergebnisse in einem Bodengutachten darzustellen.

Der Untersuchungsraum stellt derzeit eine Wiese dar und weist Geländehöhen zwischen 48 mNN im Osten und knapp über 49 mNN im Westen / Nordwesten auf.

In Ermangelung bislang exakter Planungen zu den künftigen Erdgeschoss-Fertigfußboden-Höhen (EFHs / OKFF EGs) der Wohnhäuser erfahren dies eine vorläufige Abschätzung knapp oberhalb der jeweiligen Geländeniveaus.

Ausgehend von einer konventionellen Gründung nicht unterkellerten Wohnbauten über tragende Bodenplatten mit elastischer Bettung auf einem Polster in Verbindung mit außen liegenden, frostsichernden Schürzen, alternativ über lastabtragende Streifenfundamente, wird die für die Ausführungen des Berichtes maßgebliche Aufstandsfläche für die Frostsicherungen / Fundamente, unter der Annahme einer mind. frostsicheren Einbindetiefe von $t = 0,8$ m, bei rd. 1 m unterhalb der ange-dachten OKFF EGs abgeschätzt.

Für untergeschossige Objekte wird von einer konventionellen Gründung über bewehrte Gründungsplatten einheitlicher Stärke mit einer Bettung auf einem drainierenden Polster / Flächenfilter mit einer Sohlenunterkante bei rd. 3 m unter den angenommenen EFHs postuliert.

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

Konstruktions- bzw. Fundamentpläne mit ankommenden Lasten sowie vorkalkulierten Sohldrücken liegen dem Unterzeichner nicht vor. Die ankommenden Linienlasten werden in Größenordnungen zwischen 70 und 90 kN/m im Bereich der Nichtunterkellerungen und bis an 120 kN/m im Bereich der UGs abgeschätzt.

Die Entwässerung wird im Trenn- oder Mischsystem erfolgen. Hierbei wird eine offene Rohrverlegung mit Kanalsohlen um etwa 1,5 / 2 m unter Gelände postuliert.

2. Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erkundung der geologischen und hydrologischen Untergrundverhältnisse wurden am 23. Juni 2017 im Untersuchungsraum insgesamt 6 Kleinbohrungen im Rammkernsondierverfahren (RKS 1 bis RKS 6) sowie ergänzend an jedem Aufschlusspunkt auch Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 6) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) aber stellenweise vertieft durch die schwere Rammsondierung bis in Tiefen zwischen 2,9 m (RKS 1, RKS 5) und max. 7 m u. GOK (DPH 1) geführt. Die Aufschlusstiefe der bis in Tiefen zwischen 2,9 und 4,7 m u. GOK geführten Bohrungen und auch der leichten Rammsondierungen DPL 2, DPL 3, und DPL 6 ist dabei durch festere, kreidezeitliche Mergel begrenzt.

Die Lage der mit dem Auftraggeber abgestimmten Aufschlusspunkte ist dem Lageplan auf der Anlage 1 zu entnehmen. Als Bezugsniveau (BZN) zum Höheneinmaß der Bohr- und Rammansatzpunkte wurde die Oberkante eines in der Straße Kerneburg gelegenen und ebenfalls im Plan eingetragenen Kanalschachtes mit der Bezeichnung R84328016 mit der absoluten Höhe von 48,08 mNN gewählt.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen und der Rammsondierungen wurden in Form von Schichtenprofilen gem. DIN 4023 und Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2 höhengerecht im Maßstab 1 : 40 auf der Anlage 2 dargestellt.

3. Baugrundverhältnisse

3.1 Schichtenfolge, Bodenmechanische Eigenschaften

Oberflächennah ist das Gelände mit einem umgelagerten Oberboden / Ackerboden aus humusführenden Sanden in Stärken um etwa 0,3 / 0,5 m bedeckt. Solche humosen Oberböden / Verfüllungen sind infolge ihrer zersetzungsgefährdeten Humusanteile unter Gründungskörpern / bewehrten Sohlplatten / befestigten Verkehrsflächen großflächig abzuschleifen (Abtragsplanum).

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

In allen Bohrungen folgen dann Sande unterschiedlichster Korngröße. So liegen sowohl nichtbindige, wie auch bindige und insbesondere auch merklich verlehnte Sande vor, wobei sich die Verlehmungsanteile wohl auf Verockerungen durch Ausfällungen von Eisen im Grundwasserschwankungsbereich gründen. Die Sande sind mitteldicht gelagert, wobei sich tlw. infolge eingestauter Wässer auch mindere Eindringwiderstände der Rammsondierungen zeigen und reichen als dünnlagige Decksande nur bis in Tiefen zwischen ca. 1 und 1,4 m.

Einzig in der RKS 6 finden sich bis 2,3 m u. GOK minder steife Lehme, die wohl als Geschiebelehme deklariert werden können, ansonsten liegen die quartären Sande umgehend Verwitterungsprodukten kreidezeitlicher Ton- bis Kalkmergel auf, die im stärker verwitterten Zustand einem Verwitterungslehm aus sandig-schluffigen Tonen oder auch tonig-sandigen Schluffen entsprechen. Die Lehme sind in den höchsten Profilteilen, sprich unmittelbar unter der Staunässe führenden Sande, teils etwas aufgeweicht, sprich über ein paar Dezimeter nur weich bis steif, ehe dann steife Lehme einsetzen. Meist bis etwa 3 m u. GOK reichen die steifen Konsistenzen, eine Ausnahme bildet hier die RKS 5 / DPL 5 mit schon höheren Steifigkeiten ab 2 m u. GOK, ehe dann durchweg steife bis halbfeste Mergel beginnen. Nach der DPH 1 liegen hier ab 4 m u. GOK schon halbfeste Mergel vor. Vielfach wird der Aufschlussfortschritt der Bohrungen und leichten Rammsonden jedoch durch steife bis halbfeste Mergel mit teils schon stückigem Absonderungsgefüge und eingelagerten, harten Mergelsteinbänkchen vorgegeben. Unterhalb der erreichten Aufschlusstiefen wird der Mergel fester und es schalten sich zunehmend härtere Mergelsteinbänke ein, die zur Tiefe an Festigkeit und Dicke zunehmen.

Stark bindige, lehmige Böden, wie die vorgefundenen bindigen Sande, Geschiebelehme aber auch die Verwitterungslehme neigen bei Wasserzutritten im Kontaktbereich zu Aufweichungen / Verschlammungen und bei höheren Wassergehalten in Verbindung mit dynamischen Lasteinträgen zu Konsistenzminderungen mit z. T. Übergängen zu breiigen Zuständen. Damit ist eine deutliche Abnahme der Tragfähigkeit verbunden. Diese Sachverhalte sind im Zuge der Erdarbeiten bei einer Freilegung dieser Böden zu beachten.

Bei den kreidezeitlichen Mergeln und zunehmend auch in den Aufarbeitungsprodukten, sprich den teils überlagernden Geschiebelehmen, ist zu beachten, dass diese hohe Kalkanteile enthalten und sehr tonreich sind und daher bei extremer Trockenheit **Schrumpfungsprozessen** unterliegen können. Umgangssprachlich wird hier vom "Sommerfrost" geredet. In Abhängigkeit vom Schrumpfungsgrad und der Aussteifung des Gründungskörpers können die im Bereich des Bauwerks auftretenden Spannungsumlagerungen u.U. nicht mehr kompensiert werden; die Folge sind Risse.

Im Zuge lang anhaltender, warmer Trockenperioden mit einer fehlenden Sickerwasserzufuhr und der erhöhten Verdunstungsrate trocknen die im Gründungsn-

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

veau festgestellten Lehme aus. Die Folge ist eine mit der Schrumpfung einhergehende Volumenabnahme. In Verbindung mit dichter Vegetation und insbesondere der Existenz tiefer wurzelnder Bäume / Pflanzen wird dieser Prozess noch weiter gefördert, so dass dann selbst halbfeste Mergel noch schrumpfen können.

Allein ohne den zusätzlichen Feuchteentzug durch das Wurzelwerk tiefer wurzelnder Bäume / Sträucher können die Schrumpfungerscheinungen in unseren Breiten erfahrungsgemäß bis in Tiefen zwischen ca. 1,5 und 2 m auftreten (sofern in diesem Tiefenniveau noch schrumpfungsempfindliche Lockergesteine und nicht bereits Halbfest- bis Festgesteine anstehen).

3.2 Grundwasser

Während der Aufschlussarbeiten im Juni 2017 wurden einzig Nässen durch eingestaute Sickerwässer in den Decksanden festgestellt und auch nur dort, wo die Sandbasen etwas tiefer reichen. Hoch wasserstauend sind hier die lehmigen Verwitterungseinheiten, so dass selbst Teilversickerungen geschweige denn migrierende Wässer in den Lehmen nahezu ausgeschlossen sind. Bei sehr widrigen Witterungsbedingungen ist dort, wo nur gering mächtige Decksande vorliegen, mit Vernässungen selbiger bis in den Oberboden und im Extremfall in ebenen Teilen gar mit Pfützenbildungen durch sich oberflächennah einstauende Wässer zu rechnen. Durch die Nässe erfährt das Rammgestänge eine gewisse Schmierung und suggeriert so anfangs mindere Steifheiten der Verwitterungslehme oder auch lehmiger Sande, die im trockenen Zustand steif / mitteldicht gelagert sind.

Einstauungen von Wässern in den Sanden führen hierüber zu einem Ausfließen selbiger beim Anschnitt in Gruben oder Gräben. Langfristig trockene Witterungsbedingungen lassen, wie erläutert, die Wässer versiegen und führen zu trockenen / erdfeuchten Sanden.

Auch den in den wasserstauenden Lehmen / Mergeln errichteten Baugruben für mögliche Kellergeschosse fließen sowohl baueitlich als auch nachbauzeitlich die Regen- und Schichtenwässer zu und stauen sich langfristig in der Baugrube ein, wo sie dann als längerfristig eingestaute Wässer auf die Kellergeschoßsohle und die aufgehende Wände drücken. Theoretisch ist dabei ein Einstau bis nahe der späteren Geländeoberkante möglich.

Mit kommunizierenden Grundwässern im herkömmlichen Sinn ist primär hingegen erst unterhalb der erreichten Aufschlusstiefen in Form von Kluftgrundwässern innerhalb der geringer verwitterten Mergleinheiten zu rechnen, wobei es sein mag, dass solche Wässer bereits mit den zu erstellenden Baugruben für die Untergeschosse angeschnitten werden, da die Aufschlusstiefen im Bereich der RKS 1, RKS 3 und RKS 5 jeweilig unterhalb der Auflagerniveaus mgl. Kellersohlen verblieben sind.

3.3 Bodengruppen, Bodenklassen, Frostempfindlichkeitsklassen, Charakteristische Bodenkenngrößen

Mutterböden / umgelagerte Oberböden

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

Bodenklassen gem. DIN 18 300: 1

- weitere Kenngrößen wegen zersetzungsempfindlicher Humusanteile und hieraus notwendigem Abtrag nicht relevant

Sande, bindig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SU*, ST, ST*

Bodenklassen gem. DIN 18 300: 4 (bei Verschlämmung Klasse 2)

Verdichtbarkeitsklasse: V 2 / V 3

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09: F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k : 19 kN/m³

Wichte unter Auftrieb γ'_k : 10 kN/m³

Kohäsion c'_k : 0 kN/m²

Reibungswinkel ϕ'_k : 30 °

Steifemodul $E_{s,k}$: 10 - 25 MN/m²

Rechenwert 15 – 20 MN/m² bei mind. midi Lagerung / minder gelagerte Sande neigen zu Sackungen und sind im Gründungsbereich nachzuverdichten oder aufzunehmen / auszutauschen

Sande, nichtbindig (lagenweise)

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SU, SE

Bodenklassen gem. DIN 18 300: 3

Verdichtbarkeitsklasse: V 1

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09: F 1 (nicht frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k : 18,5 kN/m³

Wichte unter Auftrieb γ'_k : 10,5 kN/m³

Kohäsion c'_k : 0 kN/m²

Reibungswinkel ϕ'_k : 32,5 / 35 °

Steifemodul $E_{s,k}$: 30 - 50 MN/m²

Rechenwert 40 MN/m² bei gut midi Lagerung/ minder gelagerte Sande neigen zu Sackungen und sind im Gründungsbereich nachzuverdichten oder aufzunehmen / auszutauschen

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

Lehm / Geschiebelehm (vgl. RKS 6 / DPL 6)

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	UM, TL, TM		
Bodenklasse gem. DIN 18 300:	4 / 5 (bei Verschlämmung Klasse 2)		
Verdichtbarkeitsklasse:	V 1		
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 :	10,5	kN/m ³	
Kohäsion c'_k :	5 - 15	kN/m ²	wegen minderer Konsistenz Rechenwert 5 kN/m ²
Reibungswinkel ϕ_k :	25 - 27,5	°	Rechenwert 27,5°
Steifemodul $E_{s,k}$:	3 - 20	MN/m ²	Rechenwert 6 – 8 MN/m ² bei nur weicher bis steifer Konsistenz des Lehmes

Mergel, verwittert

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	TM, TA		
Bodenklasse gem. DIN 18 300:	4 / 5 (bei Verschlämmung Klasse 2)		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE – StB 09:	F 3 (sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	20 - 23	kN/m ³	Rechenwert 20 kN/m ³
Kohäsion c'_k :	15	kN/m ²	
Reibungswinkel ϕ_k :	25	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	10 - 60	MN/m ²	Rechenwert 8 – 10 MN/m ² bei örtlich nur weicher bis steifer Konsistenz / Rechenwert 15 – 20 MN/m ² bei steifer Konsistenz des Verwitterungslehmes / Rechenwert 30 – 40 MN/m ² bei steifer bis halbfester Konsistenz / darunter Rechenwert 50 – 60 MN/m ² für mind. halbfesten, stückigen Mergel

Mergel, schwach verwittert bis unverwittert (unterhalb der Aufschlusstiefe)

Bodenklasse gem. DIN 18 300:	5 / 6 (eingeschaltete Bänke Klasse 7)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	22 - 24	kN/m ³	Rechenwert 23 kN/m ³
Kohäsion c'_k :	20 - 0	kN/m ²	Rechenwert 0 kN/m ²
Reibungswinkel ϕ_k :	30 - 40	°	Ersatzreibungswinkel 35°
Steifemodul $E_{s,k}$:	>80	MN/m ²	Rechenwert 80 MN/m ² bei fester Konsistenz / Kalksteinbänke Rechenwert 150 MN/m ²

4. Bautechnische Empfehlungen

4.1 Verwendung des Aushubmaterials

Die erbohrten **humosen Oberböden** aus entweder natürlichen Mutterböden oder umgelagerten Oberböden sind aufgrund ihrer zersetzungsgefährdeten Humusan-teile als Füll- und Bodenauftragsmaterial ungeeignet und nur zu Modellierung künftiger Grünflächen geeignet.

Bindige Sande sind nur im erdfeuchten Zustand und bei trockenen Witterungsbe-dingungen einbau- und verdichtbar. Durch die bindigen Anteile entsprechen sie der Verdichtbarkeitsklasse V 2, womit geringförmige Konsolidationssetzungen und eingeschränkte Wasserdurchlässigkeiten verbunden sind. **Nichtbindige San-de** der Verdichtbarkeitsklasse V 1 sind im erdfeuchten Zustand uneingeschränkt einbau- und verdichtungswillig.

Beim Aushub anfallende **Lehme** der Verdichtbarkeitsklasse V 3 sind ebenfalls nur im erdfeuchten Zustand und bei trockenen Witterungsbedingungen einbau- und verdichtbar. Bei der Verwertung dieser hoch bindigen Böden sind jedoch – selbst bei einer sachgemäßen Verdichtung - eingeschränkte Tragfähigkeitseigenschaften durch weitergehende Konsolidationssetzungen und die sehr geringen Wasserdurchlässigkeiten zu beachten. Diesbezüglich sollte auf einen Einbau von Lehmen im Zuge von Hoch- und Tiefbaumaßnahmen eher verzichtet werden.

Im entsprechend erdfeuchten Zustand sind die Lehme jedoch durchaus zur Model-lierung zukünftig unbefestigter Flächen geeignet (z. B. im Bereich von Lärm-schutzwällen). Bei höheren Wassergehalten kann die Verwertung / Stabilisierung der Böden mittels Zugabe von Bindemitteln (hier primär Kalk) erhöht werden. Andererseits ist auch ein wechselnder Einbau solch stark bindiger / lehmiger Bö-den mit dazwischen liegenden, gröberen kapillarbrechenden Schüttungen (Sand-wich-Bauweise) möglich.

Eine umweltrelevante Beurteilung der Aushubböden ist nicht Gegenstand der be-auftragten Baugrunduntersuchung.

4.2 Tragfähigkeit des Untergrundes / Gründungsart / Belastung des Untergrundes / Setzungsverhalten

4.2.1 Nicht unterkellerte Bauwerke

Nach Abzug des umgelagerten Oberbodens in Stärken um etwa 0,3 / 0,5 m stehen in den meisten Abschnitten zunächst einmal Decksande von meist bindiger Art an. Diese sind meist mitteldicht gelagert und weisen Basen / Unterkanten zwischen

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

etwa 1 und 1,4 m auf. Darunter folgen dann steife Verwitterungslehme. Diese Lehme werden vom unterzeichnenden Baugrundsachverständigen als schrumpfungsempfindlich eingestuft.

Solange unterhalb der lineamentartigen Gründungskörper jedoch ein Sandpolster von mind. 0,5 m Stärke verbleibt, dürfte hierüber ein hinreichender Schutz zu den schrumpfungsempfindlichen Mergeln gegeben sein. So sollten die Erdgeschoß-Fertig-Fußboden-Höhen hinreichend hoch über den derzeitigen Geländeniveaus geplant werden, um diesen Abstand wahren zu können. Im Mittel entspricht dies etwa Aufstandsniveaus frostsicher einbindender Schürzen / Fundamente um etwa 48 mNN, lokal auch mal etwas tiefer und im Bereich der RKS 1 sicher mind. 0,5 m höher, so hier die Mergel bereits ab 48 mNN einsetzen. Kann der Abstand nicht gewährleistet werden, wird empfohlen die außenliegenden Schürzen / Fundamente mittels Magerbetonsockel auf etwa 1,5 m unter künftiger GOK zu verlängern und im mind. steifen Mergel abzusetzen.

Nach Kap. 3.1 neigen zumindest bindige Sande bei Zutritten von Wässern zu oberflächennahen Aufweichungen / Verschlammungen und reagieren bereits im feuchten Zustand in Verbindung mit dynamischen Lasteinträgen mit Konsistenzminderungen mit z. T. Übergängen zu breiigen Zuständen. Folglich sollten auch die Sande mittels eines gleichfalls drainierenden, weil gut wasserdurchlässigen und hoch tragfähigen, gröber körnigen Schotter- oder Kiespolster stabilisiert und so vor den Witterungseinflüssen geschützt / konserviert werden. Die zunächst kalkulierte Stärke wird über den bindigen Sanden mit mind. 0,3 m angegeben.

Als Schüttung / Teil des Sohlenunterbaus empfiehlt sich dann ein grobkörniger, raumbeständiger, verdichtungsfähiger, gut wasserdurchlässiger und folglich auch drainierender Naturschotter / Kies der Körnung 0/45 bis 5/45.

Der Schotter / Kies ist in Lagenstärken von $d \leq 0,3$ m aufzubringen und zu verdichten. Bei der Verdichtung ist darauf zu achten, dass mittels geeigneter Verdichtungsgeräte nur der Schotter / Kies und nicht der unterlagernde feuchte Sand durch dynamische Lasteinträge erfasst wird. In diesem Sinne hat der Bodenabtrag im rückschreitenden Verfahren mit glatten Schneiden und umgehender Andeckung des Planums mit dem Schüttungsmaterial zu erfolgen. Wird das Abtragsplanum bei feuchten Witterungsbedingungen ungeschützt befahren, sind Aufweichungen / Verschlammungen mit abnehmenden Tragfähigkeiten des Bodens möglich.

Das gut wasserdurchlässige Schüttungsmaterial weist neben seinen hohen tragfähigkeitsspezifischen Eigenschaften auch gut drainierende Wirkungen auf. Bei widrigen Witterungsverhältnissen ist so über die über die Schüttung gleichfalls eine Entwässerung des Planums in offener Wasserhaltung möglich.

Wenn mit der Schüttstärke auch die entstandene Höhendifferenz überwunden wird, macht ein Wechsel in den Schüttungen (s. u.) nur wenig Sinn.

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettingen

So können bei höheren Einbaustärken oberhalb der basalen Kies / Schotterschüttung zur Überbrückung der weiteren Höhendifferenz neben Schottern, Kiesen oder Kiessanden auch preiswertere, nichtbindige Füllsande der Bodenklasse 3, Boden-
gruppen SU, SE, SW verwendet werden. Die - wie der untere Schotter / Kies in
Lagenstärken von $d \leq 0,3$ m einzubauenden Sande - sind ebenfalls mittels Flä-
chenrüttler auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Wie vor, sind die Schüttungen grundsätzlich im erdfeuchten Zustand mittels adä-
quater Verdichtungsgeräte auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.
Dabei ist, wie schon erläutert, bei der Verdichtung darauf zu achten, dass der
bindige, wasserempfindliche Untergrund hierdurch keine dynamischen Lasteinträ-
ge erfährt. Aufgeweichte Böden sind aufzunehmen, der untere Schotter / Kies ent-
sprechend zu verstärken.

Die geforderte Verdichtung ist durch den Bauunternehmer nachzuweisen oder das
Gutachterbüro zu überprüfen. Bei Durchführung von statischen Lastplattendruck-
versuchen gem. DIN 18 134 dürften auf der Oberkante eines abschließend
schotterigen Sohlenunterbaus Verformungsmoduln E_{v2} von etwa 45 bis 60 MN/m²
erreicht werden können. Dies setzt wiederum ein E_{v2} / E_{v1} -Verhältnis von $\leq 2,5$
voraus.

Die Aufstandsfläche der Frostschrüzen / Fundamente liegt bei den angenommenen
Höhen im gewachsenen bindigen Sand von mitteldichter Lagerung, wo sie ohne
weitere Bodenverbesserungsmaßnahmen abgesetzt werden können. Bei anstehend
minder gelagerten Sanden sind die Fundamente mittels Magerbetonsockeln zu
vertiefen.

Erfolgt die statische Bemessung der Gründungsplatten über dem Sand nach dem
Bettungsmodulverfahren und werden hierbei die in Kap. 3.3 erwähnten charakte-
ristischen Kenngrößen der angetroffenen Bodenschichtung sowie die unten aufge-
führten Kennwerte des Polsters angesetzt, ergibt sich bei einer wahrscheinlichen,
charakteristischen Sohldruckbeanspruchung von $\sigma = 125 - 150 \text{ kN/m}^2$, resultie-
rend aus Linienlasten um 70 – 90 kN/m, die sich an der Unterkante der biegesteif-
en Gründungsplatte mit Einflussbreiten von etwa $b = 0,8 / 1$ m über einer gedach-
ten Länge $l = 10$ m darstellen, der Ansatz eines charakteristischen statischen Bet-
tungsmoduls von $k_{sk} \sim 15 \text{ MN/m}^3$. Die rechn. Setzung liegt um $s \approx 1$ cm.

Im mutmaßlichen Absatzniveau möglicher Streifenfundamente stehen bindige
Sande. Die bindigen Sande sind bei einer mind. mitteldichten Lagerung als hinrei-
chend tragfähig einzustufen. Unter Berücksichtigung höherer Einstauwasserstände
stehen diese Sande teils unter Wasser. In diesem Sand ist bei der Bemessung der
lastabtragenden Fundamente folglich die Wichte unter Auftrieb mit $\gamma'_k = 10 \text{ kN/m}^3$
in Ansatz zu bringen, was in Kombination mit dem Reibungswinkel $\varphi'_k = 30^\circ$

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wetringen

den zulässigen Sohldruck nach DIN 1054, 2005, allein zur Wahrung der Grundbruchsicherheit von $\eta = 2,0$, bei Fundamentbreiten von $b = 0,5$ m und Einbindetiefen von $t = 0,8$ m auf $\sigma_{zul} = 160 \text{ kN/m}^2$ und bei Fundamentbreiten von $b = 0,5$ m und Einbindetiefen von $t = 1,0$ m auf $\sigma_{zul} = 200 \text{ kN/m}^2$ begrenzt.

Werden die Fundamente auf lastverteilenden Schotterpolstern abgesetzt, reichen bereits frostsichere Mindesteinbindetiefen von $0,8$ m aus, um eine charakteristische Sohldruckbeanspruchung von $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$ in Ansatz bringen zu können. Auch mittels Magerbeton tiefer geführte Fundamente auf den Mergeln können bei Breiten von $b = 0,5$ m für diese Bodenpressung ausgelegt werden.

Die bei den erdstatischen Berechnungen ermittelten Werte basieren auf den im Kapitel 3.3 angeführten charakteristischen Bodenkenngrößen der angetroffenen Bodenhorizonte und den nachfolgend, für das gewählte Bodenauftragsmaterial, angesetzten Kenngrößen.

Naturschotter oder Kies der Körnung 0/45 bis 5/45

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19 - 19,5	kN/m^3
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m^2
Reibungswinkel ϕ_k	:	35 - 37,5	°
Steifemodul $E_{s,k}$:	80	MN/m^2 (verdichtet auf 100% der einfachen Proctordichte)

Füllsand, nichtbindig

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19	kN/m^3
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m^2
Reibungswinkel ϕ_k	:	35	°
Steifemodul $E_{s,k}$:	50 / 60	MN/m^2 (verdichtet auf 100% der einfachen Proctordichte)

4.2.2 Unterkellerte Bauwerke

Entsprechend den Schichtenprofilen und Rammdiagrammen auf der Anlage 2 verlaufen die um etwa $2,5$ m unter aktueller GOK angenommenen Aufstandsflächen der Gründungsplatten möglicher Kellergeschosse im gut steifen, örtlich auch schon mal steifen bis halbfesten Mergelsteinen.

Ein einheitliches Niveau in diesen tragfähigen, mind. gut steifen Mergeln vorausgesetzt, ist es denkbar die bewehrten Sohlen der Gründungsplatten unmittelbar auf dem anstehenden Baugrund abzusetzen. Bei entsprechenden Witterungsverhältnissen reicht es dabei aus, die Baugrubensohle nach erfolgter Freilegung umgehend mit der Sauberkeitsschicht anzudecken, um sie so vor den Witterungseinflüssen zu schützen.

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wetringen

Empfohlen wird jedoch, die Sohlen auf einem Flächenfilter / Polster aus gröber körnigen, hoch tragfähigen, verdichtungswilligen, raumbeständigen und gut wasserdurchlässigen / drainierenden Schüttungen aus Schotter oder Kies in einer Stärke von etwa 0,2 / 0,25 m zu betten. Selbige dient als Flächenfilter zur Aufnahme von Wasserzutritten durch entweder sich in den Grubensohlen einstauende Regen- / Oberflächenwasser oder böschungsseitig zutretender Sickerwässer aus den Sanden, zur Stabilisierung der empfindlichen Lehme und als Bodenersatz bei einem geologischen Mehrausbruch bei einem mgl. Anschnitt härterer Bänke sowie als Ausgleichsschicht zur Vereinheitlichung der Tragfähigkeitsverhältnisse bei unterschiedlichen festen Einheiten in der Grubensohle.

Erfolgt die statische Bemessung der Gründungsplatten nach dem Bettungsverfahren und werden hierbei die in Kap. 3.3 aufgeführten charakteristischen Bodenkenngrößen der relevanten Baugrundsichten berücksichtigt, empfiehlt sich der rechnerische Ansatz eines charakteristischen statischen Bettungsmoduls von $k_{s,k} \approx 20 - 25 \text{ MN/m}^3$. Die rechnerischen Setzungen liegen bei Berücksichtigung einer Einflussbreite im Bereich tragender Wände an der Unterkante der Gründungsplatte von $b = 0,8 \text{ m}$ und einer Länge $l = 10 \text{ m}$ unter Ansatz einer charakteristischen Sohldruckbeanspruchung um $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$ rein rechnerisch in Größenordnungen von $\leq 0,5 \text{ cm}$.

Die in der Aushubebene anstehenden bindigen Böden verändern bei Wasserzutritt und / oder dynamischer Belastung (z. B. durch den Baubetrieb) schnell ihre Konsistenz / Lagerungsdichte und gehen leicht in einen weichen bis breiigen Zustand über. Zur Vermeidung von zusätzlichen Aufweichungen in Höhe der Aushubebene mit einem einhergehenden Tragfähigkeitsverlust sollte der Bodenaushub daher hier mit rückschreitend arbeitenden Geräten mit Glattschaufel / Glattschneide durchgeführt und das Aushubniveau umgehend mit der Trag- bzw. Stabilisierungsschicht vor Witterungseinflüssen konserviert werden. Hierbei ist die Tragschicht in einer Lage einzubringen und mittels adäquatem Flächenrüttler im entwässerten Zustand so zu verdichten, dass ein dynamischer Lasteintrag in den Baugrund in jedem Fall vermieden wird.

Lehme von im natürlichen Zustand weicherer Konsistenz oder ggf. während der Erdarbeiten durch Niederschläge oder durch unsachgemäße dynamische Belastung aufgeweichter oder gar breiiger Boden ist für den Lastabtrag nicht geeignet und dann durch das o. g. Schüttgut zu ersetzen.

Die bei den erdstatischen Berechnungen ermittelten Werte basieren auf den im Kapitel 3.3 angeführten charakteristischen Bodenkenngrößen der angetroffenen Bodenhorizonte und den nachfolgend, für die gewählte Stabilisierungs- und / Flächenfilterschicht, angesetzten Kenngrößen.

Flächenfilter / Stabilisierung / Polster aus Schotter / Kies

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19,5	kN/m ³
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²
Reibungswinkel φ'_k	:	37,5	°
Steifemodul $E_{s,k}$:	80	MN/m ² (verdichtet auf mind. 100% der einf. Proctordichte)

4.3 Bauzeitliche Wasserhaltung, Bauwerkstrockenhaltung

Bei den festgestellten hydrogeologischen Rahmenbedingungen ist bauzeitlich und auch nachbauzeitlich mit einem Zutritt von Oberflächen- / Regenwässern gem. VOB und örtlich zutretender Sickerwässer aus den in die Gruben zu rechnen, die sich oberhalb des hoch wasserstauenden Mergels längerfristig einstauen werden. Bei tieferen Erdingriffen kann es mit Aufnahme festerer Mergel auch zum Anschnitt von in den Mergeln migrierenden Schichtenwässern kommen.

Die den lehmigen Grubensohlen zutretenden Wässer sind in offener Wasserhaltung, sprich über einen sukzessive mit dem Aushub der Grubensohlen auszubreitenden Flächenfilter von etwa 0,15 / 0,25 m Stärke in Verbindung mit einer parallel in Splitt gebetteten Ringdrainage, die ihrerseits an einen zuvor im Arbeitsraum zu errichtenden Pumpensumpf / Pumpenschacht angeschlossen wird, abzuführen.

Sollten nach widrigen Witterungsbedingungen die aufgehenden Decksande mit Wasser gefüllt sein, neigen diese bei einem Anschnitt zu einem Fließen. Kiesummantrelten Lanzen / Kleinbrunnen scheinen zu aufwendig und bei nur gering mächtigen Decksanden kaum geeignet selbige zu entwässern und hierüber zu stabilisieren. So sind in diesem Fall Bermen vorzuhalten und mittels weiterer Drainagen in der Einstauzone, sprich im Übergangsbereich wasserdurchlässige Sande / wasserstauende Mergel die Wässer zu fassen, abzuführen und hierüber die Sande zu entwässern und vor einem Fließen zu schützen.

Es ist von entscheidender Bedeutung die offene Wasserhaltung / Sumpfung mittels Drainagen / Flächenfilter bis zur Wahrung der Auftriebsicherheit / Verfüllung der Arbeitsräume aufrecht zu halten.

Da den im hoch wasserstauenden Lehm / Mergel errichteten Baugruben auch nachbauzeitlich über die wasserdurchlässigen Arbeitsraumverfüllungen Regen- und Schichtenwässer zuströmen, die sich dann, wie in einer Wanne, langfristig sogar bis zur Geländeoberkante einstauen können und was nach DIN 18 195, T. 6 dem Lastfall „drückendes Wasser“ entspricht, sollten die Keller als „wasserdichte Wannenkonstruktion unter Ansatz einer entsprechenden Rissbreitenbeschränkung“ in wasserundurchlässigem Beton gem. DIN 1045 mit wasserdichter Haltung von Fugen bzw. Anschlüssen der Versorgungsleitungen hergestellt und dabei gleichzeitig der wasserundurchlässige Beton bis zur zukünftigen Geländeoberkante ausgeführt werden.

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettingen

Sollte der Ansatz eines möglichen Wasserdrucks bis zur Geländeoberkante zu einem wirtschaftlich unverträglichen Mehraufwand bei der zu berücksichtigenden Mehrbewehrung der Stahlbetonkonstruktion führen, besteht technisch die Möglichkeit, in den Arbeitsräumen des Untergeschosses auf einer noch zu definierenden Höhe / Tiefe eine druckwasserhaltende Sicherheitsdrainage mit Anschluss an eine geeignete Vorflut zu verlegen.

Die Prüfung der Möglichkeit der Ausführung einer druckwasserbegrenzenden Drainage im Arbeitsraum und deren Planung liegt in der Verantwortung des Architekten sowie des Entwässerungsplaners.

Die Einleitung des Drainagewassers in die öffentliche Vorflut ist vielfach genehmigungspflichtig. Bei der Abstimmung mit den zuständigen Behörden sollte aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass eine in höheren Niveaus verlegte Sicherheitsdrainage in erster Linie nur das einsickernde Oberflächenwasser fasst.

Unabhängig davon wird empfohlen, die Lichtschächte wasserdicht an die Wannenkonstruktionen anzubinden und separat über rückstaugesicherte Vollrohre zu entwässern.

4.4 Kanäle

Für betone oder aus Steinzeug herzustellende Rohrleitungen zur Ableitung der Regen- und / oder Schmutzwässer wird zunächst von Rohrsohlen ausgegangen, die rd. 1,5 m u. Gelände verlaufen.

Nach den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 dürften die Sohlen dann in steifen Verwitterungslehmen verlaufen, über denen Rohre mit einem Durchmesser bis DN 500 auf einer nur mittel dimensionierten Trag- oder Stabilisierungsschicht aus gut wasserdurchlässigen Schottern, Kiessanden oder einem adäquaten Mineralgemisch in einer Stärke von etwa 0,2 / 0,25 m gebettet werden können. Stehen partiell steife bis halbfeste Mergel an, kann die Tragschicht auf etwa 0,15 m abgemindert werden.

Für die gründungsrelevanten, hoch bindigen Bodeneinheiten aus Verwitterungslehmen ist zu beachten, dass diese bei höheren Feuchten / Nässen eine erhöhte Strukturempfindlichkeit gegenüber dynamischen Lasteinträgen aufweisen und hierdurch einer Reduzierung der ursprünglichen Tragfähigkeitseigenschaften unterliegen können. Nach Offenlegung können die Böden bei Zutritten von Wässern im Kontaktbereich zudem leicht verschlammten.

Werden im Aushubniveau bereichsweise weichere, verschlammte, in ihrer Struktur gestörte Böden oder auch tiefer reichende, vermindert gelagerte oder geringer konsistente Auffüllböden / Lehme durchfahren, sind diese aufzunehmen und durch das Gemisch auszutauschen.

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

Als Schüttung sollte grundsätzlich ein grobkörniges, verdichtungswilliges, raumbeständiges, umweltverträgliches und ausreichend wasserdurchlässiges Material zur Verwendung gelangen. Um die freigelegten, in empfindsameren Böden befindlichen Grabensohle vor Wasserzutritten zu schützen, ist das Material unmittelbar nach Ausschachtung in einer Lage einzubringen und nur statisch anzuverdichten oder so zu verdichten, dass ein dynamischer Lasteintrag in den bindigen Untergrund ausgeschlossen werden kann.

Bei den festgestellten hydrogeologischen Verhältnissen ist für die aufgeschlossenen Kanaltrassenabschnitte bis in Tiefen von etwa 1,5 m u. GOK nur von einem Zutritt von Regen- / Oberflächenwässern gem. VOB und partiell über die Grubenwände zutretender Schichtenwässer aus den höheren Sandschüttungen auszugehen, die sich in der lehmigen / bindigen Grubensohle einstauen. Solche Wässer können in rein offener Wasserhaltung über den Flächenfilter und angeschlossener Pumpensümpfe aus den Grubensohlen entfernt werden. Bei vermehrten Wasserzutritten kann die Wasserhaltung durch einen einseitigen Draingraben mit Anschluss an einen Pumpensumpf unterstützt werden.

4.5 Befestigte Verkehrsflächen

Für die Erstellung von befestigten, öffentlichen Verkehrsflächen sind die 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) sowie der ZTV SoB-StB 04 (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) maßgebend.

In Ermangelung einer exakten Einstufung der Stichstraßen in entsprechende Belastungsklassen nach der RStO12 erfahren diese zunächst eine vorläufige Dimensionierung nach der Belastungsklasse Bk0,3 nach der RStO 12 mit einer wahlweisen Schwarzdeckenbefestigung oder einer Versiegelung mit Verbundsteinpflastern.

Folgende Ausbauquerschnitte werden bei öffentlichen Ausschreibung zum Beispiel berücksichtigt (hier der standardisierte Aufbau der Stadt Münster):

Bk0,3 (50 cm)	3 cm	Asphaltdeckschicht	AC 8 DN
	8 cm	Asphalttragschicht	AC 22 TN
	39 cm	Schottertragschicht der Körnung 0/45	
Bk0,3 (50 cm)	8 cm	Verbundsteinpflaster, grau (20 /16,5 / 8)	
	4 cm	Brechsand / Splitt 0/5	
	38 cm	Schottertragschicht der Körnung 0/45	

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

Unter rein frostsicherheitstechnischen Aspekten schreibt die RStO für Nebenanlagen in Form von Rad- und Gehwegen für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 / F 3 eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 0,3 m vor (vgl. Tafel 6, Ausführungen in Kap. 5.2 der RStO 12).

Der nachfolgend standardisierte Aufbau berücksichtigt diese Vorgaben und stellt sich im Ausbauquerschnitt mit einem Gesamtaufbau von 32 cm wie folgt dar:

8 cm Betonplatten 20/10 /8
 4 cm Brechsand / Splitt 0/5
 20 cm Frostschuttschicht / Schottertragschicht der Körnung 0/45

Die Gesamtkonstruktionen gehen dabei jeweils von einem frostempfindlichen Baugrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 und einem auf dem Planum zu erreichenden Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ aus. Gleichzeitig wird – gem. den relevanten Zeilen der Tafel 1 der RStO 01 - auf der Oberkante des ungebundenen Oberbaus im Bereich der Stichstraße ein Verformungsmodul E_{v2} von $\geq 120 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Über den ungebundenen Aufbauten der Nebenanlagen wird gem. RStO 12 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ gefordert.

Nach Abtrag der humosen Oberböden und weicherer / breiiger Sande / Lehme im rückschreitenden Verfahren mit glatten Schneiden liegen im Planum vereinzelt nichtbindige Decksande von mitteldichter Lagerung, meist jedoch eher bindige, lehmige Sande von gerade mitteldichter Lagerung vor. Die Sande liegen dann ab etwa 1 m unter aktueller GOK Verwitterungslehmen kreidezeitlicher Mergel auf. Bei Ausführung von statischen Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18 134 werden auf dem Planum in Tendenzen E_{v2} -Werte in Größenordnungen um 15 – 20 MN/m^2 erreicht. Damit werden die auf dem Planum vorgegebenen Zielwerte unterschritten, was eine entsprechende Ertüchtigung des Planums erfordert.

Zur Ertüchtigung bietet es sich so an, die teils etwas minder konsolidierten Böden aufzunehmen und durch grobkörnige Schüttungen zu ersetzen, sprich den ungebundenen Oberbau um etwa 0,15 / 0,25 m zu verstärken, alternativ die lehmigen Böden mittels Einfräsung eines angepassten Bindemittels mit sowohl kalk- wie auch zementhaltigen Anteilen zu ertüchtigen. Liegen partiell tiefer reichend weichere Lehme oder verschlammte Sande vor, kann sich die Ertüchtigung durch den Einbau einer Tragschicht losweise noch verstärken.

Bei einer Ertüchtigung des Baugrundes durch Verstärkung der Tragschicht zu beachten, dass der Schotter / die Tragschicht in Lagenstärken von $d \leq 0,3 \text{ m}$ aufzubringen und zu verdichten ist. Bei der Verdichtung im stärker feuchten und dann empfindsamen Sand ist dabei tunlichst darauf zu achten, dass mittels geeigneter Verdichtungsgeräte nur der Schotter und nicht der unterlagernde feuchte Sand durch dynamische Lasteinträge erfasst wird. In diesem Sinne hat der Bodenabtrag hier im rückschreitenden Verfahren mit glatten Schneiden und umgehender

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

Andeckung des Planums mit dem Schüttungsmaterial zu erfolgen. Wird das Abtragsplanum bei feuchten Witterungsbedingungen ungeschützt befahren, sind Aufweichungen / Verschlammungen mit abnehmenden Tragfähigkeiten des Bodens wahrscheinlich. Aufgeweichte Böden sind aufzunehmen, der Schotter entsprechend zu verstärken.

Das gut wasserdurchlässige Schüttungsmaterial weist neben seinen hohen tragfähigkeitsspezifischen Eigenschaften auch gut drainierende Wirkungen auf. Bei widrigen Witterungsverhältnissen ist so über die über die Schüttung gleichfalls eine Entwässerung des Planums in offener Wasserhaltung möglich. Wegen des insbesondere in näherer Tiefe wasserstauenden Untergrundes durch die nahen Lehme ist jedoch auch nachbauzeitlich für eine Entwässerung des Sohlenunterbaus mittels bereits bauzeitlich mitgeführter Drainagen dafür zu sorgen, dass ggf. eingestauten Wässer stetig abgeführt / abgeleitet werden. Ggf. bietet sich hierfür auch eine Einleitung der Wässer in die mit sandigem Schüttgut verfüllten Kanalgräben an. Ansonsten ist mittels Randgräben / Randdrainagen für eine dauerhafte Trockenlegung der ungebundenen Fahrbahnoberbauten zu sorgen.

Kommt eine Verfestigung / Ertüchtigung des Baugrundes durch Einfräsung von Bindemitteln zum Tragen ist im Besonderen auf entsprechende Dachprofile und Entwässerung der ertüchtigten Planen zu achten, so eingestaute Wässer das Bindemittel verbrauchen und auch mit Kalk dehydrierte Böden wieder aufweichen lassen.

Auch für die Fahrbahnen ist zu beachten, dass selbige Planen einen hinreichenden Abstand zum schrumpfungsempfindlichen Lehm aufweisen. Lagen entsprechende Planen bereits im oder nur wenig über dem Lehm, wären auch im Fahrbahnbereich entsprechende Verformungen durch Schrumpfungsprozesse nicht gänzlich auszuschließen.

Die aufgeführten bzw. in den geltenden Regelwerken genannten Verdichtungswerte bzw. Verformungsmoduln sind jeweils durch die ausführenden Baufirmen nachzuweisen bzw. durch den Baugrundsachverständigen zu prüfen. Dies erfolgt dann in der Regel mittels statischer Lastplattendruckversuche gem. DIN 18 134, wahlweise ausgeführt auf dem Ursprungsplanum, dem verbesserten / ertüchtigten Planum, wo ein Zielwert von $\geq 045 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen ist oder auch auf dem vollständig hergestellten, ungebundenen Fahrbahn- oder Wegeoberbau.

4.6 Abgrabungen / Böschungen / Gruben- oder Grabensicherung

Begangene Baugruben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m (hier auch Leitungs- und Kanalgräben) können in den angetroffenen Verfüllungen / Sanden in Anlehnung an die DIN 4124 unter einem Winkel von 45° und in den kohäsiven Lehmen bis an 60° geböscht werden. Der Böschungswinkel setzt dabei einen erdfeuchten Zustand der Böden voraus. Wassergesättigte Sande neigen zu einem Fließen und

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettringen

sind dann flacher zu böschen; bei erhöhten Einstauwasserständen mittels ergänzend verlegter Drainrohre und bei einem Tiefenreichen mittels dann aufwendiger, niederzubringender, kiesummantelter Lanzen / Kleinbrunnen zu entwässern und hierüber zu stabilisieren.

Für kurzfristige, unbegangene Gräben zum Zwecke der Tieferführungen von Magerbetonsockeln sind in den hoch kohäsiven Mergelböden auch nahezu senkrechte Ausschachtungen denkbar. Im Bereich der tiefer geführten Schürzen / Außenfundamente sind die Magerbetonsockel kraftschlüssig an den Lehm zu schütten, also nicht zu schalen. Diese steilen Abböschungen setzen jedoch langfristig trockene Witterungsbedingungen voraus, so nasse Sande zu einem Fließen neigen und neben Instabilitäten insbesondere zu einem Abrutschen und Verbreiterungen der Fundamentgräben und einem damit verbundenen Aufwand bei der Bodenaufnahme sowie insbesondere Mehrmengen beim Beton bedürfen.

Kann aufgrund eingeschränkter Platzverhältnisse oder angrenzender Stapel- oder Verkehrslasten die Abböschung nicht realisiert werden sind die Gruben in diesen Abschnitten im Schutze eines Verbaus zu errichten.

Sollen die Kanalgräben in Anbetracht ggf. örtlich beengter Platzverhältnisse oder auch zur Einsparung von Aushubmassen nicht abgeböscht sondern mittels Verbauten gestützt werden, kommen bei geringeren Tiefen ausgesteifte, senkrechte Kanaldielenverbauten oder auch nach innen ausgesteifte Großtafelverbauten in Frage. Mittels quasi wasserdichten Kleinspundwände wäre dann auch ein Schutz der Kanalgräben vor seitlich zutretender, ggf. ausfließender Sande gegeben.

Ggf. bedingen höhere Aushubtiefen bereichsweise schon den Einsatz von Träger-Bohlwand-Elementen. Dabei sind für die Träger Vorbohrungen im festeren Mergel und, bei Anschnitt von Kluftgrundwässern, ein Verpressen der Löcher zu berücksichtigen. Die gewählten Verbauten sind jeweils statisch nachzuweisen.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume wird generell raumbeständiges, nichtbindiges bis max. leicht bindiges und gleichzeitig verdichtungsfähiges Füllmaterial empfohlen. Im Niveau frostsicherer / kapillARBrechender Aufbauten darf der Feinkornanteil 5 Gew.-% nicht überschreiten. Darunter kann aus gutachterlicher Sicht für die Verfüllung z.B. ein herkömmlicher Füllsand mit einem Feinkornanteil bis rd. 10 Gew.-% Verwendung finden.

Um ein Zutritt von Wässern über die Arbeitsräume in die wasserstauenden Kellergruben einzuschränken macht es aber auch Sinn, unterhalb der frostsicheren Fahrbahn-, Wege- und Terrassenaufbauten, die wasserstauenden Lehme, dann stabilisiert durch Zugabe von Kalk im erdfeuchten Zustand und bei trockenen Witterungsbedingungen lagenweise mittels Stampfern verdichtet in die Arbeitsräume einzubauen und entlang der Kelleraußenwände Drainplatten zu installieren. Unter der Prämisse einer vom Gebäude abfallenden Geländemorphologie kann so der

Geotechnischer Bericht p/1710794 vom 28. Juni 2017:
Baugebiet Prumenkamp in Wettingen

Wasserzutritt über die Verfüllungen minimiert und das ggf. über eine Sicherheitsdrainage abzuleitende Wasser reduziert werden. Werden die Lehme allerdings im höher feuchten Zustand eingebaut kann es zu längerfristigen Konsolidationen kommen.

Das Einbaumaterial ist in Lagenstärken von max. 0,3 m in die Arbeitsräume einzubringen und mittels Stampfern oder leichten Flächenrüttlern auf 97 – 100 % der einfachen Proctordichte (entspricht mitteldichter Lagerung) zu verdichten.

5. Schlusswort

Bei oberflächennah anstehenden Mergeln ergeht wegen der beschriebenen Schrumpfungsempfindlichkeit hier der Hinweis auf einen Verzicht des Pflanzens wasserentziehender Vegetationen in der Nähe der späteren Gründungkörper.

Zu Beginn der Erd- und Gründungsarbeiten ist eine Baustellenbegehung durch den Unterzeichner zu empfehlen. Im Zuge dieses Ortstermines können die im Gutachten beschriebenen bautechnischen Abläufe in Abstimmung mit dem ausführenden Bauunternehmen und den zuständigen Fachingenieuren festgelegt werden. In weiteren Ortsterminen können durch das Gutachterbüro auch die Tragfähigkeiten und Verdichtungen von eingebauten Bodenpolstern geprüft und hierüber präzisierende Informationen zu notwendigen Aufbaustärken gegeben werden.

Werden im Zuge der weiteren Erd- und Gründungsarbeiten ggf. lokal von den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist der Baugrundsachverständige auf jeden Fall mit einer Begutachtung des Abtragplanums, der Gruben- und auch Grabensohlen und einer Präzisierung der Gründungsarbeiten zu beauftragen.

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

Dipl.-Geol. A. Gey