INGENIEUR
GRUPPE
GEOTECHNIK
Dr.-Ing. Josef Hintner
Dr.-Ing. Daniel Renk
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger
Dr.-Ing. Rüdiger Wunsch
Sachverständige für Erd- und
Grundbau nach Bauordnungsrecht
Prüfstelle nach RAP Stra 15, Fachgebiet A3
Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner · Renk · Scherzinger · Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure
Lindenbergstraße 12 · D - 79199 Kirchzarten
Tel. 0 76 61 / 93 91-0 · Fax 0 76 61 / 93 91-75
www.ingenieurgruppe-geotechnik.de

Erschließung Gewerbegebiet „Wetzel-Areal“ in Grenzach-Wyhlen

- Geotechnischer Bericht -

Auftraggeber:	LBBW Immobilien Kommunal-entwicklung GmbH Regionalbüro Freiburg Eisenbahnstraße 66 79098 Freiburg
Unsere Auftragsnummer:	21185/R-M
Bearbeiter:	Herr Renk / Herr Meyer-Riester
Ort, Datum:	Kirchzarten, 23. Dezember 2021/M-gl

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung 3

2 Unterlagen 3

3 Baugrund 4
3.1 Baugrunderkundung 4
3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau 5
3.3 Geotechnische Einstufung und Bodenkennwerte 8
3.4 Wasserverhältnisse 8
3.5 Erdbeben 9

4 Geotechnische Beratung 9
4.1 Allgemeines 9
4.2 Kanalbau 10
4.3 Verkehrsflächen 12
4.4 Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau 14
4.4.1 Gebäude ohne Unterkellerung 14
4.4.2 Gebäude mit 1-facher Unterkellerung 15
4.5 Verwendung des Aushubmaterials aus geotechnischer Sicht 16
4.6 Versickerung von Niederschlagswasser 17

5 Weitergehender Untersuchungsbedarf 18

6 Schlussbemerkungen 18

Anlagenverzeichnis

1 Lageplan

2 Ergebnisse der Baugrunderkundung
2.1 schematisch in Schnitt Ost übertragen
2.2 schematisch in Schnitt West übertragen

3 Maßgebende Angaben zu Homogenbereichen und Bodenkenngrößen
3.1 Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen
3.2 Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen für den Kanalbau (charakteristische Werte)

1 Veranlassung

Die LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH, Regionalbüro Freiburg beabsichtigt die Erschließung des Gewerbegebietes Wetzel-Areal in Grenzach-Wyhlen. Das Projektgebiet wird begrenzt durch den Langetränkeweg im Osten, die Salzwerkstraße im Norden und das bebaute Werksgelände im Westen. Die Grenze nach Süden bildet der Lindweg. Es ist bekannt, dass auf dem Projektareal verfüllte Kiesgruben existieren. Die Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten, wurde durch die LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH, Regionalbüro Freiburg auf Grundlage des Angebotes vom 23.06.2021 beauftragt, die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse in einer Übersicht zu erkunden und zu beurteilen sowie geotechnische Angaben im Hinblick auf den geplanten Kanal- und Straßenbau, die Versickerungsfähigkeit des Baugrunds sowie zur Bebaubarkeit des Geländes für den Hochbau auszuarbeiten. Eine eingehende Baugrunderkundung bzw. Baugrundbeurteilung sowie eine Gründungsberatung entsprechend HOAI für konkrete Einzelvorhaben ist nicht Bestandteil der Beauftragung. Es liegt bereits das Ergebnis einer orientierenden Schadstoffuntersuchung [U2] vor, so dass derartige Untersuchungen nicht Bestandteil unserer Beauftragung waren.

2 Unterlagen

- **LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH, Freiburg:**
  - [U1] Informationen zur Gründungsart im Bereich Bestand, Fa. Wetzel; E-Mail vom 16.12.2021
- **BGU Böhler + Blau GbR, Inzlingen:**
  - [U2] Orientierende Bodenuntersuchungen auf dem Betriebsgelände der Firma Wetzel GmbH in Grenzach-Wyhlen, Ortsteil Wyhlen, Befund-Nr.: 3162 bis 3177; Gutachten vom 26.08.2020
- **Rapp Regioplan GmbH; Lörrach:**
  - [U3] Ergebnisse der Einmessung; E-Mails vom 18.11. und 22.11.2021
- **Landratsamt Waldshut:**
  - [U4] Erkundung der Grundwasserleiter und der Böden im Hochrheintal zwischen Schaffhausen und Basel; Abschlussbericht zum INTERREG II Projekt; 2001
- **Regierungspräsidium Freiburg:**
  - [U5] Online Abfrage bei der ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte des Landesamtes für Geologie, Bergbau und Rohstoffe aus 12/2021

- **Cavity GmbH, Rheinberg:**
  - [U6] Angaben zu Vermessungsergebnissen aus Bergsenkungen; E-Mail vom 21.12.2021

- **Ingenieurgruppe Geotechnik, Kirchzarten:**
  - [U7] Protokolle von Ortsbesichtigungen und Besprechungen
  - [U8] Honorarangebot zum Projekt, 23.06.2021
  - [U9] Geotechnische Berichte zu Bauvorhaben im Umfeld der Baumaßnahme (u. a. 15239/Hi-M)
  - [U10] Allgemeine geotechnische Unterlagen aus unserem Archiv (z. B. geologische und hydrogeol. Karten)

3 Baugrund

3.1 Baugrunderkundung

Vor Erkundung des Baugrundes wurden die Angaben aus [U2] und Unterlagen aus unserem Archiv ausgewertet.

Der Schichtenaufbau im Erschließungsbereich wurde am 19.11. und 22.11.2021 stichprobenartig durch drei ca. 1,9 m bis 2,5 m tiefe **Kleinrammkernbohrungen (d = 40 bis 80 mm)** erkundet. Ergänzend wurden sieben **Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15** bis in Tiefen zwischen ca. 1,7 m bis 11,3 m zur Ermittlung der Lagerungsdichte der Kiesgrubenverfüllung sowie zur indirekten Ableitung der Kiesgrubensohle bzw. zur Ermittlung der Oberkante des gewachsenen Untergrundes durchgeführt. Die Bohrungen wurden nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien in Anlehnung an DIN EN ISO 14688 (Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden) aufgenommen. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden durch die Rapp Regioplan GmbH, Lörrach, im Gelände ausgepflockt und nach Lage und Höhe eingemessen [U3].

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse wurden in einen Lageplan aus [U2] eingetragen, in dem bereits Angaben zu Auffüllungsmächtigkeiten enthalten sind (vgl. Anlage 1.2). Die Erkundungsergebnisse sind im Anlagenteil 2 dargestellt.

Im weiteren Umfeld der Maßnahme befinden sich mehrere Grundwassermessstellen, in welchen **Stichtagmessungen** durchgeführt wurden.

3.2 Geländeverlauf und Untergrundaufbau

Das Projektgebiet liegt südlich des Ortszentrums von Wyhlen in überwiegend ebenem Gelände. Direkt an der südlichen Baufeldgrenze (südlich des Lindweges) existiert eine Geländestufe mit einer Höhe von geschätzt ca. 8 bis 10 m. Das Projektareal selbst ist im Süden überwiegend locker mit Bäumen bewachsen. Im nördlichen Bereich lagern u. a. Container und Materialmieten. Die Geländeoberfläche ist hier z. T. mit einer Schwarzdecke versiegelt/befestigt. Der Langetränkeweg ist mit einer Schwarzdecke befestigt.

Gemäß den Angaben in [U2] stand auf dem Projektareal bis im Jahre 1958 die Sodafabrik der Solvay-Werke. Nach Rückbau der Produktionsanlagen siedelten sich auf dem Gelände neue Betriebe an. Ende der 1960er Jahre wurde auf dem Gelände mit dem Kiesabbau begonnen. Die entstandene(n) Grube(n) wurden im Nachgang wieder verfüllt [U2].

Gemäß der entsprechenden geologischen Karte besteht der natürliche oberflächennahe Untergrund aus Tonen und Schluffen mit unterschiedlich grobkörnigen Bestandteilen („Älterer Auelehm“ (Lfa)).

Gemäß einer online-Abfrage der ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte des RP Freiburg [U5], liegt für das Baufeld eine Gefährdung für Setzungen infolge von anthropogenen Auffüllungen vor. Darüber hinaus ist das Vorhandensein von Verkarstungserscheinungen möglich, auch wenn der betrachtete Bereich in einem Gebiet liegt, dass dahingehend noch nicht bearbeitet wurde.

Das Bauareal liegt in einem Bereich, in dem **Bergsenkungen** infolge des ehemaligen Solebetriebes dokumentiert sind. Diese liegen nach [U6] in einer Größenordnung von etwas weniger als ca. 2 mm pro Jahr.

Das aus den aktuellen Baugrundaufschlüssen abgeleitete Baugrundmodell ist im Anlagenteil 2 dargestellt. In den Aufschlüssen wurde, ergänzt durch Angaben aus [U2] folgender Aufbau von Bodenschichten / Homogenbereichen festgestellt:

- **Oberboden / Mutterboden (BS2, BS3)**

Schichtunterkante:	ca. 0,2 m u. GOF
Zusammensetzung:	**Kies**, sandig, schwach schluffig bis schluffig, humos bzw. durchwurzelt

- **Schwarzdecke (BS1)**

Schichtdicke:	ca. 5 cm

- **Auffüllung (BS1, Tragschicht)**

Schichtunterkante:	ca. 0,2 u. GOF
Zusammensetzung:	**Kies**, sandig, lokal schwach schluffig
Farbe:	grau
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist nicht bis mittel wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1 und F2 nach ZTVE-StB17).

- **Auffüllung (Kiesgrubenverfüllung)**

Hinweis:	Die Abgrenzung der Kiesgrubenverfüllung von anderen Auffüllungen, die ggf. im Zuge einer vormaligen Bebauung getätigt wurden, ist auf der Basis der bei der Erkundung gewonnenen Erdstoffproben nicht sicher möglich. Es wurde daher keine weitere Trennung vorgenommen.
Schichtunterkante:	voraussichtlich uneinheitlich bzw. stark wechselnd möglich. Bei den Erkundungen aus 2020 [U2] wurde die Kiesgrubenbasis nicht ermittelt. Dem Bericht [U2] ist ein Plan aus einer früheren Erkundung beigefügt, in dem Auffüllmächtigkeiten zwischen ca. 0,1 m bis 9 m angegeben werden. Aus den aktuellen Aufschlüssen werden Tiefen zwischen ca. 1,8 m und 10,6 m u. GOF abgeleitet.
Zusammensetzung:	voraussichtlich sehr heterogen; gemäß [U2] bestehen die Kiesgrubenverfüllungen aus Straßenaufbruch, allgemein Erdaushub (Kies, Sand, Lehm), Schlacke, Bauschutt und nicht näher bezeichneten schwarzen, roten und weißen Auffüllungen. In den von uns abgeteuften Kleinrammkernbohrungen BS1 bis BS3 aufgeschlossene Materialien: **Kies** (z. T. Rundkorn, z. T. gebrochenes Kalksteinmaterial), sandig, schwach schluffig bis schluffig, z. T. schwach tonig, z. T. Steine; **Sand**, schwach bis stark schluffig; **Kies** und **Schluff**, sandig, z. T. schwach tonig (verbacken); **Sand + Schluff**;

Schluff, stark sandig, z. T. schwach tonig;
Fremdbestandteile/-stoffe: Schlacke (?), Schwarzdecke, Ziegelbruch, Glasscherben, Magerbeton (?)

Lagerungsdichte: sehr locker bis mitteldicht; örtlich (z. B. bei RS5 in ca. 2,7 m Tiefe, bei RS6 in ca. 7,7 m Tiefe oder bei RS7 zwischen ca. 2,3 bis 2,5 m bzw. in einer Tiefe von ca. 7,5 m) lassen die vergleichsweise hohen Schlagzahlen auf eine sehr dichte Lagerung bzw. auf eingelagerte Hindernisse schließen.

Farbe: grau, hellgrau, rötlichgraubraun, gelblich, braun

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet; es ist je nach Feinkornanteil nicht bis sehr wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F1 und F3 nach ZTVE-StB17) sowie unterschiedlich stark zusammendrückbar.

- **Niederterrassenschotter (Rheinkiese)**

Schichtunterkante: nicht festgestellt, es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Rheinkiese - zumindest in Teilbereichen der Kiesgruben - bis zum unterlagernden Festgestein vollständig ausgeräumt wurden. Gestützt wird diese Vermutung durch die Angaben zur Basis der Rheinkiese aus der Online-Datenbank „INTERREG II, Grundwasserleiter Hochrhein“ [U4]. Hier wird die Basis der Rheinkiese zwischen ca. 260 mNN (ca. 5 m u. GOF) im Norden und ca. 255 mNN (ca. 12 m u. GOF) im Süden angegeben. Die Rheinkiese werden durch Kalk- und Dolomitsteine des Mittleren Muschelkalks unterlagert.

Zusammensetzung: **Kies**, sandig, erfahrungsgemäß oberflächlich verschufft. Die Rheinkiese sind i. d. R. unterschiedlich steinig. Das Vorhandensein von einzelne Blöcken ist möglich. Zudem muss mit sogenannten Nagelfluhlagen gerechnet werden, in denen die Rheinkiese betonartige Festigkeiten aufweisen. Bei den Erkundungen für die B 34 OU Grenzach-Wyhlen [U9] wurden derartige Zwischenlagen mit Mächtigkeiten von bis zu 2 m erkundet.

	Erfahrungsgemäß können auch Lagen/Linsen aus Sand, Schluff und/oder Rollkies eingelagert sein.
Lagerungsdichte:	dicht bis sehr dicht, lokal mitteldicht
Farbe:	grau, graubraun
Geotechnische Beurteilung:	Das Material ist für die Aufnahme von Bauwerkslasten gut geeignet; es ist mit Ausnahme der oberen Bereiche i. d. R. nicht wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB17: F1, obere Bereiche je nach Feinanteil F2/F3) und weist eine hohe Scherfestigkeit sowie eine geringe Zusammendrückbarkeit auf.

Es ist nicht auszuschließen, dass die Rheinkiese lokal von einer Decklage aus feinkörnigen Erdstoffen überlagert werden (bei aktuellen Erkundungen nicht angetroffen). Das unterlagernde Festgestein in Form von Kalkstein wurde nicht direkt aufgeschlossen. Gemäß den Höhenangaben in [U4] und dem Abgleich mit den Schlagzahlen der Rammsondierungen in den entsprechenden Tiefen kann aber davon ausgegangen werden, dass der Kiesabbau bis auf die Festgesteinsoberfläche ausgeführt wurde (s. o.). Das Festgestein in Form von Kalkstein ist grundsätzlich verkarstungsgefährdet. Die Oberfläche des Festgesteins ist erfahrungsgemäß sehr unruhig bzw. reliefartig ausgebildet und kann kleinräumig in ihrer Tiefenlage stark differieren.

3.3 Geotechnische Einstufung und Bodenkennwerte

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten kann von der Beschreibung in Kapitel 3.2 und der Einstufung in Anlage 4.1 ausgegangen werden.
Bei erdstatischen Berechnungen im Zusammenhang mit der Erschließung kann von den in der Anlage 4.2 angegebenen mittleren charakteristischen Bodenkennwerten ausgegangen werden.

3.4 Wasserverhältnisse

Nach [U4] liegt das Projektareal im sogenannten grundwasserfreien Bereich, d. h. die Niederterrassenschotter sind im Projektareal nicht grundwasserführend. Im Zuge der Baugrunderkundung wurden Grundwassermessstellen, die etwas weiter nördlich bzw. nordöstlich (auf Höhe des Sportplatzes an der Solvaystraße) liegen überprüft. In diesen ist kein Grundwasser vorhanden.

In den Auffüllungen können, abhängig von den örtlichen Niederschlagsverhältnissen, zeitweise Sickerwässer vorhanden sein. Zudem ist auf der Oberfläche des Festgesteins witterungsabhängig mit Stauwasser zu rechnen.

Das Projektgebiet liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Stand: 21.12.2021) erwartungsgemäß außerhalb von Wasserschutzgebieten.

3.5 Erdbeben

Gemäß DIN 4149 bzw. EC 8 sowie der dazugehörigen „Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg“ liegt das Bauvorhaben in der **Erdbebenzone 3** und es müssen zur Berücksichtigung des Einflusses von Erdbebenerschütterungen folgende Werte angesetzt werden bzw. ist folgende Einstufung vorzunehmen:

- Bemessungswert der **Bodenbeschleunigung**: a_g = 0,80 m/s²
- **Untergrundklasse** zur Berücksichtigung des tieferen Untergrundes ab 20 m unter GOF: R
- **Baugrundklasse** zur Berücksichtigung der örtlichen Baugrundeigenschaften (zwischen 3 und 20 m unter GOF): B (Rheinkiese)
  A (Kalkstein)

Der Baugrund im Bereich der wiederverfüllten Kiesgrube(n) ist in Hinblick auf die o.g. Baugrundklassen A bis C der DIN 4149 nicht klassifizierbar. Der Einfluss auf die Erdbebenwirkung muss daher gesondert untersucht werden.

4 Geotechnische Beratung

4.1 Allgemeines

Das sogenannte Wetzel Areal liegt südlich des Ortszentrums von Wyhlen. Ein derzeit weitestgehend unbebauter Grundstücksbereich soll als Gewerbegebiet erschlossen werden. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen keine konkreten Angaben über die geplanten Erschließungsmaßnahmen (z. B. Kanaltiefen, Art- und Einbindetiefe der Gebäude, usw.) vor.

Im Projektareal wurden nach Aufgabe der Sodaproduktion und der nachfolgenden Gewerbeeinheiten wahrscheinlich in mehreren Baugruben Rheinkiese, zumindest lokal voraussichtlich bis auf das anstehende Festgestein, abgebaut. Die Kiesgruben wurden anschließend mit Materialien heterogener Zusammensetzung wieder verfüllt. Das Projektareal befindet sich z. T. im Bereich dieser Kiesgruben sowie in deren Rand- bzw. Böschungsbereichen.
Die **Auffüllungen** der Kiesgrube(n) sind inhomogen zusammengesetzt und als **nicht ausreichend tragfähig** einzustufen. Sie weisen eine z. T. lockere Lagerung und dadurch bedingt eine sehr geringe Scherfestigkeit sowie relativ große Zusammendrückbarkeit auf. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Auffüllungen ein vergleichsweise **großes Sackungspotential** aufweisen. Es können durch Erschütterungen z. B. infolge von Erdbeben Umlagerungsprozesse innerhalb der Auffüllung stattfinden. Zudem können in der Folge von einsickernden Niederschlägen sog. **Sättigungssetzungen** auftreten, die von den Niederschlagsereignissen der zurückliegenden Jahre noch nicht vollständig ausgelöst wurden. In der Regel werden derartige Sättigungssetzungen auch von steigenden und fallenden Grundwasserständen ausgelöst. Da sich das Projektareal aber in einem grundwasserfreien Bereich befindet, haben diese Mechanismen nicht sattgefunden. Wir halten das zukünftige Sackungspotential der Auffüllung daher für vergleichsweise hoch

Unabhängig von den im diesem Bericht beschriebenen rein geotechnischen Randbedingungen für die Erschließung halten wir es aufgrund des Alters der Ablagerung und deren möglichen Zusammensetzung für erforderlich, das mögliche **Ausgasungspotential** und dessen Auswirkungen auf die Kanäle und Leitungen bzw. auf die Gebäude von einem Fachbüro bewerten zu lassen.

Das Bauareal liegt in einem Bereich, in dem **Bergsenkungen** infolge des ehemaligen Solebetriebes dokumentiert sind. Diese liegen nach [U6] in einer Größenordnung von etwas weniger als ca. 2 mm pro Jahr.

4.2 Kanalbau

Bei angenommenen üblichen Kanaltiefen von ca. 2 bis 3 m Tiefe kommen die Kanalsohlen - den derzeit vorliegenden Erkundungsergebnissen zufolge - in den Auffüllungen (Kiesgrubenverfüllung) mit unterschiedlicher Lagerungsdichte bzw. in den i. d. R. mindestens mitteldicht gelagerten grobkörnigen Rheinkiesen zu liegen (s. Anlagenteil 2). Aufgrund der heterogen zusammengesetzten Auffüllung und deren Sackungspotential werden flexible Rohrleitungssysteme mit möglichst kurzen Haltungslängen und die Errichtung des Kanalnetzes mit einer größeren Neigung erforderlich.

Rohrauflager: Im Bereich der Rheinkiese bzw. im Bereich grobkörniger Auffüllungen ist nach Nachverdichtung der Aushubsohle eine zusätzliche Tragschicht unterhalb der Rohrbettungsschicht i. d. R. nicht erforderlich. Dort, wo in Höhe der Grabensohle Steine oder ggf. Blöcke oder anderen Hindernisse anstehen, kann der Einbau einer **Ausgleichsschicht** erforderlich werden.

Die lokal im Bereich der wiederverfüllten Kiesgrube ggf. in der Aushubsohle anstehenden fein- bzw. gemischtkörnigen Erdstoffe sind sehr wasser- und frostempfindlich. Aus baubetrieblichen Gründen und zur Vergleichmäßigung des Rohrauflagers empfehlen wir, in den Bereichen mit fein- bzw. gemischtkörnigen Erdstoffen in der Grabensohle den Einbau einer ca. 0,2 m dicken **Trag-/Ausgleichsschicht** mit unterlagerndem Geotextil. Werden beim Aushub im Bereich der Sohle aufgeweichte Erdstoffe angetroffen, sind diese ebenfalls auszuheben und durch Tragschichtmaterial zu ersetzen.

Geeignete Materialien für die **Trag- bzw. Ausgleichsschicht** sind gut kornabgestufte natürliche Mineralgemische, z. B. Kiessande der Art GW (nach DIN 18196). Bei Einsatz von RC-Material empfehlen wir, den Anteil an Ziegelbruch und Ausbauasphalt auf 5 Gew.-% zu begrenzen. Grundsätzlich müssen die zum Einsatz kommenden Materialien den einschlägigen technischen Bestimmungen entsprechen (z. B. TL G bzw. ZTV SoB-StB) und raumbeständig sein (d. h. sie dürfen keine verrottbaren Bestandteile (Holz etc.) bzw. quellfähige Materialien enthalten). Entsprechende Prüfzeugnisse müssen vor Lieferung und Einbau der Materialien zur Prüfung und Freigabe vorgelegt werden. Die Materialien sind lagenweise verdichtet einzubringen.

Die Bemessung der Rohrleitung kann nach den Richtlinien des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A127 (Statische Berechnung von Abwasserkanälen und Leitungen) erfolgen. Die Anforderungen an das Rohrauflager sind mit dem Hersteller abzustimmen.
Die Grabensohlen sind wegen aushubbedingter Auflockerungen nachzuverdichten.

Kanalgräben: Für den Bau von Leitungen ist der Aushub von Gräben erforderlich. Grundsätzlich sind bei der Planung und Ausführung von Gräben die Angaben der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten. Der Leitungseinbau und die Grabenverfüllung müssen nach den Vorgaben der DIN 4033 (Entwässerungskanäle und Leitungen) bzw. der EN1610 (Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen) erfolgen.
Freie Baugrubenabböschungen sind je nach den bodenmechanischen Eigenschaften des örtlichen Untergrundes nur bis zu einem bestimmten Grenzneigungswinkel ohne Verbau ausreichend standsicher. Bis zu der erforderlichen Tiefe von ca. 3 m ist bei den im Projektgebiet

anstehenden Erdstoffen der Rheinkiese und aufgefüllten Materialen eine freie Abböschung der Kanalgräben unter einem Winkel von 45° möglich, wobei lokal, z. B. im Bereich von Rollkieslagen oder bei Antreffen von Schichtwasser, eine weitere Abflachung der Böschungen erforderlich werden kann. An der Böschungsoberkante ist ein lastfreier Streifen mit einer Breite von mindestens 2 m vorzusehen. Die Gründungen von Bauhilfsmitteln wie z. B. von Kränen, die im Einflussbereich der Böschung angeordnet werden, müssen gesondert nachgewiesen werden. Die Standsicherheit von Böschungen ist zudem dann gesondert nachzuweisen, wenn die Standsicherheit von vorhandenen Gebäuden, Leitungen, anderen baulichen Anlagen oder Verkehrsflächen gefährdet werden kann. Die Baugrubenböschungen sind durch geeignete Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen

Alternativ kann eine Sicherung der Kanalgräben z. B. mit Verbautafeln bei kraftschlüssiger Hinterfüllung erfolgen. Im Einflussbereich von verformungsempfindlichen Bauwerken müssen höherwertige und entsprechend bemessene Verbausysteme eingesetzt werden.

Wasserhaltung: In die Kanalgräben eintretendes Oberflächen- oder z. B. Sickerwasser, das sich in Bereichen mit fein- bzw. gemischtkörnigen Erdstoffen in der Aushubsohle aufstauen kann, kann durch eine offene Wasserhaltung über Pumpensümpfe gefasst und abgeleitet werden.

Grabenverfüllungen: Der Leitungseinbau und die Grabenverfüllungen müssen kraftschlüssig und mit ausreichender Verdichtung nach den Vorgaben der ZTVE-StB (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) erfolgen. Demnach ist innerhalb von Straßenkörpern bis 1 m unterhalb des Planums ein Verdichtungsgrad D_{Pr} ≥ 100 % zu erreichen. Ansonsten ist für die Grabenverfüllung ein Verdichtungsgrad von D_{Pr} ≥ 97 % erforderlich. Es empfiehlt sich der Einbau von wenig witterungsempfindlichen gut verdichtbaren, körnigen Erdstoffen, z. B. filterfeste, sandreiche Kiessande (z. B. GW gemäß DIN 18196). Oberhalb der Rohrleitungszone können z.B. die Rheinkiese eingebaut werden. Grundsätzlich gilt, dass sich Erdstoffe nur dann gut bzw. ausreichend verdichten lassen, wenn die Materialien geeignete Wassergehalte aufweisen.

4.3 Verkehrsflächen

Allgemeines: Verkehrsflächen sind grundsätzlich gem. den Vorgaben der RStO und der ZTVE-StB herzustellen. Bezüglich der Belastungsklasse der Verkehrsflächen lagen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung keine Angaben vor. Nachfolgend wird die Belastungsklasse Bk1,8 (Gewerbestraße) zugrunde gelegt. Ggf. werden Anpassungen (z. B. Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus) notwendig, wenn planerisch eine andere Belastungsklasse festgelegt wird.

Es muss berücksichtigt werden, dass der Errichtungs- und Unterhaltungsaufwand der Verkehrsflächen aufgrund des im Bereich der Kiesgrubenverfüllung gegebenen Sackungspotentials erheblich sein kann und vom Bauherrn zu tragen ist.

Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus: Nach Abschieben des Oberbodens bzw. Entfernen der Oberflächenbefestigung sind voraussichtlich im gesamten Projektareal aufgefüllten Erdstoffe vorhanden. Ausgehend von der Annahme einer Belastungsklasse Bk1,8, einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 (nach ZTVE-StB 17) und einer Frosteinwirkungszone I, beträgt die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus (ab OK Verkehrsfläche) entsprechend RStO 12 d_{Frost} = 0,60 m. Die Dicke der Frostschutzschicht ergibt sich dann zunächst in Abhängigkeit der gewählten Bauweise nach den Tafeln 1 bis 3 der RStO.

Unterbau: Es ist davon auszugehen, dass in Bereichen mit aufgefüllten fein- und überwiegend gemischtkörnigen Erdstoffen die nach RStO 12 auf dem Planum geforderte Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45$ MN/m² (Verformungsmodul bei Wiederbelastung beim statischen Lastplattendruckversuch) auch durch Nachverdichtung nicht verlässlich erreicht werden kann, weshalb unterhalb der Frostschutz-/Tragschicht Zusatzmaßnahmen erforderlich werden.
Es kann z. B. ein **Bodenaustausch** aus geeigneten körnigen, weit gestuften und gut verdichtbaren Materialien erforderlich ist (z. B. Kiessande oder vergleichbar güteüberwachte Recyclingmaterialien, nicht zwingend frostsicher) ausgeführt werden. Bei Annahme einer vorhandenen Tragfähigkeit auf dem Planum von $E_{V2} \geq 20$ MN/m² kann für eine Vordimensionierung / Kostenschätzung zunächst von einer Dicke des Bodenaustauschs von ca. 0,2 m ausgegangen werden, was im Zuge der Baumaßnahme auf der Grundlage von auf dem Planum durchzuführender statischer Plattendruckversuche (nach DIN 18134) zu überprüfen ist.

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann die erforderliche Tragfähigkeit im Planum prinzipiell auch durch **Bindemittelzugabe** erreicht werden. Eine derartige Verbesserung/Verfestigung ist dann nicht oder nur sehr bedingt möglich, wenn in Höhe des Planums in den Auffüllungen Steine, Blöcke oder andere Hindernisse vorhanden sind. Aufgrund des diesbezüglichen Restrisikos raten wir von einer Verbesserung/Verfestigung ab.

Planum: Die im Planum überwiegend anstehenden aufgefüllten, fein- und gemischtkörnigen Erdstoffe sowie die feinkornreicheren Rheinkiese sind witterungs- und frostempfindlich, weshalb die Aushubsohlen nur in kleinen, der Witterung angepassten Abschnitten freizulegen und umgehend durch den Einbau der Bodenaustauschmaterialien zu schützen sind. Die mechanische Filterfestigkeit zwischen den aufgefüllten Erdstoffen im Aushubplanum und der darüber liegenden Schicht muss gewährleistet sein. Hierzu müssen mindestens die unteren 15 cm des

Bodenersatzes bzw. der Tragschicht aus sandreichem Material (Sandanteil $d \leq 2$ mm: $\geq$ 25 M.-%) bestehen. Bei geringeren Sandanteilen ist ein geotextiles Trennvlies einzubauen. Das Planum sollte nicht mit schweren Baufahrzeugen oder Radfahrzeugen befahren werden; ggf. sind entsprechende Baustraßen anzulegen.

Entwässerung der Tragschicht: In die Frostschutz-/Tragschicht einsickerndes Niederschlagswasser kann sich im Planum auf weniger durchlässigen Erdstoffen aufstauen. Der Oberbau ist deshalb durch geeignete Maßnahmen zu entwässern.

4.4 Allgemeine geotechnische Angaben zum Hochbau

Die nachfolgend gemachten Angaben sind allgemeiner und orientierender Art und ersetzen nicht eine gezielte geotechnische Erkundung und Beratung für einzelne Bauvorhaben.

Das Bauareal liegt in einem Bereich, in dem **Bergsenkungen** infolge des ehemaligen Solebetriebes dokumentiert sind. Diese liegen nach [U6] in einer Größenordnung von etwas weniger als ca. 2 mm pro Jahr.
Aufgrund der heterogen zusammengesetzten Auffüllungen und des vorhandenen **Sackungspotentials** ist festzustellen, dass setzungsempfindliche Bauwerke nicht flach (z. B. auf Einzel- und Streifenfundamenten) gegründet werden können. Der erforderliche Aufwand für die Tieferführung der Lasten und die einhergehenden Gründungsmaßnahmen sind damit abhängig von der im jeweiligen Baubereich vorhandenen Schichtdicke der Auffüllungen und der daraus resultierenden Oberfläche der Niederterrassenschotter bzw. des unterlagernden Kalksteins.

4.4.1 Gebäude ohne Unterkellerung

Berücksichtigung der Wasserverhältnisse: Einwirkungen auf Gebäude infolge von Grundwasser sind nicht zu berücksichtigen. Im vorliegenden Fall kann aber Niederschlagswasser in wiederverfüllte Arbeitsräume der Baugruben einsickern, sich dort zeitweise aufstauen und auf erdberührte Bauteile als drückendes Wasser einwirken.
Für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1 ist für den Fall, dass keine Dränage nach DIN 4095 ausgeführt wird, die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) maßgebend, wobei der für die Abdichtung maßgebende Wasserstand an GOF anzusetzen ist.

Gründungsart: In den Gründungshorizonten von Gebäuden ohne Unterkellerung sind voraussichtlich überall nicht ausreichend tragfähige Erdstoffe vorhanden, da mit allen Aufschlüssen

Auffüllungen festgestellt wurden. Die Gebäudelasten müssen daher bis in ausreichend tragfähige Schichten (Rheinkiese oder Kalkstein) geführt werden. Im nördlichen Bereich (Rheinkiese bereits ab ca. 2 m unter GOF) ist bei üblichen Gebäudelasten eine **Flachgründung auf Einzel- und auf Streifenfundamenten** denkbar. Hierfür werden dann entsprechende Bodenaustauschmaßnahmen oder Fundamenttieferführungen (mit z. B. Unterbeton/Brunnengründung) bis auf die gut tragfähigen Rheinkiese erforderlich. Auch eine Gründung auf **tragenden Bodenplatten** ist möglich, wobei diese dann z. B. punktgestützt mit entsprechenden Tieferführungen (s. o.) ausgeführt werden müssen.
Die im **Bereich der wiederverfüllten Kiesgrube** anstehenden aufgefüllten Materialien mit Mächtigkeiten von bis zu ca. 11 m sind durch ihre heterogene Zusammensetzung und die wechselnde Lagerungsdichte und dem daraus resultierenden uneinheitlichen Trag- und Verformungsverhalten für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet. Die unterhalb der Auffüllungen anstehenden Rheinkiese bzw. der Kalkstein sind für einen Lastabtrag grundsätzlich gut geeignet. Hierzu werden dann entsprechend **Tiefgründungsmaßnahmen** erforderlich (je nach Größe der Lasten z. B. Mikropfähle oder Bohrpfähle). Vom Einsatz von Rammpfählen oder Baugrundverbesserungsmaßnahmen wie z.B. Rüttelstopfsäulen raten wir im vorliegenden Fall ab, da innerhalb der Kiesgrubenverfüllung Hindernisse eingelagert sein können, die durch diese Spezialtiefbaumaßnahmen nicht durchörtert werden können. Aufgrund der in Abschnitt 3.2 beschriebenen **Verkarstungsgefährdung** sind bei Ausführung von Tiefgründungen mit konzentriertem Lastabtrag über die Pfahlsohle ergänzende Erkundungen mittels geophysikalischer Verfahren oder sog. Pilotbohrungen erforderlich.

4.4.2 Gebäude mit 1-facher Unterkellerung

Berücksichtigung der Wasserverhältnisse: Einwirkungen auf die Gebäude infolge von Grundwasser sind nicht zu berücksichtigen. Überall dort, wo die erfahrungsgemäß stark wasserdurchlässigen (Kriterium: $k_f > 10^{-4}$ m/s) Niederterrassenschotter vorhanden sind (überwiegend im nördlichen Grundstücksbereich), ist unter der Voraussetzung, dass als Verfüllmaterial der Arbeitsräume ein stark wasserdurchlässiges Material ($k_f > 10^{-4}$ m/s) mit Anschluss an die feinkornarmen, gut durchlässigen Niederterrassenschotter eingebaut wird, für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen nach DIN 18533-1 die **Wassereinwirkungsklasse W1.1-E** (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden) ausreichend .
Im **Bereich der wiederverfüllten Kiesgrube** und dort, wo die Niederterrassenschotter im Gründungsniveau einen erhöhten Feinkornanteil aufweisen, kann Niederschlagswasser bzw. örtlich vorhandenes Sickerwasser in die wiederverfüllten Arbeitsräume der Baugruben eintreten und sich dort ggf. - je nach Tiefenlage der Baugruben - aufstauen und auf die erdberührten

Bauteile als drückendes Wasser einwirken. Für den Fall, dass keine Dränage nach DIN 4095 ausgeführt wird, ist für die Abdichtung der erdberührten Bauteile bei Annahme einer Einbindetiefe der Unterkellerung in das Gelände von < 3 m nach DIN 18533-1 die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) maßgebend. Der für die Abdichtung maßgebende Wasserstand ist an GOF anzusetzen.

Gründungsart: Im nördlichen Grundstücksbereich stehen – ausgehend von einem Gründungsniveau bei ca. 3 m unter der derzeitigen GOF – voraussichtlich die gut tragfähigen Niederterrassenschotter an. Eine Flachgründung auf **Einzel- und auf Streifenfundamenten oder tragenden Bodenplatten ist möglich.** Örtlich können ggf. geringfügige Bodenaustauschmaßnahmen zur Vergleichmäßigung der Gründungsverhältnisse erforderlich werden.
Die im **Bereich der wiederverfüllten Kiesgrube** anstehenden aufgefüllten Materialien mit Mächtigkeiten von bis zu ca. 11 m sind durch ihre heterogene Zusammensetzung und die wechselnde Lagerungsdichte und dem daraus resultierenden uneinheitlichen Trag- und Verformungsverhalten für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet. Die unterhalb der Auffüllungen anstehenden Niederterrassenschotter bzw. der Kalkstein sind für einen Lastabtrag grundsätzlich gut geeignet. Hierzu werden dann entsprechend **Tiefgründungsmaßnahmen** erforderlich (je nach Größe der Lasten z. B. Mikropfähle oder Bohrpfähle). Vom Einsatz von Rammpfählen oder Baugrundverbesserungsmaßnahmen wie z. B. Rüttelstopfsäulen raten wir im vorliegenden Fall ab, da innerhalb der Kiesgrubenverfüllung Hindernisse eingelagert sein können, die durch diese Spezialtiefbaumaßnahmen nicht durchörtert werden können. Aufgrund der in Abschnitt 3.2 beschriebenen **Verkarstungsgefährdung** sind bei Ausführung von Tiefgründungen mit konzentriertem Lastabtrag über die Pfahlsohle ergänzende Erkundungen mittels geophysikalischer Verfahren oder sog. Pilotbohrungen erforderlich.

4.5 Verwendung des Aushubmaterials aus geotechnischer Sicht

Die beim Aushub anfallenden Auffüllungen können aufgrund ihrer erwartet heterogenen Zusammensetzung aus geotechnischer Sicht voraussichtlich nur in untergeordneten Schüttungen wiederverwendet werden, wo keine, oder nur sehr geringe Anforderungen an die Tragfähigkeit oder Verdichtung gestellt werden (z. B. zur Geländemodellierung). Die grobkörnigen Rheinkiese sind demgegenüber nach einer Aussortierung größerer Steine und von ggf. örtlich vorhandenen Blöcken bzw. entsprechender Aufbereitung (u. a. Brechen von Steinen und Blöcken) auch für den Einbau in höherwertigen Schüttungen (z. B. unterhalb statisch beanspruchter Flächen oder Bauwerkshinterfüllungen) geeignet. Diese Erdstoffe lassen sich i.d.R. dann gut verdichten, wenn der Wassergehalt beim Einbau nahe dem optimalen Wassergehalt w_{Pr} liegt.

4.6 Versickerung von Niederschlagswasser

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005) sind Schichten des Untergrundes für eine technische Versickerung geeignet, wenn der Durchlässigkeitsbeiwert der Schicht bei Wassersättigung im Bereich zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegt.

Die erkundeten **Auffüllungen** sind voraussichtlich nur örtlich bzw. in Teilbereichen ausreichend wasserdurchlässig, weshalb in diesen Erdstoffen keine technische Versickerung möglich ist. Ferner sind im Bereich tiefgründiger Auffüllungen i. d. R. keine Versickerungen zulässig (undefinierte Sickerwege, Lösungsprozesse umweltrelevante Stoffe).

Die grobkörnigen **Rheinkiese** besitzen mit Ausnahme von oberflächlich stärker verschlufften Bereichen erfahrungsgemäß Durchlässigkeitsbeiwerte, die zwischen ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s liegen. D.h. die Rheinkiese sind für eine technische Versickerung grundsätzlich geeignet. Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist daher voraussichtlich nur im nördlichen Bauareal möglich.

Zur Ableitung eines Bemessungs-k_f-Wertes müssen spätestens beim Bau von Versickerungsanlage im unmittelbaren Versickerungsbereich Versickerungsversuche ausgeführt werden.

Zur Gewährleistung einer ausreichend sicheren Versickerungsleistung ist es erforderlich, die Versickerungsanlagen hydraulisch wirksam und mechanisch filterfest über Sickerpackungen o. ä. an die „sauberen“, d.h. nicht verschlufften Rheinkiese anzuschließen (Verfüllung der Sickerpackungen z. B. mit sauberem Sand (DIN 18196: SE). Hierzu sind die Sickerpackungen mindestens 0,5 m in die Rheinkiese einzubinden. Die Sohle der Sickerpackungen darf nicht verdichtet werden.

Bezüglich der Planung, der Dimensionierung und dem Bau von Versickerungsanlagen wird auf das Arbeitsblatt DWA-A 138 verwiesen.

Bei der Planung ist zu berücksichtigen, dass die Versickerungsanlage einen ausreichenden Abstand zu baulichen Einrichtungen haben muss, die nicht gegen drückendes Wasser abgedichtet sind (vgl. DWA-A 138, Abschnitt 3.2.2).

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass jede Versickerungsanlage aus geotechnischer Sicht über einen Notüberlauf mit Anschluss an eine hochwassersichere Vorflut verfügen muss, da die Funktionstüchtigkeit der Versickerungsanlagen nicht auf Dauer und zu jedem Zeitpunkt

gewährleistet ist (z. B. Regenspende größer als der Bemessungsregen, Auftreten eines zweiten starken Niederschlagereignisses, bei noch teilgefülltem Speicher; bei Mulden: bei gefrorenem und damit nahezu wasserundurchlässigem Untergrund bzw. Mutterbodenschicht).

5 Weitergehender Untersuchungsbedarf

Die geotechnischen und bautechnischen Angaben des Berichtes beruhen auf stichprobenartigen Untergrundaufschlüssen, die im Zuge der weiteren Planung bzw. bei der Ausführung der Baumaßnahmen zu überprüfen sind. Eine detailliertere Abgrenzung der Kiesgruben kann anhand weiterer Aufschlüsse (ggf. bereits im Zuge der Erschließung) erfolgen. Unabhängig von der Erfordernis weiterer projektbezogener geotechnischer und ggf. umwelttechnischer Untersuchungen halten wir es für erforderlich, das Thema Ausgasung für das Baufeld grundsätzlich zu untersuchen.

Für die Erschließungsmaßnahme halten wir folgende baubegleitende Überprüfungen durch den Sachverständigen für Geotechnik für erforderlich:

- Überprüfung/Abnahme der Rohrauflager
- Kanalgrabenverfüllung: Eignung der Einbaumaterialien und ausreichende Verdichtung
- Kanalgrabenböschungen
- Verdichtungskontrollen im Bereich des Planums der Verkehrsflächen
- Versickerungsversuche im Bereich geplanter Versickerungsanlagen

6 Schlussbemerkungen

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die in Abschnitt 2 genannten Unterlagen zugrunde. Aufgrund der vergleichsweise schwierigen Randbedingungen (u. a. in Teilbereichen tief reichende und heterogen zusammengesetzte Auffüllungen) sind ergänzende Untersuchungen nach Vorlage von konkreten Planungen für die Erschließung und den Hochbau auszuführen, um projektbezogen Angaben u. a. zur Gründung machen zu können.

Dipl.-Ing. Meyer-Riester
(Projektbearbeiter)

Dr.-Ing. Renk
(Projektleiter)

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure

Lindenbergstraße 12 79199 Kirchzarten
Tel.: 07661 / 9391 - 0 Fax: 07661 / 9391 - 75

Lageplan

Anlage 1

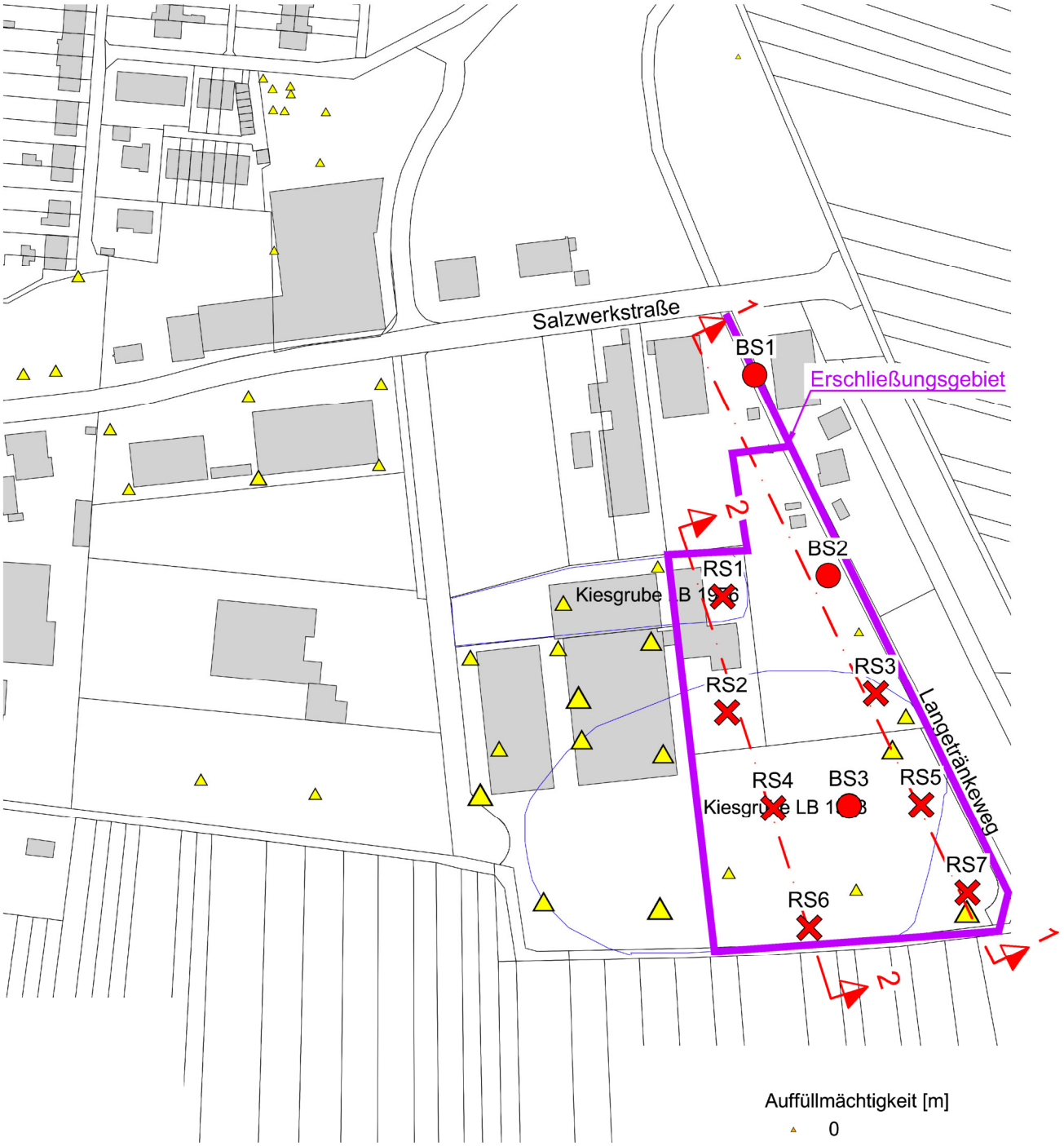
Projekt - Nr.: 21185/R-M

Datum: 21.12.2021/gl

Projekt: Erschließung des Gewerbegebietes Wetzelareal Grenzach-Wyhlen

Maßstab: 1 : 2.500

Dateiname: 21185-G-Anlage 1



Zeichenerklärung:

- RS: Sondierung mit der Schweren Rammsonde DPH-15
- BS: Kleinrammkernbohrung (d = 40-80 mm)

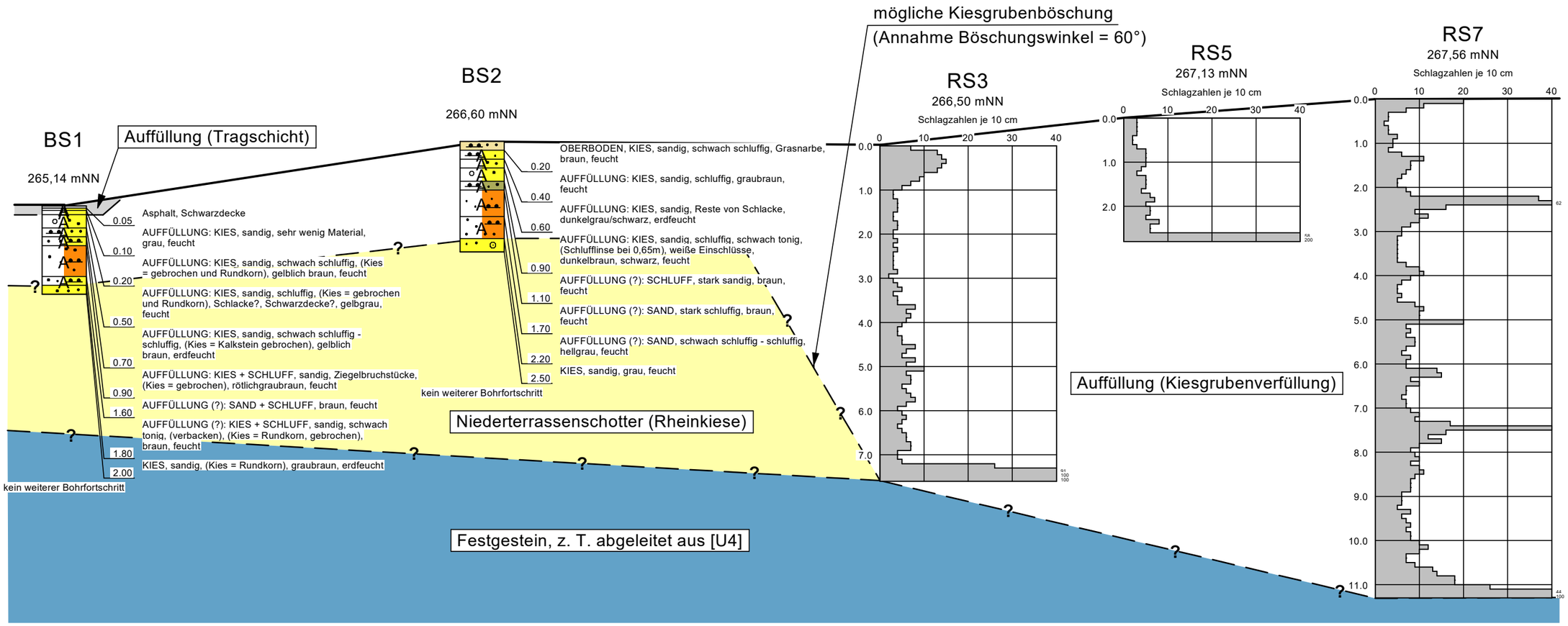
N

Auffüllmächtigkeit [m]

- 0
- 0.1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 9

Kiesgrubengrenze gemäß Luftbild

Plangrundlage: Lageplan
Büro für Geoinformatik und Umwelttechnik
Stand vom Jan. 2008



Zeichenerklärung:

BK	Rammkernbohrung	SW	Sickerwasser
BS	Kleinrammkernbohrung	▼ e. GW	Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
SCH	Baggerschurf	▽ a. GW	Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
RS	Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15	2□1,0 m	gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
w	natürlicher Wassergehalt	● 1,0 m	Wasserprobe mit Entnahmetiefe
I_c	Zustandszahl		
c_u	Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)		
GOF	Geländeoberfläche		
GOK	Geländeoberkante		

Datei: 21185-G-Anlage 2-1.bop

Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure
Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten
Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

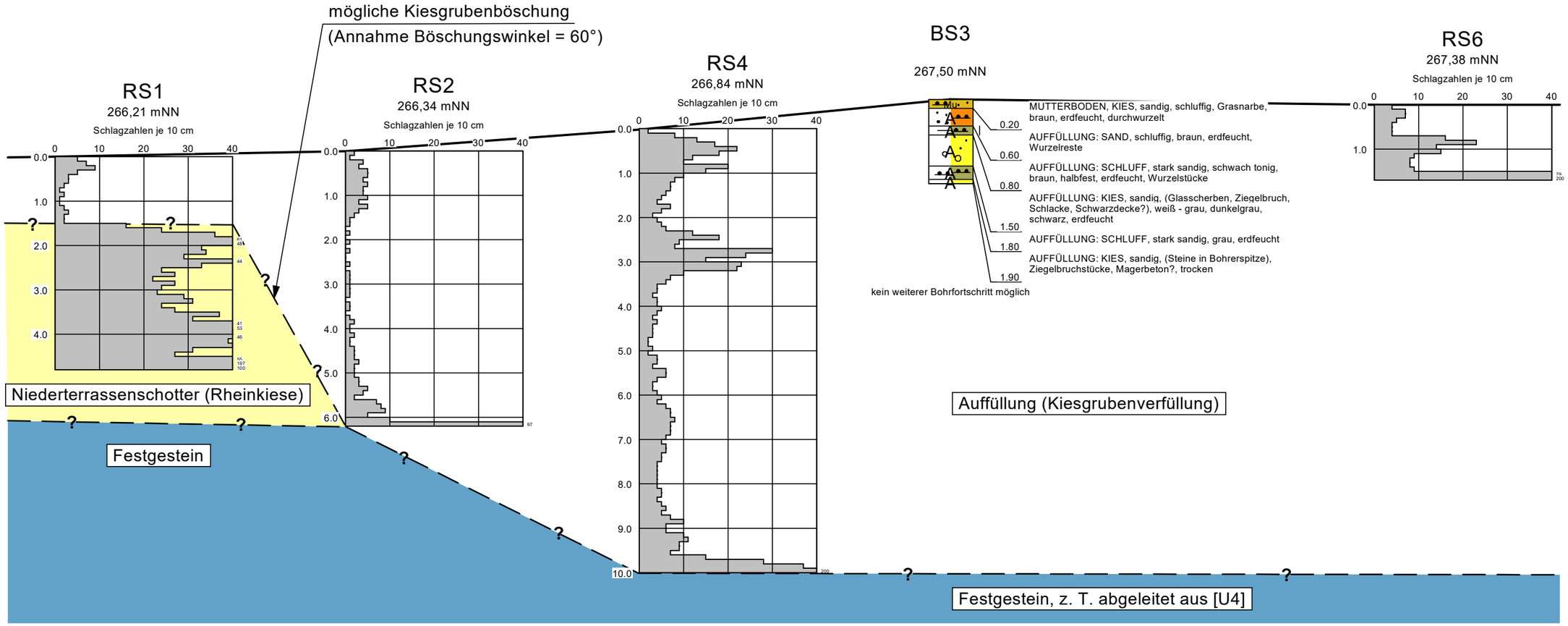
Projekt: Erschließung des Gewerbegebietes Wetzelareal Grenzach-Wyhlen

Projekt-Nr.: 21185/R-M

Maßstab: 1:---/1:100

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt 1-1)

Datum: 21.12.2021/gl



Zeichenerklärung:

BK	Rammkernbohrung	SW	Sickerwasser
BS	Kleinrammkernbohrung	e. GW	Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
SCH	Baggerschurf	a. GW	Grundwasser angetroffen, nicht eingespiegelt
RS	Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH-15	2□1,0 m	gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
w	natürlicher Wassergehalt	● 1,0 m	Wasserprobe mit Entnahmetiefe
I_c	Zustandszahl		
c_u	Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)		
GOF	Geländeoberfläche		
GOK	Geländeoberkante		

Datei: 21185-G-Anlage 2-2.bop

Ingenieurgruppe Geotechnik
Hintner • Renk • Scherzinger • Wunsch
Partnerschaft mbB Beratende Ingenieure
Lindenbergstraße 12, 79199 Kirchzarten
Tel.: 07661 / 9391-0 Fax: 07661 / 9391-75
E-Mail: info@ingenieurgruppe-geotechnik.de

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Projekt: Erschließung des Gewerbegebietes Wetzelareal Grenzach-Wyhlen

Projekt-Nr.: 21185/R-M

Maßstab: 1:---/1:100

Ergebnisse Baugrunderkundung (Schnitt 2-2)

Datum: 21.12.2021/gl

Projekt: **Erschließung des Gewerbegebietes Wetzelareal Grenzach-Wyhlen**

Auftrag: **21185/R-M**

Maßgebende Angaben zu Bodenschichten/Homogenbereichen nach VOB 2019 (z. T. Erfahrungs- bzw. Schätz-/Literaturwerte)

Homogenbereich/Schicht	Schwarz-decke	Oberboden	Auffüllung (Tragschicht)	Auffüllung (Kiesgrube)	Niederterrassenschotter (Rheinkiese)
Zusammensetzung	---	s. Abschnitt 3.2			
Bodengruppen nach DIN 18196 [1)]	---	OH, OU	GW, GU	GU, GU*, UL, UM	GE, GW, GI, GU GU* möglich
Steinanteil/Blockanteil [Massen-%]	---	---	--- / ---	i.d.R. <30 / <30	i.d.R. <20 / <5
Schichtunterkante [m u GOK]	s. Anlage 2				
Dichte [t/m³]	---	---	1,8 - 2,3	1,7 - 2,3	2,0 - 2,3
Wassergehalt w [%]	---	---	i.d.R. 3 - 10	i.d.R. <30	4 - 15
Bezogene Lagerungsdichte I_D [-]	---	---	k. A.	0,15 - >0,85	0,65 - >0,85, lokal 0,35 - 0,65
Konsistenz [-]	---	---	---	weich bis halbfest	---
Konsistenzzahl I_c [-]	---	---	---	0,5 bis >1,0	---
Plastizitätszahl I_P [%]	---	---	---	4 - 20	---
undränierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	---	---	---	20 bis 200	---
organischer Anteil [%]	---	---	---	nicht bestimmt	---
Bodenklassen DIN 18300 [2)]	---	1	3	3 - 5 je nach Stein-/Blockanteil auch 6, 7	3 - 5, lokal 6, 7 möglich (z. B. bei Nagelfluh)

[1), 2), 3), 4), 5)]: s. Erläuterungen n. b. = nicht bestimmt

Anlage 3.1

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Erläuterungen zu Anlage 3.1

[1] Bodengruppen nach DIN 18196:

GE: enggestufte Kiese
GW: weitgestufte Kies-Sand-Gemische
GI: intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
SE: enggestufte Sande
SW: weitgestufte Sand-Kies-Gemische
SI: intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
GU,GU*: Kies-Schluff-Gemische
GT,GT*: Kies-Ton-Gemische
SU,SU*: Sand-Schluff-Gemische
ST,ST*: Sand-Ton-Gemische
UL: leicht plastische Schluffe
UM: mittelplastische Schluffe
UA: ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff
TL: leicht plastische Tone
TM: mittelplastische Tone
TA: ausgeprägt plastische Tone
OH: grob-, gemischtkörnige Böden m. humosen Beimengungen
OU: Schluffe mit organischen Beimengungen
OT: Tone mit organischen Beimengungen
HN: nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
HZ: zersetzte Torfe

[2] Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

1: Oberboden
2: Fließende Bodenarten
3: Leicht lösbare Bodenarten
4: Mittelschwer lösbare Bodenarten
5: Schwer lösbare Bodenarten
6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
7: Schwer lösbarer Fels

[3] Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

BN1: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn bis 15%
BN2: nichtbindig Sand-Kies, Feinkorn über 15%
BB1: bindig, flüssig bis breiig
BB2: bindig, weich bis steif
BB3: bindig, halbfest
BB4: bindig, fest bis sehr fest
BO1: Mudde, Humus und zersetzte Torfe
BO2: unzersetzte Torfe
FV1: Fels entfestigt
FV2: Fels angewittert, Trennflächenabstand bis 30cm
FV3: Fels angewittert, Trennflächenabstand über 30cm
FV4: Fels unverwittert, Trennflächenabstand bis 10cm
FV5: Fels unverwittert, Trennflächenabstand 10-30cm
FV6: Fels unverwittert, Trennflächenabstand über 30cm

<u>Für Lockergestein Zusatzklasse BS bei Steinen und Blöcken:</u>

BS1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol.%
BS2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
BS3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
BS4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %

<u>Für Felsklasse FV2-6 Zusatzklasse FD:</u>

FD1: einaxiale Festigkeit bis 20 N/mm^2
FD2: einaxiale Festigkeit 20-80 N/mm^2
FD3: einaxiale Festigkeit 80-200 N/mm^2
FD4: einaxiale Festigkeit 200-300 N/mm^2
FD5: einaxiale Festigkeit über 300 N/mm^2

[4] Boden- und Felsklassen nach DIN 18319 (nur nachrichtlich, nach VOB 2019 nicht mehr gültig):

<u>Für Lockergestein Zusatzklasse S bei Steinen und Blöcken:</u>

S1: Steine (63-200mm) bis 30 Vol.%
S2: Steine (63-200mm) über 30 Vol. %
S3: Blöcke (200-600mm) bis 30 Vol. %
S4: Blöcke (200-600mm) über 30 Vol. %

<u>Für Klasse F: Fels</u>

FZ1: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
FZ2: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
FZ3: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
FZ4: Trennflächenabstand bis 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²
FD1: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20 N/mm²
FD2: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 20-50 N/mm²
FD3: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 50-100 N/mm²
FD4: Trennflächenabstand über 10 cm, Einaxiale Druckfestigkeit bis 100-200 N/mm²

<u>Für Lockergesteine, Klasse L:</u>

LN: nicht bindige Böden
LNE1: enggestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
LNE2: enggestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
LNE3: enggestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
LNW1: weit- oder intermittierend gestuft, locker, Feinkorn bis 15 %
LNW2: weit- oder intermittierend gestuft, mitteldicht, Feinkorn bis 15 %
LNW3: weit- oder intermittierend gestuft, dicht, Feinkorn bis 15 %
LN1: locker, Feinkorn über 15 %
LN2: mitteldicht, Feinkorn über 15 %
LN3: dicht, Feinkorn über 15 %
LBO1: organogen, breiig bis weich
LBO2: organogen, steif bis halbfest
LBO3: organogen, fest

<u>Klasse LB: bindige Böden</u>

LBM1: mineralisch, breiig bis weich
LBM2: mineralisch, steif bis halbfest
LBM3: mineralisch, fest

<u>Für bindige Böden Zusatzklassen Plastizität:</u>

P1: leicht bis mittelplastisch
P2: ausgeprägt plastisch

[5] Rechenwerte für erdstatische Berechnungen, s. gesonderte Anlage

INGENIEUR GRUPPE GEOTECHNIK

Projekt: **Erschließung des Gewerbegebietes Wetzelareal Grenzach-Wyhlen**

Auftrag: **21185/R-M**

Maßgebende Angaben zu Bodenkenngrößen für den Kanalbau (charakteristische Werte)

Bodenschicht / Homogenbereich	Schicht-unterkante unter GOK [m]	Feucht-wichte γ_k [kN/m³]	Scherfestigkeit des dränierten Bodens: Reibungswinkel φ'_k [°]	Scherfestigkeit des dränierten Bodens: Kohäsion c'_k [kN/m²]	maßgebender Steifemodul bei Erstbelastung E_s [MN/m²]
Auffüllung (Tragschicht)	s. Anlagen-teil 2	20	33	0	---
Auffüllung (Kiesgrube) feinkörnig:		20	22,5-30	0-5	---
Auffüllung (Kiesgrube) gemischt-/grobkörnig:			30-35	0	
Niederterrassen-schotter (Rheinkiese)		22	37	0	80 bis >100