

GEOTECHNISCHER BERICHT

Projekt: Straßenbaumaßnahme PZ Weichering
in 86706 Weichering



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: DEUTSCHE POST DHL
CORPORATE REAL ESTATE MANAGEMENT GMBH
Fritz-Erler-Straße 5, 53113 Bonn

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 20 12 52 / S

Lippstadt, den 14. März 2023

- INHALTSVERZEICHNIS -

1. <u>VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u>	3
2. <u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	9
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	9
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	21
3. <u>BEURTEILUNG WIEDERVERWENDUNG DER SCHWARZDECKEN</u>	28
4. <u>CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (AUSHUBMATERIAL)</u>	36
4.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN 'MP 1 BIS 16'	43
4.2 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN 'MP A BIS E'	45
4.3 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN 'MP MUTTERBODEN 1 BIS 5'	48
4.4 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN 'MP BANKETTE A - J'	51
4.5 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN 'BANKETTE WEST' UND 'BANKETTE OST'	53
5. <u>INGENIEURGEOLOGISCHE BAUGRUNDBEURTEILUNG</u>	54
5.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE	54
5.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5 UND DPH)	65
5.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	74
5.4 BODENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN	76
5.5 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C	83
6. <u>HINWEISGEBUNG ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	86
6.1 ALLGEMEINE HINWEISGEBUNGEN	87
6.2 UMBAU DER RAMPE SÜDLICH DER B16	90
6.3 ERRICHTUNG EIN-/AUSFÄDELSTREIFEN B16 FAHRTRICHTUNG INGOLSTADT	100
6.4 UMBAU DER RAMPE NÖRDLICH DER B16	108
6.5 ERRICHTUNG EIN-/AUSFÄDELSTREIFEN B16 FR NEUBURG A.D. DONAU	117
6.5.1 ERRICHTUNG WINKELSTÜTZWAND NÖRDLICH DES AUSFÄDELUNGSSTREIFENS	125
6.6 ERRICHTUNG DER SICHT-/BLEND-LÄRMSCHUTZWAND	127
6.7 UMBAUMAßNAHME IM WESTLICHEN BESTAND DER KREISSTRAßE ND18	136
6.8 ERRICHTUNG RADWEG WESTL. PAKETZENTRUM / SÜDL. SCHORNREUTER KANAL	145
6.8.1 ORIENTIERENDE HINWEISE ZUR VERLEGUNG DER MITTELSPANNUNGSLEITUNG	152
6.9 NEUBAU RADWEGBRÜCKE / SPÜHLBOHRUNG	157
6.9.1 SPUNDWANDGRÜNDUNG	159
6.9.2 LEITUNGSVERLEGUNG MITTELS SPÜLBOHRUNG	163
6.10 NEUBAU ND18 INKL. KREISVERKEHR	168
6.11 UMBAUMAßNAHME IM ÖSTLICHEN BESTAND DER KREISSTRAßE ND18	180
7. <u>ANLAGEN</u>	190

1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Vorgang: In 86706 Weichering wird auf einem potentiellen Neubaugrundstück nördlich der Bundesstraße 'B16' und im Bereich der Kreisstraße 'ND18' der Bau eines Postzentrums auf aktuell unbebauten bzw. mit o.g. Kreisstraße bebauten Grundstücken vorgesehen. Im Zuge der Maßnahme wird die Kreisstraße zu verlegen sein. Weiterhin sind im Bereich der Auf- und Abfahrten zu der bzw. von der Bundesstraße B16 und des dortigen Brückenbauwerkes Anpassungen/Ertüchtigungsarbeiten der vorhandenen Verkehrswege erforderlich. Die weiteren Arbeiten umfassen den Neubau eines Kreisverkehrs westlich des geplanten Paketzentrums und – im Zuge der Errichtung von Geh- und Radwegen – den Neubau einer Geh-/Radwegbrücke über den 'Schornreuter Kanal'. Der Geltungsbereich des zugrunde liegenden vorhabenbezogenen Bebauungs- und Grünordnungsplans weist insgesamt eine Fläche von rund 18,5 ha auf. In der Abbildung 1 ist das hier relevante Untersuchungsgebiet grob umrissen.

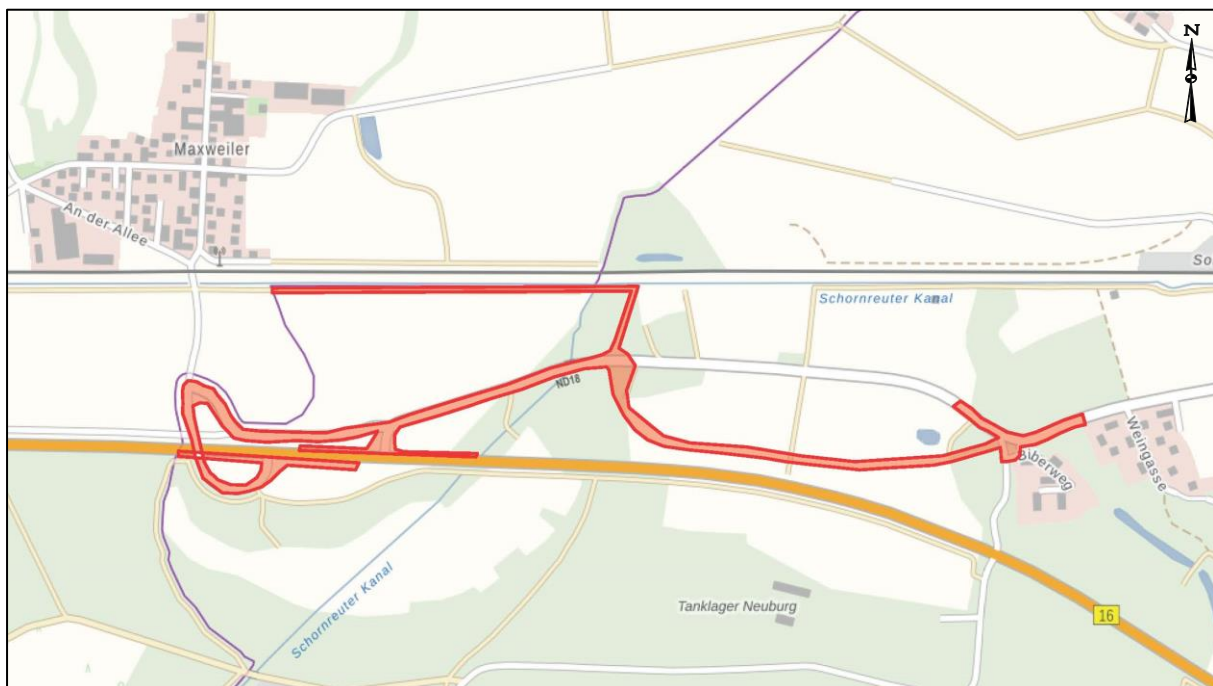


Abb. 1: Untersuchungsgebiet Straßenbau (ohne Maßstab, grober Umgriff rotes Polygon)

Beauftragung: Die DPDHL CREM GMBH (Fritz-Erler-Straße 5, 53113 Bonn) beauftragte für den u.g. Bauherrn auf Grundlage eines Angebotes vom 23.08.2022 das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) mit den Untersuchungen sowie der Erstellung des Gutachtens (‘Geotechnischer Bericht’ - Hauptgutachten).

Der vorliegende Bericht (Az.-Nr. 20 12 52 / S) behandelt ausschließlich Fragestellungen zum Straßen-, Wege- und Brückenbau. Zu Aspekten des Baugrundes am Standort des eigentlichen Paketentrums wird ein separater Bericht erstellt (Az.-Nr. 20 12 52 / B).

Bauherr: DEUTSCHE POST AG
Charles-de-Gaulle-Straße 20, 53250 Bonn

Auftraggeber: DPDHL CREM GMBH
Fritz-Erler-Straße 5, 53113 Bonn

Planer: INGENIEURGESELLSCHAFT GIERSE – KLAUKE GMBH & CO. KG
Emhildisstraße 16, 59782 Meschede

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Plangrundlagen: Die Platzierung der Aufschlusspunkte im Gelände erfolgte zunächst auf Grundlage des planerischerseits am 10.08.2022 zur Verfügung gestellten Lageplans ‘Kreisstraße ND18 westlich des Kreisverkehrs’ ([U1] Maßstab 1:500; Stand 09.08.2022) und des Plans ‘PZ Weichering – Geh- und Radwegführung entlang der ND18 – Nord’ ([U2] Maßstab 1:500; Stand 09.08.2022).

Die weiteren Hinweisgebungen berücksichtigen auch den planerischerseits am 10.11.2021 überstellten aktuellsten Übersichtslageplan Vorhaben- und Erschließungsplan ([U3] Maßstab 1:1.000; Stand 28.10.2022).

Weiterhin werden die folgenden Unterlagen für die Hinweisgebungen für den hier relevanten Straße-/Wegebau herangezogen:

- [U4] Gesamtlageplan Vorhabenplanung Anbindung West
(Maßstab 1:500; Stand 28.10.2022)
- [U5] Gesamtlageplan Vorhabenplanung PZ Bereich
(Maßstab 1:500; Stand 28.10.2022)
- [U6 - U12] Querschnitte Q1 – Q1 bis Querschnitt Q7 – Q7 Umbau ND18 westlich des Kreisverkehrs (Maßstab 1:500; Stand 10.08.2022)
- [U13] Lageplan Kreisstraße ND 18 Bereich der Auf- und Abfahrten
(Maßstab 1:500; Stand 09.08.2022)
- [U14] Bauwerksplan Längs- und Querschnitt Winkelstützmauer 2 an der B16
(Maßstab 1:50; Stand 28.07.2022)

- [U15] Alternative Geh- und Radwegführung entlang der ND18 Schnitt F-F
(Maßstab 1:50; Stand 10.08.2022)
- [U16] Alternative Geh- und Radwegführung entlang der ND18 Schnitt G-G
(Maßstab 1:50; Stand 10.08.2022)
- [U17] Bestandskataster mit Angabe der Eigentümer
(Maßstab 1:2.000; Stand 03.08.2022)

Der aktuellste Planstand, der dem IB KLEEGRÄFE am 10.02.2023 übersandt wurde, umfasst die folgenden relevanten Unterlagen für den Straßen-/Wegebau:

- [U18] Übersichtsplan Fuß- und Radwegbrücke, hier: *Wasseralfingen*
(Maßstab 1:50 / 25 / 20; Stand 18.06.2020)
- [U19] Deckenhöhenplan Radwegbrücke
(Maßstab n.b.; Stand n.b.)
- [U20] tlw. Schnitt A-A bis G-G Neubau des PZ Umlegung der Kreisstraße ND 18
(Maßstab 1:100; Stand 28.10.2022)
- [U21] tlw. Übersichtsplan Vorhaben und Erschließungsplan
(Maßstab 1:1.000; Stand 28.10.2022)

Berücksichtigt werden ebenfalls die Stellungnahmen der Träger öffentlicher Belange mit Stand vom 06.07.2022 (aktuellste, dem IB KLEEGRÄFE vorliegende Fassung) zum 'Vorhabenbezogenen Bebauungs- und Grünordnungsplan „Paketzentrum Weichering“ – 4. Änderung des Flächennutzungsplanes „Sondergebiet Paketzentrum Weichering“.

Die Lage der Baugrunderschließungen geht aus den Anlagen 1.1 – 1.5 (Lagepläne) hervor. Die Bohrungen wurden lage- und höhenmäßig mittels GNSS eingemessen (Bezug UTM32U, DHHN16 = m NHN; HST 170). Der Anlage 9.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

Voruntersuchungen: Mit Datum vom 03.02.2021 wurde vom IB KLEEGRÄFE eine Aktennotiz zur 'historischen Recherche' [V1] vorgelegt. Mit Datum vom 01.03.2022 wurde des Weiteren ein Gutachten zur 'orientierenden Baugrunderkundung bzw. orientierenden Gründungsberatung' [V2] vom IB KLEEGRÄFE vorgelegt.

Auf relevante Inhalte aus [V1] und [V2] wird an geeigneter Stelle kurz eingegangen.

Lage: Die Gemeinde Weichering befindet sich im Nordosten des Landkreises Neuburg-Schrobenhausen im Regierungsbezirk Oberbayern. Des Weiteren befindet sie sich etwa 9 km südwestlich der kreisfreien Großstadt Ingolstadt.

Bedingt durch die verschiedenen geplanten Straßenbaumaßnahmen reicht das Untersuchungsgebiet praktisch vom westlichen Ortsausgang von 'Weichering', etwa ab Höhe 'Biberweg', bis an die in westlicher Richtung gelegene Gemeinde

‘Maxweiler’, bis zur Straße ‘An der Allee’ heran. In nördlicher Richtung bildet der ‘Schornreuter Kanal’ die Begrenzung für die verschiedenen Maßnahmen. Nochmals nördlich davon verläuft die DB-Bahnstrecke 5381 ‘Ingolstadt – Neuoffingen’. In südlicher Richtung stellt die Bundesstraße B16 bzw. deren Beschränkungszone die Erkundungsgrenze dar.

Die nähere Umgebung wird durch Acker-, Wiesen- und Waldflächen geprägt.

Vornutzung: Das untersuchte Areal wurde nach kartographischen Recherchen (BayernAtlas) offenbar ausschließlich forst- oder landwirtschaftlich genutzt. Die das Areal durchquerende Kreisstraße ND18 ist mit einer ähnlichen Lage bis vor 1900 belegbar. Die weiter südlich verlaufende B16 wurde dagegen erst ca. im Jahr 1993 errichtet, südlich des Untersuchungsgebietes als Neubau, weiter westlich als Aus-/ Umbau der ursprünglichen Straßentrasse.

Bekannt ist AG-seits zudem, dass Senken im Boden in der Vergangenheit mit Schutt aufgefüllt worden sein sollen. Im aktuell untersuchten Bereich konnten hierfür keine konkreten Belege erbracht werden.

geplante Nutzung: Die aktuell etwa mittig des geplanten Paketzentrum-Standortes West-Ost orientiert verlaufende Kreisstraße ND18 soll etwa ab dem westlichen Ortsausgang von Weichering in einem Bogen in südlicher Richtung um das Paketzentrum herum geführt werden. Etwa 80 m östlich der bestehenden Straßenbrücke über den Schornreuter Kanal schwenkt die verlegte Trasse der ND18 über einen neu zu errichtenden Kreisverkehr wieder in die Bestandstrasse ein. Weiter in westlicher Richtung erfolgt die Neugestaltung der Auf- und Abfahrten auf die Bundesstraße B16. Ganz im Westen erfolgt dann die Anbindung an die Gemeinde ‘Maxweiler’.

Altlasten: Eine Auskunft aus den Altlastenkataster ergab, dass die östlichen Flächen dort nicht ausgeführt sind. Die Auskunft für den westlichen Teil der Flächen steht aktuell noch aus und wird bei Vorlage umgehend nachgereicht.

Gelände (46. – 48. KW 2022)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 - 40 mm) - Diamantkern-Bohrungen (Ø 80 - 112 mm) - Einmessung in Höhe und Lage - Leichte Rammsondierungen (DPL-5) - Schwere Rammsondierungen (DPH)	84 Stück 16 Stück 84 Stück 51 Stück 33 Stück
Chemisches Labor	- Schwarzdecke: PAK n.EPA - Schwarzdecke: Phenolindex - Parameterumfang BBodSchV (Anh. 2, Tab. 4.1+4.2) - Deklarationsanalyse gem. Eckpunktepapier Bayern - Parameterumfang nach EBV (Boden/Baggergut)	18 Stück 18 Stück 5 Stück 18 Stück 7 Stück
Boden- mechanisches Labor	- Korngrößenanalyse (DIN EN ISO 17892-4) - Wassergehaltsbestimmung (DIN EN ISO 17892-1) - Zustandsgrenzenbestimmung (DIN EN ISO 17892-12) - Glühverlustbestimmung (DIN 18 128)	43 Stück 43 Stück 19 Stück 5 Stück

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Vorfluter/Feuchtgebiet: Der 'Schonreuter Kanal' verläuft z.T. unmittelbar nördlich des Untersuchungsgebietes mit ca. östlicher Entwässerungsrichtung. Ein Abzweig des Schornreuter Kanals verläuft zudem etwa mittig des Untersuchungsgebietes innerhalb einer bewaldeten Fläche. Der Vegetation nach stellt sich das bewaldete Areal als eine Art Feuchtgebiet dar.

Die 'Ach' als größerer Vorfluter verläuft rund 900 m weiter östlich und entwässert ebenfalls in östlicher Richtung. Die Hauptvorflut des Großraumes stellt die ca. 2,5 km nördlich des Areals verlaufende und in Richtung Osten entwässernde 'Donau' dar.

Morphologie: Im Untersuchungsgebiet konnten moderate Höhenunterschiede von ca. 7,9 m zwischen den Bohransatzpunkten festgestellt werden (ca. +374,0/ +381,9 m NHN).

Das Gelände als solches stellt sich dabei vergleichsweise eben dar und weist kein klares Einfallen in eine bestimmte Richtung auf. Die Höhenunterschiede sind vorwiegend auf punktuelle Erscheinungen (z.B. Straßendämme, Brückenrampen, lokale Vertiefungen) zurückzuführen. Das Baufeld ist der Frosteinwirkungszone II zugehörig (gem. RStO 12).

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Nach der Webanwendung des GFZ-Potsdams 'Erdbebenzonenabfrage' (<https://www.gfz-potsdam.de/din4149-erdbebenzonenabfrage>) ist das Arbeitsgebiet in einem Gebiet der Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse S ('Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung') gelegen.

Die Erdbebenzone 0 umfasst Gebiete, denen gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau ein Intensitätsintervall von 6,0 bis < 6,5 zugeordnet ist. Ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g wird in dieser Erdbebenzone nicht angegeben. Die Baugrundklasse kann mit B-C angegeben werden.

Die noch ausstehende, bauaufsichtliche Einführung des neuen Eurocode 8, einschließlich des nationalen Anhangs NA:2021, kann in örtlich stark veränderten Erdbebenlasten resultieren. Maßgeblich bei einer Bemessung ist das jeweils aktuelle Normenwerk.

Das Online-Fachinformationssystem 'UmweltAtlas - Angewandte Geologie' des Bayerischen Landesamtes für Umwelt gibt für das von der Maßnahme betroffene Gebiet keine Gefährdungspotenziale an.

Das Untersuchungsgebiet ist außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Überschwemmungsgebieten, Heilquellen- oder Trinkwasserschutzzonen gelegen.

(Boden-)Denkmäler: Das untersuchte Areal im Bereich der zu verlegenden Kreisstraße ND18 ist vom des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege als Bodendenkmal ausgezeichnet (Aktennummer: D-1-7233-0482, Siedlungen vor- und frühgeschichtlicher Zeitstellung).

Im Bereich der westlichen Anbindung an die B16 tangiert das Untersuchungsgebiet ein weiteres Bodendenkmal (Aktennummer: D-1-7233-0222, Siedlungen und/oder Gräber vor- und frühgeschichtlicher Zeitstellung). Die Befunde sind in der Abbildung 2 dargestellt.



Abb.2: Lage der Bodendenkmäler im/am Untersuchungsgebiet

Aufgrund dessen ist eine Klärung der Bebauung des Gebietes mit dem o.g. Amt notwendig. Sollten im Rahmen der Auskofferungsarbeiten entsprechende Funde gemacht werden, so sollte unverzüglich die zuständige Fachbehörde informiert und hinzugezogen werden. Gegebenenfalls sind hierdurch Stillstandszeiten einzukalkulieren.

Versorgungsleitungen: Im Norden des Geltungsbereiches verläuft eine 20 kV-Freileitung der BAYERNWERK NETZ GMBH entlang der Bahnlinie von Weichering nach Maxweiler. Von dieser zweigt im Bereich des geplanten Paketzentrum-Standortes eine Anschlussleitung zum Tanklager Neuburg der Bundeswehr nach Süden ab.

Die Leitungslage ist im Vorfeld zu überprüfen. Im Zuge der Maßnahme ist eine Umlegung der Freileitung unterhalb der geplanten Radwegtrasse als Erdkabel geplant.

Kampfmittel: Bei dem überplanten Areal handelt es sich nach aktuellen Kenntnissen um eine Kampfmittelverdachtsfläche. Details über das Vorhandensein nicht zur Wirkung gekommener Kampfmittel liegen bisher nicht vor. Hier bedarf es demnach einer gründlichen Klärung in Form einer Luftbildauswertung (Kampfmittelvorerkundung) sowie anschließender Oberflächensondierung und Kampfmittelräumung. Die Bohrarbeiten des IB KLEEGRÄFE wurden diesbezüglich durch ein qualifiziertes Fachunternehmen begleitet.

Die in diesem Gutachten gemachten Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden. Das Gutachten ist geistiges Eigentum der Fa. KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH. Die Weitergabe an Dritte - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der Firma KLEEGRÄFE gestattet.

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundsichtung / Geologie

Die Bodenansprache erfolgte durch einen Dipl.-Geologen nach den entsprechenden DIN-Normen. Die Bohrungen wurden zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (siehe Schnittdarstellungen - Anlagen 2.1 bis 2.10). Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) im Gelände erfolgt gemäß DIN nach der im Bohrgut vorhandenen Korngröße. In den folgenden Tabellen 2a bis 2n sind die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse aufgeführt.

Bei guter Übereinstimmung der Untergrundverhältnisse im Umkreis wurde auf einzelne Bohrungen verzichtet. Entsprechend ergeben sich scheinbare 'Lücken' in der Nummerierung der Aufschlüsse. Zur Wahrung der Übersicht zu vorab

herausgegebenen 'Bohrplänen', wurde auf eine nachträgliche fortlaufende Nummerierung der Aufschlüsse verzichtet.

Die Sondierungen stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen.

Obwohl aufgrund des verwendeten Sondendurchmessers nicht erbohrt, muss aufgrund der Ablagerungsgeschichte des Areals sowohl innerhalb der Auffüllungen als auch innerhalb der Geogenböden mit Material in Stein- und Block Korngröße gerechnet werden (z.B. als grobstückiger Bauschutt oder grober Flussschotter).

BS	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ansatz	+375,92	+381,93	+381,63	+375,62	+375,44	+375,51
Asphaltdeckschicht	-	-0,05	-0,03	-	-	-
Asphalttragschicht	-	0,05-0,13	0,03-0,11	-	-	-
(Füll)-MuBo	-0,35	-	-	-	-	-
Fülllehm	0,35-1,15	-	-	-	0,75-1,00	-
Füllsand	-	1,20-7,10	0,30-4,50	0,50-0,70	0,50-0,75	0,50-0,65
Füllkies	-	0,13-1,20 7,10-7,50	0,11-0,30 4,50-6,00	-0,50	-0,50	-0,50 0,65-1,10
Fluviatiltön	-	-	-	1,40-1,95	-	1,40-1,70
Fluviatillehm	ab 1,15	ab 7,50	ab 6,00	0,70-1,40 1,95-4,20	1,00-1,50 1,50-2,30 2,30-3,40	1,10-1,40
Fluviatilsand	-	-	-	4,20-4,50	ab 7,70	-
Fluviatilkies	-	-	-	ab 4,50	3,40-7,70	ab 1,70
Grundwasser	-	BLZ 7,30 = +374,63	BLZ 2,50 = +379,13	2,10 = +373,52	-	1,80 = +373,71
DPL-5/DPH	X/-	-/X	-/X	-/X	-/X	-/X
Endteufe	3,00	10,00	8,00	5,00	8,00	5,00

Tabelle 2a: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

rot = Schwarzdecke, Schlacke und organische Anteile

BS	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Ansatz	+375,67	+375,60	+376,57	+375,67	+376,61	+375,66
(Füll)-MuBo	-0,20	-0,35	-0,35	-0,30	-0,30	-0,45
Fülllehm	-	-	0,35-1,55	0,30-1,20	0,30-1,30 1,30-1,65	-
Füllkies	0,20-1,25	0,35-1,05	-	-	-	-
Fluviatilehm	1,25-1,85 ab 7,70	1,05-1,70 ab 7,40	1,55-4,90	1,20-2,10 2,10-3,80	1,65-3,45 3,45-4,00	0,45-2,15
Fluviatilsand	-	-	-	-	4,00-4,60	-
Fluviatilkies	1,85-7,70	1,70-7,40	ab 4,90	ab 3,80	ab 4,60	ab 2,15
Grundwasser	1,92 = +373,75	1,92 = +373,68	2,65 = +373,92	2,10 = +373,57	2,70 = +373,91	1,90 = +373,76
DPL-5/DPH	-/X	-/X	-/X	-/X	-/X	-/X
Endteufe	8,00	8,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Tabelle 2b: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

rot = Schwarzdecke, Schlacke

BS	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Ansatz	+376,60	+376,32	+376,11	+375,98	+375,92	+375,60
(Füll)-MuBo	-0,35	-0,45	-0,30	-0,40	-0,15	-0,35
Fülllehm	0,35-0,90	-	-	-	-	-
Fluviatiltön	-	-	ab 1,40	-	-	-
Fluviatilehm	0,90-1,30 1,30-3,25	0,45-1,05 1,05-1,90	0,30-1,40	0,40-1,20 1,20-1,45	0,15-1,80	0,35-2,10
Fluviatilsand	-	1,90-2,80	-	1,45-2,05	-	-
Fluviatilkies	ab 3,25	ab 2,80	-	ab 2,05	ab 1,80	ab 2,10
Grundwasser	BLZ 2,90 = +373,70	2,80 = +373,52	-	1,65 = +374,33	2,20 = +374,72	2,15 = +373,45
DPL-5/DPH	-/X	-/X	X/-	-	X/-	X/-
Endteufe	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2c: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Ansatz	+375,48	+375,40	+375,46	+375,33	+375,36	375,34
(Füll)-MuBo	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	-0,30	-0,35
Fluviatillehm	0,40-2,25	0,40-1,85	0,40-1,80	0,40-2,10	0,30-1,80	0,35-1,00 1,00-1,60
Fluviatilsand	2,25-2,50	-	-	-	-	-
Fluviatilkies	ab 2,50	ab 1,85	ab 1,80	ab 2,10	ab 1,80	ab 1,60
Grundwasser	1,94 = +373,54	BLZ 1,72 = +373,68	BLZ 1,76 = +373,70	1,84 = +373,49	1,85 = +373,51	1,88 = +373,46
DPL-5	X	X	X	X	X	X
Endteufe	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2d: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	S25	S26	S27	S28	S29 HB	S30 HB
Ansatz	+376,04	+376,15	+375,69	+375,74	+375,13	+375,33
(Füll)-MuBo	-0,10	-0,20	-	-	-0,30	-0,30
Füllsand	-	-	0,20-0,50	0,20-0,50	-	-
Füllkies	0,10-0,90 0,90-1,30	0,20-1,65	-0,20 0,50-1,50	-0,20 0,50-2,00	0,30-0,50	0,30-1,30
Fluviatillehm	1,30-1,90	1,65-2,15	1,50-2,30	2,00-2,70	0,50-1,90	1,30-1,70 1,70-2,10
Fluviatilsand	-	-	-	ab 2,70	-	-
Fluviatilkies	ab 1,90	ab 2,15	ab 2,30	-	ab 1,90	ab 2,10
Grundwasser	2,25 = +373,79	BLZ 2,45 = +373,70	BLZ 2,00 = +373,69	BLZ 1,15 = +374,59	1,75 = +373,38	1,70 = +373,63
DPL-5	X	X	2 X 1,3*/1,2*	X 1,2*	X	X
Endteufe	3,00	3,0	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2e: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

rot = Schwarzdecke, Schlacke; * = kein weiterer Rammfortschritt

HB = Handbohrung

BS	S31	S32	S33	S34	S35	S36
Ansatz	+375,88	+381,59	+376,00	+380,19	+376,02	+376,13
Asphaltdeckschicht	-	-0,03 0,06-0,12	-	-0,05	-	-
Asphalttragschicht	-	0,03-0,06 0,12-0,20	-	0,05-0,13	-	-
Schwarzdecke	-0,06	-	-	-	-	-
(Füll)-MuBo	-	-	-0,25	-	-0,40 0,90-1,30	-0,50
Füllehm	-	ab 6,80	0,25-1,20	-	0,40-0,90	0,50-1,30
Füllsand	-	0,50-6,80	-	0,30-0,80	-	-
Füllkies	0,06-0,85	0,20-0,50	-	0,13-0,30 0,80-4,40	-	-
Torf	3,85-4,40 5,00-5,50	-	-	-	-	-
Fluviatilehm	1,00-1,30 1,30-1,60 1,60-2,50 2,50-3,85 4,40-5,00 5,50-7,40 8,50-9,55	-	1,20-2,50	4,40-7,60	1,30-2,40	1,30-2,00 2,00-2,60
Fluviatilsand	ab 9,55	-	-	-	-	-
Fluviatilkies	0,85-1,00 7,40-8,50	-	ab 2,50	ab 7,60	ab 2,40	ab 2,60
Grundwasser	2,58 = +373,30	BLZ 7,50 = +374,09	1,10 = +374,90	6,25 = +373,94	2,40 = +373,62	2,50 =+373,63
DPL-5/DPH	-/X	-/X	X/-	-/X	X/-	-/X
Endteufe	10,00	8,00	3,00	8,00	3,00	8,00

Tabelle 2f: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

braun = Torf/torfige Anteile; lila: organoleptisch auffällig (KW-Geruch)

BS	S37 HB	S38 HB	S39	S40	S41	S42
Ansatz	+376,08	+375,97	+374,77	+375,38	+375,27	+375,81
(Füll)-MuBo	-0,20	-0,25	-0,95	-0,30	-0,25 0,85-1,60	-0,05
Füllehm	-	-	-	-	0,25-0,85	-
Füllkies	-	-	-	-	-	0,05-0,75
Fluviatiltan	-	-	-	-	1,60-1,80	-
Fluviatillehm	0,20-0,45 0,45-0,75	0,25-0,75 1,00-2,70	1,30-1,60	0,30-1,45 ab 7,40	-	1,15-1,85
Fluviatilsand	0,75-2,10	0,75-1,00	-	1,45-1,95	-	-
Fluviatilkies	ab 2,10	ab 2,70	0,95-1,30 ab 1,60	1,95-7,40	ab 1,80	0,75-1,15 ab 1,85
Grundwasser	2,45 = +373,63	2,30 = +373,47	BLZ 1,15 = +373,62	1,80 = +373,58	1,74 = +373,53	2,15 = +373,66
DPL-5/DPH	X/-	X/-	X/-	-/X	X/-	X/-
Endteufe	3,00	3,00	3,00	9,20*	3,00	3,00

Tabelle 2g: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

rot = Schlacke und organische Anteile; HB = Handbohrung

BS	S43	S44	S45	S46	S47	S48
Ansatz	+376,06	+376,49	+376,72	+375,54	+376,58	+376,05
Asphaltdeckschicht	-	-	-	-	-0,03	-0,07
Asphalttragschicht	-	-	-	-	0,03-0,11	0,07-0,17
(Füll)-MuBo	-0,30	-0,30	-	-0,30	-	-
Füllsand	0,40-0,55	-	-	-	0,30-0,60	0,30-0,60
Füllkies	0,30-0,40 0,55-0,75	0,30-1,20	-1,05	-	0,11-0,30 0,60-0,80 0,80-1,00	0,17-0,30 0,60-1,10
Fluviatilehm	0,75-1,20 1,20-2,20 ab 9,45	1,20-2,35	1,05-2,70	0,30-1,80 ab 9,30	1,00-1,20 1,20-2,70	1,10-1,80
Fluviatilsand	-	-	ab 2,70	-	ab 2,70	1,80-2,80
Fluviatilkies	2,20-9,45	ab 2,35	-	1,80-9,30	-	ab 2,80
Grundwasser	2,45 = +373,61	BLZ 2,45 = +374,04	BLZ 2,30 = +374,42	1,90 = +373,64	1,80 = +374,78	BLZ 1,50 = +374,55
DPL-5/DPH	-/X	X/-	X/-	-/X	X/-	X/-
Endteufe	10,00	3,00	3,00	10,00	3,00	3,00

Tabelle 2h: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

rot = Schwarzdeckenbruch

BS	S49	S50	S51	S52	S53	S54
Ansatz	+376,20	+376,11	+375,80	+376,06	+375,92	+375,75
Asphaltdeckschicht	-0,10	-0,05	-	-0,06	-	-
Asphalttragschicht	0,10-0,39	0,05-0,15	-	0,06-0,14	-	-
Schwarzdecke	-	-	-	0,14-0,50	-	-
Füllehm	-	-	-0,10 0,30-1,10	-	-0,10	-0,10
Füllsand	-	-	-	-	-	-
Füllkies	0,39-1,00	0,15-0,40 0,40-1,20	0,10-0,30	0,50-0,90	0,10-1,10	0,10-1,00
Fluviatillehm	1,00-2,60	1,20-2,10	1,10-2,50	0,90-2,50	1,10-2,70	1,00-2,50
Fluviatilsand	ab 2,60	ab 2,10	-	-	ab 2,70	ab 2,50
Fluviatilkies	-	-	ab 2,50	ab 2,50	-	-
Grundwasser	BLZ 2,20 = +374,00	BLZ 1,70 = +374,41	2,00 = +373,80	BLZ 2,05 = +374,01	2,10 = +373,82	BLZ 2,00 = +373,75
DPL-5/DPH	X/-	X/-	X/-	X/-	X/-	2 X/-
Endteufe	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2i: Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

rot = Schwarzdeckenbruch; lila: organoleptisch auffällig (Teer-Geruch)

BS	S55 HB	S56	S58	S60	S61	S62
Ansatz	+374,05	+375,73	+375,63	+374,70	+374,29	+375,32
(Füll)-MuBo	-	-0,40	-	-0,30	-0,45	-0,40
Fülllehm	-0,30	1,00-1,30	-0,20	-	-	-
Füllkies	-	0,40-1,00	0,20-1,40	-	-	-
Fluviatilehm	0,30-2,00	1,30-4,30 ab 8,00	1,40-4,40 ab 7,80	0,30-0,75 0,75-1,60 ab 8,10	0,45-1,35 1,35-1,95 ab 7,10	0,40-1,25 1,25-3,00 3,00-5,60 ab 8,80
Fluviatilsand	-	-	-	1,60-3,60	1,95-3,10	-
Fluviatilkies	ab 2,00	4,30-8,00	4,40-7,80	3,60-8,10	3,10-7,10	5,50-8,80
Grundwasser	0,60 = +373,45	2,30 = +373,43	2,25 = +373,38	1,57 = +373,13	1,20 = +373,09	-
DPL-5/DPH	X/-	-	X/-	-/X	-/X	-/X
Endteufe	3,00	10,00	8,30*	9,10*	10,00	10,00

Tabelle 2j: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

HB = Handbohrung

BS	S63	S64	S65	S67	S69	S70
Ansatz	+375,43	+375,57	+375,15	+375,99	+375,50	+375,46
(Füll)-MuBo	-0,45	-0,45	-0,45	-	-0,30	-0,55
Fülllehm	-	-	-	-0,30 0,60-1,50	-	-
Füllkies	-	-	-	0,30-0,60	-	-
Fluviatilehm	0,45-1,55 1,55-3,00 3,00-5,70 8,40-9,45	0,45-1,80	0,45-2,05	1,50-2,40 ab 2,40	0,30-0,50	0,55-1,25
Fluviatilsand	ab 9,45	1,80-2,15	-	-	-	-
Fluviatilkies	5,70-8,40	ab 2,15	ab 2,05	-	ab 0,50	ab 1,25
Grundwasser	1,71 = +373,72	1,90 = +373,67	1,15 = +374,00	BLZ 2,60 = +373,39	2,20 = +373,30	2,40 = +373,06
DPL-5/DPH	-/X	X/-	X/-	X/-	-/X	-/X
Endteufe	10,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2k: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	S72	S74	S76	S78	S79	S80
Ansatz	+375,05	+375,55	+375,16	+375,26	+374,95	+374,77
(Füll)-MuBo	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,25
Fluviatillehm	-	-	0,30-0,70	0,30-0,65	-	-
Fluviatilsand	-	0,30-0,40	-	-	-	-
Fluviatilkies	ab 0,30	ab 0,40	ab 0,70	ab 0,65	ab 0,30	ab 0,25
Grundwasser	BLZ 1,70 = +373,35	BLZ 1,92 = +373,63	2,05 = +373,09	2,10 = +373,16	1,90 = +373,05	1,55 = +373,22
DPL-5/DPH	-/X	-/X	-/X	-/X	-/X	-/X
Endteufe	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2l: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	S81	S82	S83	S84	S85	S86
Ansatz	+374,72	+374,45	+375,23	+375,17	+375,46	+374,98
Asphaltdeckschicht	-	-	-0,03	-0,05	-0,05 0,16-0,20	-0,08 0,16-0,19
Asphaltbinderschicht	-	-	-	0,05-0,08	0,05-0,07	-
Asphalttragschicht	-	-	0,03-0,14	0,08-0,20	0,07-0,16 0,20-0,32	0,08-0,16 0,19-0,30
MuBo / Fülllehm	-0,30	-0,40	-	-	-	-
Füllkies	-	-	0,14-1,50	0,20-0,90	0,32-1,00	0,30-0,90
Fluviatillehm	0,30-0,70	0,40-1,20 1,20-2,50	ab 1,50	0,90-1,40 ab 1,40	ab 1,00	0,90-2,40 ab 2,40
Fluviatilkies	ab 0,70	ab 2,50	-	-	-	-
Grundwasser	BLZ 1,75 = +372,97	1,30 = +373,15	BLZ 1,10 = +374,13	2,00 = +373,17	BLZ 1,10 = +374,36	BLZ 1,40 = +373,58
DPL-5/DPH	X/-	X/-	X/-	X/-	X/-	X/-
Endteufe	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2m: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

braun = Torf/torfige Anteile

BS	S87	S88	S89	S90	S91	S92
Ansatz	+375,12	+375,14	+374,94	+375,36	+375,82	+376,02
Asphaltdeckschicht	-	-	-	-0,08 0,16-0,25	-0,05	-0,04
Asphaltbinderschicht	-	-	-	0,08-0,11	-	-
Asphalttragschicht	-	-	-	0,11-0,16	0,05-0,12	0,04-0,12
Schwarzdecke	-	-	-	-	0,30-0,50	-
Fülllehm	-0,25	-1,20	-1,00	0,40-0,70	-	-
Füllkies	-	-	-	0,25-0,40 0,70-1,00	0,12-0,30 0,50-1,50	0,12-1,30
Fluviatilehm	0,25-1,20 ab 1,20	ab 1,20	ab 1,00	1,00-2,50	ab 1,50	1,30-1,50
Fluviatilsand	-	-	-	-	-	1,50-2,00
Fluviatilkies	-	-	-	ab 2,50	-	ab 2,00
Grundwasser	BLZ 1,95 = +373,17	BLZ 1,90 = +373,24	BLZ 1,85 = +373,09	2,30 = +372,86	BLZ 2,20 = +373,62	BLZ 2,25 = +373,77
DPL-5/DPH	X/-	X/-	X/-	X/-	X/-	X/-
Endteufe	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabelle 2n: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

lila: organoleptisch auffällig (Teer-Glanz/Teer-Geruch)

Geologie: Die Kartengrundlage 'Bodenschätzung' der Web-GIS-Anwendung *UmweltAtlas* gibt für das untersuchte Areal 'mitteldicht bis dicht gelagerte nichtbindige Lockergesteine' sowie für die östliche Hälfte des Untersuchungsgebietes 'fast ausschließlich Braunerde und Parabraunerde aus kiesführendem Lehm (Deckschicht oder Verwitterungslehm) über Carbonatsandkies bis -schluffkies (Schotter)' als Hauptbodentyp an. In der Westhälfte gibt o.g. Portal hingegen 'fast ausschließlich Pararendzina aus kiesführendem Carbonatlehm (Flussmergel oder Schwemmsediment) über Carbonatsandkies bis -schluffkies (Schotter)' an.

Im Zuge der Geländearbeiten konnte das Grundgebirge nicht erbohrt werden. Die tertiären Sedimente der *Oberen Süßwassermolasse* wurden bis zu den jeweiligen Endteufen ebenfalls nicht angetroffen.

Als jüngste Ablagerungen wurden zuoberst Versiegelungen (Schwarzdecken) und anthropogene Auffüllungen in örtlich erheblicher Mächtigkeit angetroffen.

Flächenhaft steht zumeist ein durch menschliche Einflüsse umgelagerter Mutterboden/Oberboden ('Ackerkrume' oder 'Waldboden') an, der ins jüngere holozäne

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Nässeverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen nicht vor. Die Bohrarbeiten wurden in einer niederschlagsmäßig 'normalen' Herbstperiode 2022 durchgeführt. Die angetroffenen Feuchtezustände stellen daher keinesfalls Hoch- oder Maximalstände dar. In niederschlagsintensiveren Perioden ist mit höheren Bodenfeuchten bzw. höheren Grundwasserständen zu rechnen.

Geländebefunde (Bohrungen): In einem Großteil der Bohrungen konnte Grundwasser bzw. 'zusammenhängende Untergrundfeuchte' direkt angetroffen werden.

In einem anderen Teil der Bohrungen erfolgte nach Sondenziehung ein Bohrlochzusammenfall. Bei den angesprochenen Bodenarten und den Bodenfeuchten ist erfahrungsgemäß nur teilweise davon auszugehen, dass die Höhe des Zusammenfalls in etwa mit dem Grundwasserspiegel korrespondiert.

So ist davon auszugehen, dass ein oberflächennaher Zusammenfall bei allgemein geringer Bodenfeuchte auf Materialnachfall und nicht auf Grundwassereinfluss zurückzuführen ist. Erfolgt demgegenüber ein Zusammenfall in etwa der Höhe des Grundwasserstandes und weist der Boden eine starke Durchfeuchtung auf, kann dies als guter Hinweis auf eine Grundwasserbeeinflussung gewertet werden.

In den entsprechenden Bohrungen in den Tabellen 2a bis 2n wurden die 'passenden' NHN-Höhen für die Zusammenfälle ergänzt.

Es ergibt sich für den Untersuchungszeitraum in der 46. bis 48 KW 2022 eine mittlere Höhenkote von etwa +373,60 m NHN. Ohne die Rampenbereiche der Brücke über die B16 wurden Grundwasser-Flurabstände von 0,6 m u.GOK bis 2,9 m u.GOK festgestellt. Ohne Betrachtung der Rampenbereiche ergibt sich somit ein mittlerer Grundwasser-Flurabstand von 1,97 m u.GOK.

Eine klar bestimmbare Grundwasserfließrichtung lässt sich aus den ermittelten Grundwasserständen in diesem Teil des Untersuchungsgebietes nicht ableiten.

Stauäsepotenzial: Auf den schluffigen (Füll-)Oberböden, Füllschluffen und den erbohrten Fluviatilschluffen und -tonen muss mit einem deutlichen Stauäsepotenzial gerechnet werden. Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser sowie einer Konsistenzverringerng dieser bindigen Böden zu rechnen ('Stauer'/'Grundwasser-Nichtleiter').

Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässesensibilität und -anfälligkeit der Lehme/Tone hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen.

In Abhängigkeit vom Grad der Verlehmung kann auf den Fluviatilkiesen (Schmelzwasserschotter, Terrassenschotter) ggf. ein moderates Staunässepotenzial vorliegen. Hier sei angemerkt, dass diese Schichten überwiegend grundwassergesättigt (‘nass’) angetroffen wurden und erfahrungsgemäß bei entsprechend geringen bindigen Anteilen sehr hohe Durchlässigkeiten aufweisen können.

Es wird davon ausgegangen, dass verbreitet ‘gespannte Grundwasserverhältnisse’ vorliegen. Hierbei ‘drückt’ das innerhalb der Fluviatilkiese frei bewegliche Grundwasser lokal gegen die überlagernden, gering durchlässigen Lehme. Der ‘freie’ Grundwasserspiegel liegt somit innerhalb der Fluviatilschluffe (siehe z.B. Bohrungen BS S4, BS S9 oder BS S61).

Behördliche Angaben (Hochwasser): Laut der Onlineanwendung ‘Umweltatlas Bayern’ des Bayerischen Landesamt für Umwelt (www.umweltatlas.bayern.de) handelt es sich bei dem Arbeitsgebiet nicht um eine Hochwassergefahrenfläche / nicht um ein Überschwemmungsgebiet der Donau.

Die Hochwassergefahrenkarte des Bayerischen Landesamt für Umwelt (‘Hochwassergefahrenkarte HQ_{extrem} 1:10.000, Stand: 22.12.2019) zeigt auf, dass das Arbeitsgebiet nicht vom HQ_{extrem}-Hochwasser der Donau tangiert wird.

Der Bereich der geplanten Geh-/Radwegbrücke ist dagegen als ‘vorläufig gesichertes Überschwemmungsgebiet’ ausgewiesen. „Vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete werden auf Grundlage der Hochwassergefahrenflächen für ein 100-jährliches Hochwasser ermittelt und von der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde bekannt gemacht. Ab dem Zeitpunkt der offiziellen Bekanntmachung gelten die im Gesetz enthaltenen Einschränkungen zunächst vorläufig - solange bis dieses Gebiet amtlich festgesetzt wurde“ (Quelle: Umweltatlas Bayern).

Vorfluter: Der ‘Schornreuter Kanal’ durchschneidet das Areal südsüdwest-nordnordost orientiert etwa mittig des Untersuchungsgebietes. Am nördlichen Rand des zu untersuchenden Gebietes bzw. nördlich der geplanten Geh-/Radwegbrücke verschwenkt der ‘Schornreuter Kanal’ dann in östlicher Richtung, wohin er auch nachfolgend entwässert.

Die ‘Ach’ als größerer Vorfluter verläuft rund 1 km östlich des Untersuchungsgebietes mit zunächst nördlicher und ab dem Zusammenfluss mit dem ‘Schornreuter Kanal’ ebenfalls östlicher Entwässerungsrichtung.

Die ‘Donau’ als Hauptvorflut des Großraumes verläuft rund 2,4 – 2,7 km nördlich des Untersuchungsgebietes mit örtlich etwa östlicher Entwässerungsrichtung.

Bestandspegel: Laut den Pegeldata des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (www.hnd.bayern.de/pegel/donau/weichering) wies der Pegel 'Weichering / Donaumoos / Ach' im Untersuchungszeitraum im November 2022 durchweg Wasserstände von +373,15 mNN bis + 373,26 mNN auf (Entfernung ca. 1,1 km von Höhe 'Biberweg' in südöstlicher Richtung).

Als absoluter Hochstand wird ein Wasserstand vom 10.03.2006 aufgeführt (+374,51 mNN). Hinweis: Aktuelle gemittelte GOK im Arbeitsgebiet (ohne Aufhöhungen Straßendämme/Rampen): ca. +375,61 m NHN.

Auch wenn aufgrund der deutlichen Durchlässigkeit der untergrundprägenden Terrassenkiese eine enge hydraulische Abhängigkeit zwischen dem Wasserstand der 'Ach' und dem Grundwasser innerhalb des Arbeitsgebietes existiert, kann g.g. Höchststand nicht ohne weiteres auf das Untersuchungsgebiet übertragen werden.

In einer Entfernung von mindestens 800 m südlich der aktuell untersuchten Flächen besteht eine Grundwassermessstelle des Wasserwirtschaftsamtes Ingolstadt (Bezeichnung: '**Weichering 41.02**'; Messstellen-Nr. 11671).

Die Messstelle wird seit 1979 beobachtet. Ausgewertet werden die aktuelleren Daten der täglichen Messungen der letzten 20 Jahre (2002 – 2022). Der Datensatz umfasst damit über 7.600 Lotungen / Einzelmessungen und kann zum einen aufgrund des 20-jährigen Betrachtungszeitraumes, als auch aufgrund der hohen Messdichte als ausreichend belastbar eingestuft werden. Auf dieser Grundlage wird der für eine Versickerung relevante 'mittlere höchste Grundwasserstand' (MHGW) abgeleitet.

Die örtliche GOK liegt im Bereich der Messstelle 'Weichering 41.02' bei +376,27 m ü.NN und damit geringfügig oberhalb der mittleren GOK im Untersuchungsgebiet.

GWM Weichering 41.02

- Minimalwert:	+372,82 mNN	= 3,45 m u.GOK	(06./08.08.2022)
- Maximalwert:	+375,09 mNN	= 1,18 m u.GOK	(14.01.2011)
- MHGW:	+374,60 mNN	= 1,67 m u.GOK	(2002 - 2022)
- mittleres GW:	+373,98 mNN	= 2,29 m u.GOK	(46. – 48. KW 2022)

Es wird darauf hingewiesen, dass die GW-Stände sich wegen des Abstandes der Messstelle zum Arbeitsgebiet sowie aufgrund der abweichenden Geländehöhe in Verbindung mit dem Gefälle des Grundwasserspiegels nicht 1:1 auf das aktuelle Areal übertragen lassen bzw. nicht 1:1 übertragen werden sollten.

Grundwassermessstellen / Pegel: Im Rahmen der aktuellen Untersuchungskampagne wurden im Bereich des geplanten Paketzentrums drei dauerhafte Überflur-**Grundwassermessstellen** (GWM, Nenndurchmesser DN 50 = 2 Zoll) errichtet. Details zur Herstellung und zum Ausbau gehen aus dem entsprechenden Bericht 201252-B hervor.

Nach Klarpumpen und entsprechender 'Beruhigung' der Pegelstände wurden am 08.11.2022 (GWM B12) bzw. 10.11.2022 (GWM B21 und GWM B119) Abstichsmessungen vorgenommen. Eine weitere Abstichsmessung erfolgte am 16.02.2023 innerhalb einer niederschlagsmäßig ergiebigen Spätwinterperiode.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der GWM-Abstichsmessungen dokumentiert (siehe Tabellen 3a und 3b).

GWM	Datum Abstich	GWM-Ausbau	GOK [m NHN]	POK [m NHN]	GW-Stand [m u.POK]	GW-Stand [m u.GOK]	GW-Höhe [m NHN]
GWM B12	08.11.2022	DN 50	375,10	375,77	2,40	1,73	373,37
GWM B21	10.11.2022		374,61	375,15	2,25	1,71	372,90
GWM B119			375,29	375,86	2,63	2,06	373,23

Tabelle 3a: GW-Stände - Abstichsmessungen: 08.11.2022 bzw. 10.11.2022

Die in der Nähe zum Schornreuter Kanal gelegenen Messstellen GWM B12 und GWM B21 weisen recht einheitliche Grundwasser-Flurabstände von im Mittel ca. 1,72 m u.GOK auf. Ausgehend von den Ergebnissen der Abstichsmessungen im November 2022 herrscht damit in Bezug auf die drei oben aufgeführten Grundwassermessstellen eine grob östlich gerichtete Grundwasserfließrichtung vor.

GWM	Datum Abstich	GWM-Ausbau	GOK [m NHN]	POK [m NHN]	GW-Stand [m u.POK]	GW-Stand [m u.GOK]	GW-Höhe [m NHN]
GWM B12	16.02.2023	DN 50	375,10	375,77	2,50	1,83	373,27
GWM B21			374,61	375,15	2,14	1,91	372,70
GWM B119			375,29	375,86	2,45	1,57	373,72

Tabelle 3b: GW-Stände - Abstichsmessungen: 16.02.2023

Während die in relativer Nähe zum Schornreuter Kanal gelegenen Messstellen nur geringfügig höhere Grundwasserstände anzeigen, konnte in der südlichsten Messstelle GWM B119 ein Anstieg um rund 0,5 m verzeichnet werden, sodass örtlich ein (geringster) Grundwasserflurabstand von rund 1,6 m ermittelt werden konnte.

Ausgehend von den Ergebnissen der Abstichsmessungen im Februar 2023 herrscht damit in Bezug auf die drei oben aufgeführten Grundwassermessstellen eine nördlich und östlich gerichtete Grundwasserfließrichtung vor.

Über weitere regelmäßige Abstichsmessungen sollte das Grundwasserschwankungspotenzial über einen längeren Zeitraum, zumindest aber über eine hydrologische Jahresperiode ermittelt und damit eine belastbare Datengrundlage geschaffen werden.

Bemessungswasserstände: Für das vorliegende (Teil-)Projekt ist die Angabe eines einzelnen Bemessungswasserstandes nicht ausreichend. Es sind mindestens Bemessungsstände für die geplanten Bauteile des Straßenbaus i.e.S und die übrigen Gewerke (Brückenbau, Leitungsverlegung, etc.) erforderlich. Da in der Teilmaßnahme keine Versickerungsanlagen realisiert werden sollen, wird für den versickerungsrelevanten ´mittleren höchsten Grundwasserstand´ keine Angabe erforderlich.

Bemessungswasserstand in Bezug auf ´echtes´ Grundwasser: Es ist erforderlich den für bautechnische und erdstatische Berechnungen bedeutsamen ´höchsten zu erwartenden Grundwasserstand´ abzuleiten (Bemessungswasserstand_{Grundwasser}).

Dieser beschreibt die Verhältnisse in Bezug auf das ´Grundwasser´ im engeren Sinne. Grundwasser wird nach DIN 4049 definiert als unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird.

Hinsichtlich der Festlegung des für die Faktoren ´Auftrieb´ und ´drückende Wasserverhältnisse´ ausschlaggebenden ´Bemessungswasserstandes´ sei explizit darauf hingewiesen, dass die dafür gemäß DIN 4022, Anhang C 2.2 notwendigen Daten, insbesondere was den Punkt ´langjährige Beobachtungsergebnisse aus der näheren Umgebung´ anbelangt, bislang keine ausreichende Datengrundlage besteht. Hier ist dann ein sog. ´additiver Zuschlag´ (lt. Anhang C) über den höchsten erkundeten Wasserstand zu wählen.

Eine ähnliche Vorgehensweise beschreibt das Merkblatt BWK-M8 zur ´Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen´ und die relevanten DIN 18533-1:2017-07.

In Bezug auf die als 'Stichtagsmessung' im Zeitraum vom 16.-29.11.2022 ermittelten Grundwasser-Flurabstände kann auf Grundlage der Werte für den hinsichtlich der Themen 'Auftrieb' und Abdichtung relevanten höchsten Grundwasserstand ein Aufschlag von rund 0,8 – 1,0 m angenommen werden.

Für das aktuelle (Teil-)Projekt wird auf der sicheren Seite liegend daher ein additiver Zuschlag von rund 1,0 m (für Auftrieb und Abdichtung) auf die geringsten ermittelten GW-Flurabstände (siehe GWM B119) angenommen. Hieraus resultiert ein Bemessungswasserstand_{Grundwasser} von 0,6 m unter aktueller GOK.

Bemessungswasserstand in Bezug auf Stau-/Schichtwasser: Da lokal bindige Böden bis zur aktuellen Geländeoberkante vorliegen können (z.B. Umfeld BS S9, BS S13 ,BS S55) sollte für den Faktor 'Stauwasser' die örtliche GOK in Ansatz genommen werden. Hierbei handelt es sich definitionsgemäß nicht um Grundwasser im Sinne der DIN 4049, da es sich nicht ausschließlich oder nahezu ausschließlich durch Einfluss der Schwerkraft bewegt.

Da die DIN 18533-1 jedoch auch Bezug auf den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert anstehender Böden nimmt, muss hier in letzter Konsequenz auch der Ansatz von potenziellem Stauwasser berücksichtigt werden.

Für das aktuelle Projekt wird daher von einem lokalen Aufstau von Wässern bis in Höhe der aktuellen GOK ausgegangen (Bemessungswasserstand_{Stauwasser} = aktuelle örtliche GOK).

Hydrogeologisches Fazit: Damit ergibt sich für die unterschiedlichen geotechnischen Fragestellungen eine Zweiteilung der Bemessungswasserstände:

Bemessungswasserstand _{Grundwasser}	0,6 m u.GOK
Bemessungswasserstand _{Stauwasser}	aktuelle GOK

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die erfassten und prägenden Bodenschichten wie folgt angegeben werden.

Bodenart **k_f -Wert in m/s**

- (aufgefüllter) Mutterboden:

Schluff, z.T. kiesig, schwach sandig-tonig, schwach organisch-humos 10^{-7} - 10^{-9}

- Schotterung / Füllkies:

Kies, (schwach) sandig, (schwach) schluffig, u.U. steinig 10^{-2} - 10^{-5}

- Füllsand / Fluviatilsand:

Fein-/Mittelsand, (schwach) kiesig, (schwach) schluffig 10^{-4} - 10^{-7}

- Füllschluff / Fluviatilschluff:

Schluff, (schwach bis stark) tonig, (schwach) sandig, z.T. organ. Anteile 10^{-7} - 10^{-9}

- Torf:

organische Substanz, unzersetzt bis zersetzt 10^{-7} - 10^{-8}

- Terrassenkies / Schmelzwasserschotter (untergrundprägend):

Kies, (schwach) sandig, (schwach) schluffig, u.U. steinig 10^{-1} - 10^{-6}

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18 130)			
• stark durchlässig	:	$> 10^{-4}$	m/s
• durchlässig	:	$10^{-4} - 10^{-6}$	m/s
• gering durchlässig	:	$10^{-6} - 10^{-8}$	m/s
• sehr gering durchlässig	:	$< 10^{-8}$	m/s

3. Beurteilung Wiederverwendung der Schwarzdecken

Veranlassung: Im Zuge der Durchführung der Gesamtmaßnahme werden im Bereich der 'westlichen Anbindung' umfangreiche Arbeiten an den Auf- und Abfahrten auf die Bundesstraße B16 erforderlich. Die vorhandenen Schwarzdeckenversiegelungen sind hierfür größtenteils aufzunehmen, da die Bestandstrassen rückzubauen oder zu ertüchtigen sind. Im Bereich des östlichen Übergangs zum 'Biberweg' bzw. in Richtung der Straße 'Weingasse' werden ebenfalls Anpassungen der Straßenführung erforderlich.

Das im Bereich des eigentlichen Paketentrums zu entfernende Teilstück der Kreisstraße ND18 ist nicht Teil der nachfolgenden Ausführungen und wird im Bericht 201252-B separat beschrieben.

Bodenbelastungen: Das Bohrgut wurde nach Bohrbeendigung auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Die vorhandene Versiegelung besteht aus ein- bis fünf-flagigen Schwarzdecken, die überwiegend eine funktions-spezifische Gliederung in z.B. Asphaltdeck- und Tragschichten erkennen lassen.

An den Kernen konnten überwiegend keine organoleptischen Auffälligkeiten (Teer-Geruch, Glanz, o.ä.) festgestellt werden. Die durchgeführten Schnelltests (Lackansprühverfahren) ergaben weitestgehend keine erkennbaren Verfärbungen, die auf hohe PAK-Konzentrationen hindeuten.

Die Ausnahmen zu den g.g. Angaben stellen die tieferliegenden Schwarzdeckenabschnitte der Bohrungen BS S52 und BS S91 dar, wo Auffälligkeiten in Form von 'Teergeruch' festgestellt werden konnten. Es wird hier vermutet, dass eine ältere Schwarzdecke überbaut wurde.

Hinweise auf die Verwendung von - früher oft teerhaltigen - Haftmitteln zwischen Untergrund und Schwarzdecken liegen zudem nicht vor.

Grundsätzlich sei angemerkt, dass vorgenanntes halbquantitatives Verfahren nicht dazu bestimmt ist (rechtssicher) eine entsorgungstechnisch relevante Klassifizierung der untersuchten Schwarzdecken zu liefern. Die Unterscheidung in 'kohlenteeerhaltige Bitumengemische' (AVV-Nr. 170301*) und 'Bitumengemische' (AVV-Nr. 170302) kann und soll dieses Verfahren nicht ermöglichen.

Es wurde die im Rahmen der Maßnahme zu lösende Schwarzdecke auf ihren möglichen PAK-Schadstoffgehalt hin untersucht. Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der Wiedereinbaueignung. Als Bewertungsgrundlagen dienen:

- a) die **LAGA**-Richtlinie (*‘Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen. Technische Regeln.’*) und
- b) die **RuVA-StB 01**-Richtlinie (*„Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01, Ausgabe 2001)“*), der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen / AG Asphaltstraßen und
- c) das **Merkblatt Nr. 3.4/1** zum Thema *‘Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch’* des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Stand 01.03.2019).

Laboranalytik: Die chemischen Analysen der Proben führte die HORN & CO. ANALYTICS GMBH (Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden) durch, welche die entsprechenden Zulassungen besitzt. Die detaillierten Analysenergebnisse sind der Anlage 7.1 zu entnehmen. Die Untersuchungen sind im Sinne der o.g. Richtlinien als *‘quantitative Analytik’* einzustufen.

Es wurde geprüft, ob die Schwarzdecke als Straßenunterbau bzw. mittels welchem Verwertungsverfahren die Schwarzdecke wiederverwendet werden darf.

Hinzuweisen sei darauf, dass im Falle einer Wiederverwertungs-Eignung das Material selbstverständlich – bei Einhaltung der betreffenden Bedingungen – an anderen Orten eingebaut werden kann.

Probenauswahl: Es wurden die gewonnenen Schwarzdeckenkerne sämtlicher Ansatzpunkte untersucht, um eine möglichst differenzierte Aussage zu den einzelnen Straßenabschnitten zu erhalten. Des Weiteren wurde mittig der Brücke über die B16 ein Schwarzdeckenkern der Brückenplatte entnommen (Kern K1), der ebenfalls zur Analyse gelangte. Alle Kerne waren dabei im Gelände als *‘organoleptisch unauffällig’* angesprochen worden.

Als ‘gestörte Einzelproben’ wird das aus den Bohrungen BS S52 und BS S91 entnommene Material der offenbar überbauten ‘älteren’ Schwarzdecken untersucht. An diesem Material konnten jeweils organoleptische Auffälligkeiten in Form von ‘Teergeruch’ festgestellt werden.

Die Laboranalysen durch o.g. qualifiziertes Labor erfolgten auf **polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe** (= PAK nach EPA) in der Originalsubstanz (Feststoff) sowie auf den Phenolindex im Eluat mittels anerkannter Verfahren.

Probe (Profilbereich in m u.GOK)	PAK n. EPA (mg/kg)	Phenol- index (mg/L)	LAGA _{SD} - Zuord- nung	RuVA-StB 01 Verwertungs- klasse	Art des Straßen- ausbaustoffs gem. Merkblatt Nr. 3.4/1
Kern S2/1 (0,00-0,13 m)	5,96	<0,01	Z1.1	A	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
Kern S3/1 (0,00-0,11 m)	7,40	<0,01	Z1.1	A	
Kern S32/1 + S32/2 (0,00-0,20)	6,76	<0,01	Z1.1	A	
Kern S34/1 (0,00-0,13 m)	9,59	<0,01	Z1.1	A	
Kern S47/1 (0,00-0,11 m)	11,1	<0,01	Z1.2	A	g.v. Ausbauasphalt
Kern S48/1 (0,00-0,17 m)	4,20	<0,01	Z1.1	A	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
Kern S49/1 + S49/2 (0,00-0,39)	1,73	<0,01	Z1.1	A	
Kern S50/1 (0,00-0,15 m)	<1	<0,01	Z0	A	
Kern S52/1 (0,00-0,14 m)	<1	<0,01	Z0	A	
Probe S52/2 (0,14-0,50 m)	2.260*	0,16	>>Z2	C	gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch
Kern S83/1 (0,00-0,14 m)	1,17	<0,01	Z1.1	A	Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen
Kern S84/1 (0,00-0,20 m)	1,50	<0,01	Z1.1	A	
Kern S85/1 (0,00-0,32 m)	1,98	<0,01	Z1.1	A	
Kern S86/1 (0,00-0,30 m)	1,87	<0,01	Z1.1	A	
Kern S90/1 (0,00-0,25 m)	282	0,014	>Z2	B	pechhaltiger Straßenaufbruch
Kern S91/1 (0,00-0,12 m)	1,37	<0,01	Z1.1	A	Ausbauasphalt o.V.
Probe S91/3 (0,14-0,50 m)	517	0,11	>Z2	C	pechhaltiger Straßenaufbruch
Kern S92/1 (0,00-0,12 m)	<1	<0,01	Z0	A	Ausbauasphalt o.V.

Tabelle 4: Beurteilung nach LAGA / RuVA-StB-Richtlinie / Merkblatt Nr. 3.4/1

lila: organoleptisch auffällig (Teer-Geruch),

Ausbauasphalt o.V. = Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen;

g.v. Ausbauasphalt = gering verunreinigter Ausbauasphalt;

* = gefährlicher Abfall im Sinne der AVV

Allgemeines Analysen-Fazit: Mit Ausnahme des Probenmaterials der Proben 'Kern S90/1', 'BS S52/2' und 'BS S91/3' wurden überwiegend geringe bis allenfalls moderat hohe PAK-Konzentrationen ermittelt. Damit liegen grundsätzlich PAK-Konzentrationen vor, die allgemein eine Wiedereinbaueignung anzeigen. Einzig die drei o.g. Proben weisen z.T. stark erhöhte PAK-Konzentrationen mit Summen an PAK von teils deutlich mehr als 100 mg/kg auf.

Mit Ausnahme des Materials der Probe 'BS S52/2' kann sämtliches untersuchtes Schwarzdeckenmaterial gemäß AVV-Nr. 170302 als 'Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301 fallen' behandelt werden.

Für das Material der Probe 'BS S52/2' muss die AVV-Nr. 170301* für 'kohlenteehaltige Bitumengemische' herangezogen werden. Es ist zudem von der Vorlage 'gefährlichen Abfalls' im Sinne der AVV auszugehen. Beim Ausbau ist daher vorsorglich auf Arbeitsschutzmaßnahmen (siehe z.B. TRGS 551) zu achten.

RuVA-StB-Fazit: Die untersuchten Schwarzdeckenproben können mehrheitlich als 'Ausbauasphalt' in die Verwertungsklasse A eingestuft werden. Hier kann eine Wiederverwertung (auch baustellenseits) im Heißmischverfahren oder alternativ im Kaltmischverfahren mit oder ohne Bindemittel erfolgen.

Das Material der Proben 'BS S52/2', 'Kern S90/1' und 'BS S91/3' ist hingegen als 'Ausbaustoff mit teer-/pechtypischen Bestandteilen' (vorwiegend braunkohlenteertypisch) zu klassifizieren. Sie sind in die RuVA-StB 01-Verwertungsklassen B und C einzuordnen.

Ausbaustoffe gemäß Verwertungsklasse B/C können nur im Kaltmischverfahren ohne bzw. mit Bindemittel aufbereitet und ggf. wiederverwendet werden (vorbehaltlich der durchzuführenden Eluierungsprüfung).

Diese Leistungen werden für gewöhnlich von Asphaltmischanlagen erbracht. Im Falle einer Positiveignung kann das Material selbstverständlich vor Ort oder im Rahmen anderer Straßenbaumaßnahmen wieder eingebracht werden.

Grundsätzlich sei darauf hingewiesen, dass die ausführende Tiefbaufirma den Zulassungsnachweis für den Transport von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen beizubringen sowie den Nachweis über den Verwertungs-/Entsorgungsweg zu liefern hat.

Merkblatt Nr. 3.4/1-Fazit: Die untersuchten Schwarzdeckenkerne können ebenfalls als 'Ausbauasphalt' eingestuft werden. Da mittels quantitativer Analytik zudem mehrheitlich PAK-Konzentrationen von < 10 mg/kg nachgewiesen werden konnten, ist das Material als 'Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen' im Sinne des Merkblattes zu bezeichnen. Die Verwertung von Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen unterliegt in der Regel keinen wasserwirtschaftlichen Einschränkungen und Auflagen. Aus geeignetem Ausbauasphalt sollte deshalb neues Mischgut für eine hochwertige Verwertung im Straßenoberbau hergestellt werden.

Aufgrund der nachgewiesenen PAK-Konzentrationen von > 25 mg/kg ist das Material der Proben 'Kern S90/1' und 'BS S91/3' als 'pechhaltiger Straßenaufbruch' zu klassifizieren.

Beim Material der Probe 'S52/2', welches aufgrund der ermittelten PAK-Gesamtkonzentration von > 1.000 mg/kg, in Verbindung mit der Konzentration des PAK-Einzelparameters 'Benzo[a]pyren' von > 50 mg/kg, als 'gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch' zu klassifizieren ist, handelt es sich um 'gefährlichen Abfall' im Sinne der AVV.

Bezüglich Lagerung, Verwertungsverfahren und Einbauweisen sind hier erhöhte Anforderungen zu beachten.

Nach dem hier relevanten Merkblatt ist der Ausbau pechhaltigen Materials nach Möglichkeit zu vermeiden. Da im Zuge der Maßnahme jedoch ein 'grundhafter' Neubau der Trasse vorzusehen sein wird, ist der Ausbau des pechhaltigen Materials letztlich nicht zu verhindern.

In diesem Fall ist daher vorzusehen, das pechhaltige Material dauerhaft aus dem Stoffkreislauf auszuschleusen. Statt einer Verwertung im Straßenbau sollte deshalb künftig die energetische Verwertung oder die thermische Behandlung des Materials als umweltfachlich sinnvollster Entsorgungsweg bevorzugt werden. Weiter ist eine Verwertung oder Beseitigung auf Deponien unter Berücksichtigung der Vorgaben der Deponieverordnung möglich.

Nach Inkrafttreten der Mantelverordnung am 01.08.2023 sind hinsichtlich der analytischen Rahmenbedingungen Änderungen erforderlich. Das Fazit und die weiteren Empfehlungen berücksichtigen daher nicht mehr die Regelungen der LAGA, da diese zum g.g. Zeitpunkt ersatzlos wegfallen wird.

Fazit/Empfehlungen: Es sei erneut darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Empfehlungen ausschließlich für das Areal außerhalb des Grundstücks des geplanten Paketzentrum gelten. Aufgrund der Analysenergebnisse erfolgt eine weitestgehend zweigeteilte Hinweisgebung in oberflächliche Schwarzdecken und offenbar überbaute, ältere Schwarzdecken bzw. Material, welches z.T. offenbar als Fräsgut o.ä. dort verbaut wurde.

Oberflächliche Schwarzdecken: Die bei der Ansprache im Gelände festgestellten Unauffälligkeiten der Schwarzdeckenkerne konnten kontrollanalytisch (quantitativ) annähernd vollumfänglich bestätigt werden.

Es wird daher empfohlen die aufzunehmenden oberflächlichen Schwarzdeckenversiegelungen, samt ggf. anhaftender Teile der Schotterung zu ca. 65 - 70 % gemäß einer Einstufung nach RuVA-StB Verwertungsklasse A als 'Ausbauasphalt' bzw. als 'Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen' im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 auszuschreiben (AVV-Nr. 170302).

Weitere ca. 15 % der Trasse sollten gemäß einer Einstufung 'gering verunreinigter Ausbauasphalt' im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 ausgeschrieben werden, bzw. nach RuVA-StB als 'Ausbauasphalt' der Verwertungsklasse A (jeweils AVV-Nr. 170302).

Aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlüsse sollten auch für die oberflächennahen Schwarzdecken Sicherheiten hinsichtlich höher belasteter Materialien einkalkuliert werden, wie sie im Fall des Ansatzpunktes S90 offenbar vorliegen.

In einem Leistungsverzeichnis sollte eine geringe Sicherheitsmasse (ca. 10 - 15 %) für eine Entsorgung für Material als 'teerhaltiger Straßenaufbruch' mit einer Einstufung gemäß RuVA-Verwertungsklassen B/C bzw. als 'pechhaltiger Straßenaufbruch' mit abgefragt werden.

Des Weiteren wird empfohlen eine geringe Sicherheitsmasse (ca. 5 %) für teer-/pechhaltigen Straßenaufbruch mit einer Zugehörigkeit nach AVV-Nr. 170301* ('kohlenteehaltige Bitumengemische'), d.h. als 'gefährlicher Abfall'; inkl. Arbeitsschutzmaßnahmen gem. TRGS 551) einzukalkulieren.

Fortsetzung Fazit/Empfehlungen

Ältere, überbaute Schwarzdecken: Auch die bei der Ansprache im Gelände festgestellten organoleptischen Auffälligkeiten der offenbar älteren Schwarzdecken konnten kontrollanalytisch (quantitativ) bestätigt werden. Es muss daher vermutet werden, dass unterhalb der gesamten Alttrasse der Kreisstraße ND18 entsprechend auffälliges Material belassen wurde, welches nunmehr aufgenommen werden muss. Somit wäre eine Trassenlänge der ND18 von rund 700 m westlich und von rund 150 m östlich des zukünftigen Paketentrums betroffen.

Es wird daher empfohlen, die hier aufzunehmenden, überbauten Schwarzdecken, samt ggf. anhaftender Teile der Alt-Schotterung zu ca. 50 % gemäß einer Einstufung nach RuVA-StB Verwertungsklasse B/C als ´teerhaltiger Straßenaufbruch´ bzw. als ´pechhaltiger Straßenaufbruch´ im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 auszuschreiben (AVV-Nr. 170302).

Des Weiteren wird empfohlen die übrigen ca. 50 % als teer-/pechhaltigen Straßenaufbruch mit einer Zugehörigkeit nach AVV-Nr. 170301* (´kohlenteerhaltige Bitumengemische´), bzw. als ´gefährlichen pechhaltigen Straßenaufbruch´ im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 (d.h. als ´gefährlichen Abfall´ inkl. Arbeitsschutzmaßnahmen gem. TRGS 551) einzukalkulieren.

4. Chemische Untersuchung (Aushubmaterial)

Das bei der Maßnahme potenziell anfallende Aushubmaterial wurde hinsichtlich seiner umweltrelevanten Wiedereinbauzulässigkeit untersucht und bewertet.

Methodik / Parameterumfang / Auffälligkeiten: Bei der Bodenansprache des Bohrgutes wurden innerhalb der Füllböden weitgehend +/- unauffälliger Bauschutt (Ziegelbruch) und Natursteinabraum (Schotter, Kiesel) erkannt. Innerhalb der Geogenböden konnten keinerlei Auffälligkeiten festgestellt werden. Es wird daher davon ausgegangen, dass es sich um unbelastete Flächen handelt.

Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussagen ausschließlich auf die Bodenproben beziehen und Bohrungen punktuelle Aufschlüsse darstellen.

Die Boden-Bewertung erfolgt hinsichtlich einer Wiedereinbaubeurteilung/-zulässigkeit nach den folgenden Richtlinien:

- *Leitfaden zu den Eckpunkten des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen 'Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen'* (Stand 15.07.2021; gültig seit dem 01.10.2021).
- *Bundes-Bodenschutzgesetz* (BBodSchG, März 1999ff) / die *Bundes-Bodenschutzverordnung* (BBodSchV; März 1999ff).
- *Mantelverordnung* – 'Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung', darin Artikel 1: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV; kurz EBV; Stand: 11.06.2021) und Artikel 2: *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* (BBodSchV; Stand 16.07.2021).

Die Bewertung der entnommenen Bankett-Mischproben A – J erfolgt gemäß der 'Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut' des 'Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Abteilung Straßenbau' (Ausgabe 2010) hinsichtlich einer Wiedereinbaubeurteilung/-zulässigkeit zusätzlich der nach der folgenden Richtlinie:

- *Deponieverordnung DepV* ('Verordnung über Deponien und Langzeitlager', Stand: 27.05.2009, letzte Änderung: 30.06.2020).

Es wurden Einzelproben aus den Bohrungen je nach Lage in den Baufeldern (siehe Tabellen 5a und 5b) zu **Mischproben** (MP) zusammengefasst.

Die Parameterauswahl (siehe Tabellen 6a bis 6c) erfolgte unter wiederverwendungstechnischen Gesichtspunkten. Hierbei handelt es sich stets um Material, welches bei der Neuerrichtung der Trassen/Flächen - zumindest in Teilbereichen - abgeschoben bzw. aufgenommen werden muss.

Die Proben entstammen den nachfolgend aufgeführten Bereichen:

Mischprobe	zugehöriger Bereich der Teil-Maßnahme	relevante Bohrungen	Auffüllung	Geogenboden
MP 1	südliches Widerlager der Brücke über die B16	S2, S3, S9, S10	X	-
MP 2	Rampe südlich der Brücke über die B16	S4-S8, S11-S14	X	X
MP 3	Ein-/Ausfädelungsstreifen B16 Fahrtrichtung Ingolstadt	S1, S15-S22	X	X
MP 4	nördliches Widerlager der Brücke über die B16	S31-S36	X	X
MP 5	Rampe nördlich der Brücke über die B16	S37, S38, S39, S41	-	X
MP 6	Zubringer nördlich der B16	S42, S44, S45, S47	X	X
MP 7	Lärm-/Sichtschutzwand nördlich der B16	S40, S43, S46	X	X
MP 8	Einfädelungsstreifen B16 Fahrtrichtung Neuburg	S23-S26	X	X
MP 9	Ausfädelungsstreifen B16 Fahrtrichtung Ingolstadt	S27-S30	X	X
MP 10	Abbiegebereich ND18 Richtung B16	S48-S50	X	X
MP 11	Altbestand ND18 – westlicher Teil 1	S51-S54	X	X
MP 12	Altbestand ND18 – westlicher Teil 2	S55, S56, S58, S67	X	X
MP 13	Umfeld Radwegbrücke	S60-S65	-	X
MP 14	Neubaustrecke ND18	S69, S70, S72, S74, S76, S78-S82	-	X
MP 15	Knotenpunkt ND18alt/neu, 'Biberweg' und Altbestand ND18 – östlicher Teil	S83-S89	X	X
MP 16	Altbestand ND18 – zukünftiger Wirtschaftsweg	S90-S92	X	-

Tabelle 5a: Zusammenstellung der Entnahmebereiche Teil 1

Mischprobe	zugehöriger Bereich der Teil-Maßnahme	relevante Bohrungen	Auffüllung	Geogenboden
MP Bankette	Straßenbaumaßnahmen im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes	S4-S6, S27, S28, S41	X	-
MP Schotter		S2, S3, S31, S32, S34, S42, S47, S48, S50	X	-
Bankette MP A	östliche Anbindung – Nordseite der ND18	ca. 10 – 15 Einstiche je Mischprobe im Bankettbereich	X	-
Bankette MP B	östliche Anbindung – Südseite der ND18		X	-
Bankette MP C	westlicher Rückbaubereich der ND18 – hier keine Betrachtung		X	-
Bankette MP D			X	-
Bankette MP E	nördliche Rampe zur Brücke über die B16		X	-
Bankette MP F	südliche Rampe zur Brücke über die B16		X	-
Bankette MP G	Neubaubereich – Nordseite der ND18		X	-
Bankette MP H	Neubaubereich –Südseite der ND18		X	-
Bankette MP I	östlicher Rückbaubereich der ND18 – hier keine Betrachtung		X	-
Bankette MP J			X	-
MP Bankette West	MP Bankette E + MP Bankette F + MP Bankette G + MP Bankette H		X	-
MP Bankette Ost	MP Bankette A + MP Bankette B + MP Bankette C + MP Bankette D + MP Bankette I + MP Bankette J		X	-

Tabelle 5b: Zusammenstellung der Entnahmebereiche Teil 2

Feststoffanalysen (Boden)	
<p>jeweils - Parameterumfang Eckpunktepapier Bayern, Feststoff + Eluat</p>	<p><u>MP 1</u> (S2/3 + S2/4 + S2/5 + S2/6 + S2/7 + S2/8 + S2/9 + S2/10 + S3/3 + S3/4 + S3/5 + S3/6 + S3/7 + S3/8 + S3/9 + S9/2 + S10/2)</p>
	<p><u>MP 2</u> (S4/2 + S4/3 + S4/4 + S5/2 + S5/3 + S5/4 + S5/5 + S6/2 + S6/3 + S6/4 + S6/5 + S7/2 + S7/3 + S8/2 + S8/3 + S8/4 + S11/2 + S11/3 + S12/2 + S12/3 + S13/2 + S13/3 + S13/4 + S14/2 + S14/3)</p>
	<p><u>MP 3</u> (S1/2 + S15/2 + S16/2 + S17/2 + S18/2 + S19/2 + S20/2 + S21/2 + S22/2)</p>
	<p><u>MP 4</u> (S31/3 + S31/4 + S31/5 + S32/4 + S32/5 + S32/6 + S32/7 + S32/8 + S32/9 + S32/10 + S32/11 + S32/12 + S33/2 + S33/3 + S34/3 + S34/4 + S34/5 + S34/6 + S34/7 + S34/8 + S35/2 + S35/4 + S36/2 + S36/3)</p>
	<p><u>MP 5</u> (S37/2 + S37/3 + S37/4 + S38/2 + S38/3 + S38/4 + S39/2 + S39/3 + S41/2)</p>
	<p><u>MP 6</u> (S42/3 + S44/2 + S44/3 + S45/2 + S45/3 + S45/4 + S45/5 + S47/3 + S47/4 + S47/5 + S47/6)</p>
	<p><u>MP 7</u> (S40/2 + S40/3 + S40/4 + S40/5 + S40/6 + S40/7 + S40/8 + S40/9 + S40/10 + S43/2 + S43/3 + S43/4 + S43/5 + S43/6 + S43/7 + S43/8 + S43/9 + S43/10 + S46/2 + S46/3 + S46/4 + S46/5 + S46/6 + S46/7 + S46/8 + S46/9 + S46/10)</p>
	<p><u>MP 8</u> (S23/2 + S23/3 + S24/2 + S24/3 + S25/2 + S25/3 + S26/2 + S26/3)</p>
	<p><u>MP 9</u> (S27/2 + S27/3 + S28/2 + S28/3 + S28/4 + S29/2 + S29/3 + S30/2)</p>
	<p><u>MP 10</u> (S48/3 + S48/4 + S48/5 + S49/3 + S49/4 + S49/5 + S50/3 + S50/4)</p>
	<p><u>MP 11</u> (S51/2 + S51/3 + S51/4 + S52/3 + S52/4 + S53/2 + S53/3 + S54/2 + S54/3)</p>
	<p><u>MP 12</u> (S55/2 + S56/2 + S56/3 + S56/4 + S58/2 + S58/3 + S67/2 + S67/3)</p>

Tabelle 6a: Analysenparameter / Probenauswahl (in Mischproben enthaltene Einzelproben)

Feststoffanalysen (Boden)	
jeweils - Parameterumfang Eckpunktepapier Bayern, Feststoff + Eluat	<p><u>MP 13</u> (S60/2 + S60/3 + S60/4 + S60/5 + S60/6 + S60/7 + S60/8 + S60/9 + S60/10 + S60/11 + S61/2 + S61/3 + S61/4 + S61/5 + S61/6 + S61/7 + S61/8 + S61/9 + S61/10 + S61/11 + S62/2 + S62/3 + S62/4 + S62/5 + S62/6 + S62/7 + S62/8 + S62/9 + S62/10 + S62/11 + S63/2 + S63/4 + S63/5 + S63/6 + S63/7 + S63/8 + S63/9 + S63/10 + S63/11 + S63/12 + S64/2 + S65/2)</p> <p><u>MP 14</u> (S69/2 + S69/3 + S70/2 + S72/2 + S74/2 + S74/3 + S76/2 + S76/3 + S78/2 + S78/3 + S79/2 + S80/2 + S80/3 + S81/2 + S81/3 + S82/2)</p> <p><u>MP 15</u> (S83/2 + S83/3 + S84/2 + S84/3 + S85/2 + S86/2 + S86/3 + S87/2 + S88/2 + S89/2)</p> <p><u>MP 16</u> (S90/2 + S90/3 + S90/4 + S91/2 + S91/4 + S91/5 + S92/2 + S92/3)</p> <p><u>MP Bankette</u> (S4/1 + S5/1 + S6/1 + S27/1 + S28/1 + S41/1)</p> <p><u>MP Schotter</u> (S2/2 + S3/2 + S31/2 + S32/3 + S34/2 + S42/2 + S47/2 + S48/2 + S50/2)</p>
jeweils Parameterumfang EBV (Matrix: Bodenmaterial)	<p><u>MP A</u> (MP 1 + MP 2 + MP 3 + MP 4)</p> <p><u>MP B</u> (MP 5 + MP 6 + MP 7 + MP 8)</p> <p><u>MP C</u> (MP 9 + MP 10 + MP 11 + MP 12)</p> <p><u>MP D</u> (MP 13 + MP 14)</p> <p><u>MP E</u> (MP 15 + MP 16)</p>

Tabelle 6b: Analysenparameter / Probenauswahl (in Mischproben enthaltene Einzelproben)

Feststoffanalysen (Boden)	
Parameterumfang BBodSchV (Anh. 2, Tab. 4.1+4.2)	<p><u>MP Mutterboden 1</u> (S1/1 + S7/1 + S8/1 + S9/1 + S10/1 + S11/1 + S12/1 + S13/1 + S14/1 + S15/1 + S16/1 + S17/1 + S18/1 + S19/1 + S20/1 + S21/1 + S22/1)</p> <p><u>MP Mutterboden 2</u> (S33/1 + S35/1 + S36/1 + S37/1 + S38/1 + S39/1 + S40/1 + S41/1 + S43/1 + S44/1 + S45/1 + S46/1)</p> <p><u>MP Mutterboden 3</u> (S23/1 + S24/1 + S25/1 + S26/1 + S29/1 + S30/1 + S51/1 + S53/1 + S54/1 + S55/1 + S56/1 + S58/1 + S67/1)</p> <p><u>MP Mutterboden 4</u> (S60/1 + S61/1 + S62/1 + S63/1 + S64/1 + S65/1)</p> <p><u>MP Mutterboden 5</u> (S69/1 + S70/1 + S72/1 + S74/1 + S76/1 + S78/1 + S79/1 + S80/1 + S81/1 + S82/1 + S87/1 + S88/1 + S89/1)</p>
jeweils - Parameterumfang Eckpunktepapier Bayern, Feststoff + Eluat und Parameterumfang Deponieverordnung (DepV)	<p><u>MP Bankette A bis MP Bankette J (jeweils 10 – 15 Einstiche im Bereich der Bankette)</u></p>
jeweils Parameterumfang EBV (Matrix: Boden und Baggergut)	<p><u>MP Bankette West</u> (MP Bankette E + MP Bankette F + MP Bankette G + MP Bankette H)</p> <p><u>MP Bankette Ost</u> (MP Bankette A + MP Bankette B + MP Bankette C + MP Bankette D + MP Bankette I + MP Bankette J)</p>

Tabelle 6c: Analysenparameter / Probenauswahl (in Mischproben enthaltene Einzelproben)

Die chemischen Analysen führte das die notwendigen Zulassungen besitzende Chemielabor HORN & CO. ANALYTICS GMBH, Otto-Hahn-Straße 2 in 57482 Wenden, durch. Sämtliche Labor-Analysenberichte sind als Kopie den Anlagen 8.1 (Mutterboden-Mischproben), 8.2 (Schotter-/Bankette-Mischproben) und 8.3 (sonstige Feststoff-Mischproben) zu entnehmen.

Aktuelle chemische Analysen: Die im Rahmen der Gutachtenerstellung durchgeführten chemischen Untersuchungen liegen zum Zeitpunkt der Bauausführung u.U. länger als ½ Jahr zurück. Vorgenannte Zeitspanne wird von Annahmestellen i.d.R. als Stichtag für die Beurteilung einer aktuellen Analytik herangezogen.

Zur Abfuhr vom Standort vorgesehenes Bodenmaterial ist nach Aushub dann zunächst in Mietenform auf dem Grundstück zwischenzulagern und entsprechend zu beproben und zu analysieren. Hierdurch entsteht ein bautechnischer und zeitlicher Aufwand in der Maßnahme. Das Risiko der Gewährleistung des Baufortschritts liegt in diesem Fall gänzlich beim ausführenden Bauunternehmen.

Alternativ empfiehlt sich durch den Tiefbauunternehmer im Beisein des IB KLEEGRÄFE bereits einige Wochen vor tatsächlichem Maßnahmenstart in den einzelnen Bauabschnitten Baggerschürfe durchzuführen und diese entsprechend des geplanten Wiederverwendungs- bzw. Entsorgungsweges chemisch zu untersuchen.

Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungen kann dann ein angepasster Verbringungsweg direkt zum Maßnahmenstart aufgezeigt werden.

Die bodenmechanischen Anforderungen sind beim Wiedereinbau zu beachten.

4.1 Bewertung der Mischproben 'MP 1 bis 16'

Bodenbelastungen: Grundsätzlich wurde das geförderte Bohrgut auch einer umweltgeologischen Bodenansprache unterzogen und auf auffällige bzw. schadstoffbehaftete Inhaltsstoffe kontrolliert.

Bei der Boden-/Materialansprache wurden innerhalb der Auffüllungen überwiegend Naturstein- und Bauschuttbeimengungen i.w.S. erkannt, die als unbedenklich eingestuft werden. Daneben konnten bisweilen Schlacken- und Schwarzdeckenbeimengungen erkannt werden, die ein materialspezifisches Verunreinigungspotenzial führen können.

Organoleptische Auffälligkeiten in Form von mineralölähnlichem Geruch konnten in den Auffüllungen nur im Bereich der BS S32 erkannt werden (siehe Tabelle 2d).

Innerhalb der gewachsenen Böden wurden keinerlei Auffälligkeiten erkannt.

Die Analysenergebnisse können wie folgt tabellarisch zusammengefasst werden.

Mischprobe	klassifizierungsrelevante Parameter	Einstufung gem. Verfüll-Leitfaden Bayern (Boden)
MP 1	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 2	KW-Index	Z1.1 – Standortkategorie B
MP 3	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 4	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 5	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 6	KW-Index, pH-Wert*	Z1.2 – Standortkategorie C1
MP 7	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 8	KW-Index	Z1.1 – Standortkategorie B
MP 9	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 10	Benzo[a]pyren	>Z2 – Standortkategorie C2 überschritten
MP 11	Benzo[a]pyren	Z1.2 – Standortkategorie C1
MP 12	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*
MP 13	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 14	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 15	-	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A
MP 16	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*
MP Schotter	KW-Index	Z2 – Standortkategorie C2
MP Bankette	KW-Index	>Z2 – Standortkategorie C2 überschritten

Tabelle 7: Analysenergebnisse der Mischproben MP 1 – MP 16

Die Analysen ergaben für die Proben MP 6, MP 12 und MP 16 messtechnische Erhöhungen des Eluat-Parameters 'pH-Wert' von jeweils > 9.

Die Fußnote 1 der maßgeblichen Richtlinie führt dazu aus: "Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert und/oder die Überschreitung der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren."

Die im aufbereiteten Probenmaterial enthaltenen kalkigen Partikel stellen nach Ansicht des IB KLEEGRÄFE eine geogene und daher natürliche/unbedenkliche Ursache für die schwach alkalischen Befunde dar.

Gemäß o.g. Leitfaden gilt: „Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm und Schluff“.

Eine Einstufung des Materials der untersuchten Mischproben MP 12 und MP 16 in die Verfüll-Leitfaden Bayern-Bodenklasse Lehm/Schluff Z0 bzw. die Standortkategorie A kann daher nach gutachterlicher Meinung zugelassen werden.

Für die Mischprobe MP 6 bleibt die klassifizierungsrelevante Erhöhung des Parameters 'KW-Index' bestehen, sodass hier eine Einstufung gemäß Verfüll-Leitfaden Bayern 'Boden Z1.2 – Standortkategorie C1' erfolgen muss.

Für die Mischprobe 'MP Schotter' ergibt sich eine klassifizierungsrelevante Erhöhung des Parameters 'KW-Index', sodass hier eine Einstufung gemäß Verfüll-Leitfaden Bayern 'Boden Z2 – Standortkategorie C2' erfolgen muss.

Für die Mischprobe 'MP Bankette' ergibt sich ebenfalls eine klassifizierungsrelevante Erhöhung des Parameters 'KW-Index', der jedoch den Zuordnungswert gem. Verfüll-Leitfaden Bayern 'Boden Z2 – Standortkategorie C2' überschreitet. Dieses – nur aus dem westlichen Teil des UNtersuchungsgebietes zusammengestellte Probenmaterial (siehe Aufstellung Tabelle 5b) stellt sich analytisch ähnlich dem Material der Mischprobe 'MP Bankette West' bzw. den schwerpunktmäßig anzusetzenden Mischproben 'MP Bankette F' und MP Bankette H' dar. Hinsichtlich des zu erwartenden Schadstoffspektrums und der Schadstoffkonzentrationen liegt eine vergleichbare Größenordnung vor.

4.2 Bewertung der Mischproben 'MP A bis E'

Mischprobe	klassifizierungsrelevante Parameter	Einstufung gem. Ersatzbaustoffverordnung (Matrix Bodenmaterial)
MP A	-	BM-0 (Lehm/Schluff)
MP B	-	BM-0 (Lehm/Schluff)
MP C	PAK n.EPA	BM-F3
MP D	-	BM-0 (Lehm/Schluff)
MP E	-	BM-0 (Lehm/Schluff)*

Tabelle 8: Analysenergebnisse der Mischproben MP A – MP E

* = unter Anwendung der in der EBV angegebenen Fußnote (siehe Protokoll)

Für vier der fünf auf den Parameterumfang für 'Bodenmaterial' untersuchten Mischproben ergibt sich eine Einstufung gemäß BM-0 (Matrix Lehm/Schluff, siehe Tabelle 7b) womit – unter Berücksichtigung entsprechender bodenmechanischer Anforderungen – eine breite Palette an möglichen Arten der Wiederverwertung gemäß Anhang 2, Tabelle 5 der EBV möglich ist. Nachrangig schließt dies eine Entsorgung auf einer Deponie als sog. DK 0-Material ein (vorbehaltlich deponiespezifischer Annahmekriterien).

Demgegenüber muss das, aus den Mischproben MP 9 – MP 12 zusammengestellte Material der Mischprobe MP C als höher belastet angesehen werden. Klassifizierungsrelevant tritt hier der Summenparameter 'PAK n.EPA' auf, womit ein deutlicher Einfluss der stofflichen Zusammensetzung der Mischprobe MP 10 am analytischen Gesamtergebnis anzunehmen ist.

Unter Berücksichtigung entsprechender bodenmechanischer Anforderungen ist eine eingeschränkte Wiederverwertung gemäß Anlage 2, Tabelle 8 der EBV möglich. Nachrangig schließt dies eine Entsorgung auf einer Deponie als sog. DK 1-Material ein (vorbehaltlich deponiespezifischer Annahmekriterien).

Fazit / Empfehlungen Aushubmaterial (MP 1 – MP 16)

Es bleibt festzuhalten, dass der absolut überwiegende Teil des untersuchten Bodenmaterials gemäß einer Einstufung Verfüll-Leitfaden Bayern (Boden) Z0 zu behandeln ist. Der im Zuge der Maßnahme potenziell anfallende Aushub ist somit unter chemischen Gesichtspunkten weitgehend uneingeschränkt wiedereinbaueeignet (Standortkategorie A).

Daneben werden moderate Mengen an Z1.1- und geringe Mengen an Z1.2-Material erwartet. Es gelten die entsprechenden Einbaubeschränkungen der Standortkategorien B bzw. C1 des Verfüll-Leitfadens.

Lokal beschränkt konnten Massen mit einer Zuordnung gemäß Verfüll-Leitfaden Bayern (Boden) >Z2 (Standortkategorien C2) nachgewiesen werden. Entsprechende Material verfügt über keine Wiedereinbaueignung und müsste daher als 'Abfall zur Entsorgung' auf eine Deponie verbracht werden, wofür eine entsprechende Deklarationsanalytik notwendig würde.

Für die Ausschreibung sind die o.g. Klassifizierungen maßgeblich (Verfüll-Leitfaden Z0 bis > Z2). Die hier durchgeführten Sondierungen und entnommenen sowie untersuchten Proben stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher können spätere chemische Analysen (an anderen Untersuchungspunkten) von den o.g. Zuordnungen abweichende Einstufungen ergeben.

Auf Grundlage der bisher vorliegenden Analysenbandbreite wird für die Ausschreibung die nachfolgende Massenaufteilung als 'ungünstiger Fall' empfohlen (siehe Tabelle 9), wobei darauf hinzuweisen ist, dass für die Maßnahmendurchführung in jedem Fall eine aktuelle Analytik beizubringen ist.

Aushubmaterial	Einstufungen	Massen-Anteil
Auffüllungen	Bodenklasse Z0	55 %
	Bodenklasse Z1.1	20 %
	Bodenklasse Z1.2	15 %
	Bodenklasse Z2	5 %
	Bodenklasse >Z2	5 %
	BM-0 (Lehm/Schluff)	60 %
	>BM-0 bis BM-F2	20 %
	BM-F3	20 %
Geogen	Bodenklasse Z0 /	90 %
	Bodenklasse >Z0	10 %
	BM-0 (Lehm/Schluff)	90 %
	>BM-0	10 %

Tabelle 9: Vorschlag zur Massenaufteilung

4.3 Bewertung der Mischproben 'MP Mutterboden 1 bis 5'

- Verdachtspunkte: Es wurden an diversen Ansatzpunkten oberflächennah anthropogen beeinflusste Böden (angedeckte Oberböden im Banekttbereich, umgelagerte/bearbeitete Ackerböden) angesprochen. Konkrete Verdachtspunkte aufgrund der Vornutzung liegen nicht vor.

- Beprobungstiefen: Entsprechend der geplanten Nutzung wurden insgesamt fünf Mischprobe aus den erbohrten Einzelproben zusammengestellt und analysiert.

Organoleptisch erfolgte eine sorgfältige und fachgerechte Bodenansprache durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen. Das Bohrgut wurde nach Bohrbeendigung auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. An den Oberbodenproben konnten mit Ausnahme des Materials der Bohrung BS S40 weitestgehend keine materialspezifische oder organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden.

Innerhalb des aufgefüllten Oberbodens der Bohrung BS S40 (enthalten in 'MP Mutterboden 2') wurden Schlackenanteile erkannt, die ein materialspezifisches Verunreinigungspotenzial führen können.

- Bewertung: Die Boden-/Auffüllungs-Bewertung erfolgt nach der folgenden Richtlinie/Verordnung.

- Vorsorgewerte und Prüfwerte der *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* (BBodSchV, Stand 12.07.1999; Anhang 2, Tabellen 1.4, 4.1 und 4.2) bzw.
- Vorsorgewerte und Prüfwerte der *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* (BBodSchV, Stand 16.07.2021; Anlage 1, Tabellen 1 und 2 bzw. Anlage 2, Tabelle 4).

- Zuordnung nach BBodSchG/V

Zur Bewertung der Analysenergebnisse der Mischproben 'MP Mutterboden 1' bis 'MP Mutterboden 5' wurden die u.g. BBODSCHG/V-Vorsorgewerte (*hier relevant*: Vorsorgewerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch für die Nutzungsart „Industrie- und Gewerbegrundstücke“) herangezogen.

Folgende der untersuchten und in der BBODSCHV aufgeführten auch projektrelevanten Parameter weisen nachfolgende Prüfwerte auf (Tabelle 10):

Parameter / Prüfwerte in (mg/kg)	Analyseergebnisse MP Mutterboden					Kinderspiel- flächen	Industrie- und Gewerbe- grundstücke
	1	2	3	4	5		
Benzo(a)pyren (PAK-Anteil)	0,160	0,068	0,352	<0,01	0,334	2 / 0,5	12 / 5
Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	40
Cyanide (gesamt)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	50	100
Aldrin	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2	-
DDT	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	40	- / 400
Pentachlorphenol	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	50	250 / 500
Hexachlorcyclohexan	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5	400
Hexachlorbenzol	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4	200
Schwermetalle							
Arsen	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	25	140
Blei	11,7	13,8	30,6	14,2	21,5	200	2.000
Cadmium	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	60
Chrom	12,3	14,6	18,8	17,0	19,6	200	1.000 / 200
Nickel	14,3	16,3	18,0	18,4	19,9	70	900
Quecksilber	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	80 / 100

Tabelle 10: relevante Prüfwerte zur Boden-Beurteilung (BBodSCHV) in mg/kg
n.b. = nicht bestimmt; grün = Prüfwert eingehalten
kursiv: in der BBodSchV 2021 geänderte Werte

- Bewertung nach BBodSchV:

Die untersuchte Proben unterschreiten in den gemessenen Konzentrationen die o.g. Parameter der Prüfwertelisten der BBodSchV 1999ff./2021 der relevanten Nutzungsart 'Industrie- und Gewerbegrundstücke' (siehe Anlage 8.1). **Die Proben 'MP Mutterboden 1' bis 'MP Mutterboden 5' sind unter Berücksichtigung eines nicht vollumfänglichen Analyseumfanges als unauffällig/unbedenklich einzustufen.**

Parameter	MP Mutterboden [mg/kg]					Vorsorgewerte _{Lehm} (bestehende Bodenschicht)	70%-Vorsorgewerte (neue Bodenschicht)
	1	2	3	4	5		
Cadmium	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	0,70
Blei	11,7	13,8	30,6	14,2	21,5	70	49
Chrom	12,3	14,6	18,8	17,0	19,6	60	42
Kupfer	14,7	14,4	19,8	15,1	16,2	40	28
Quecksilber	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,50 / 0,30	0,36 / 0,21
Nickel	14,3	16,3	18,0	18,4	19,9	50	35
Zink	45,2	43,5	79,0	40,4	55,4	150	105
PCB	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,05
Benzo(a)pyren	0,160	0,068	0,352	<0,01	0,334	0,3	0,3
PAK ₁₆	2,08	<1	3,87	<1	3,36	3	3

Tabelle 11: Analysenergebnisse / Vorsorgewerte Metalle + organische Stoffe [mg/kg]
 grün = Vorsorgewert eingehalten; rot = Vorsorgewert nicht eingehalten
 kursiv: in der BBodSchV 2021 geänderte Werte

Wie der Tabelle 11 zu entnehmen ist, halten **nur** die analysierten Mutterboden-Mischproben 'MP Mutterboden 1', 'MP Mutterboden 2' und 'MP Mutterboden 4' alle Vorsorgewerte für Böden (Vorsorgewerte Metalle und organische Stoffe) der Bundesbodenschutzverordnung sowohl für die Wiederaufbringung auf eine bestehende durchwurzelbare Bodenschicht als auch zur Herstellung einer neuen durchwurzelbaren Bodenschicht ein. Aus gutachterlicher Sicht sollten die Materialien der drei o.g. Mutterboden-Mischproben bevorzugt in g.g. Funktion eingesetzt werden.

Die Mischproben 'MP Mutterboden 3' und 'MP Mutterboden 5' weisen dagegen Überschreitungen der Vorsorgewerte der Parameter 'PAK₁₆' und 'Benzo[a]pyren' auf. Eine Wiederverwendung ist gemäß aktueller BBodSchV weder in Funktion als 'neue Bodenschicht' noch als Aufbringung auf eine bestehende Bodenschicht zulässig.

4.4 Bewertung der Mischproben 'MP Bankette A - J'

Mischprobe	klassifizierungsrelevante Parameter (Verfüll-Leitfaden/ DepV)	Einstufung (Verfüll-Leitfaden / DepV)
MP Bankette A	EOX, KW-Index / -	Z1.1 – Standortkategorie B / DK 0*
MP Bankette B	EOX, KW-Index / extrahierbare lipophile Stoffe	Z1.1 – Standortkategorie B / DK 1*
MP Bankette C	EOX, KW-Index / extrahierbare lipophile Stoffe	Z1.1 – Standortkategorie B / DK 1
MP Bankette D	EOX, KW-Index, elektr. Leitfähigkeit** / -	Z1.1 – Standortkategorie B** / DK 0
MP Bankette E	- / -	Z0 (Matrix Lehm/Schluff) – Standortkategorie A / DK 0
MP Bankette F	Benzo[a]pyren / extrahierbare lipophile Stoffe	>Z2 – Standortkategorie C2 überschritten / DK 1
MP Bankette G	Benzo[a]pyren, PAK / extrahierbare lipophile Stoffe	>Z2 – Standortkategorie C2 überschritten / DK 1
MP Bankette H	KW-Index, PCB ₆ / extrahierbare lipophile Stoffe	Z1.1 – Standortkategorie B / DK 1
MP Bankette I	KW-Index / extrahierbare lipophile Stoffe	Z1.2 – Standortkategorie C1 / DK 1*
MP Bankette J	KW-Index / extrahierbare lipophile Stoffe	>Z2 – Standortkategorie C2 überschritten / DK 1*

Tabelle 12: Analysenergebnisse der Mischproben MP A – MP E; EOX = Extrahierbare organisch gebundene Halogene

* = unter Anwendung der in der DepV angegebenen Fußnote (siehe Protokoll)

** = Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert und/oder die Überschreitung der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren

Bankette-Mischproben: Es sei an dieser Stelle vorab darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse der Mischproben 'MP Bankette C', 'MP Bankette D', 'MP Bankette I' und 'MP Bankette J' lediglich der Vollständigkeit halber mit aufgeführt werden.

Die vorgenannten Mischproben wurden in Bereichen entnommen, die bautechnisch dem Bereich des zukünftigen Paketzentrums-Standortes zuzuordnen sind und demzufolge in die Zuständigkeit des Berichtes mit der Az.-Nr. 20 12 52 / B fallen.

Als klassifizierungsrelevant nach Verfüll-Leitfaden Bayern treten zumeist die Summenparameter 'EOX' (Extrahierbare organisch gebundene Halogene) und/oder 'KW-Index' (mineralölähnliche Kohlenwasserstoffe) auf. In Einzelfällen ist der Summenparameter 'PAK n.EPA', der PAK-Einzelparamester 'Benzo[a]pyren' oder der Summenparameter 'PCB₆' (polychlorierte Biphenyle) klassifizierungsrelevant.

Hier ergeben sich sehr heterogene Einstufungen von Z0 (Standortkategorie A) bis >Z2 (Standortkategorie >C2 überschritten). Eine örtliche klare bzw. vorhersagbare Verteilung des entsprechend einzustufenden Materials ist auf Grundlage der Analyseergebnisse kaum möglich.

Nach aktuellem Kenntnisstand können nur die im Bereich des westlichen Ortsausgangs bis in Höhe des zukünftigen Areals des Paketzentrums liegenden (zusammenhängenden) Abschnitte der Bankette gemäß einer Einstufung nach Verfüll-Leitfaden Bayern (Boden) Z1.1 (Standortkategorie B) ausgeschrieben werden. Dies betrifft somit ausschließlich die Mischproben 'MP Bankette A' und 'MP Bankette B'.

Sämtliche anderen anfallenden Bankettmassen sollten sicherheitshalber gemäß einer Einstufung Verfüll-Leitfaden Bayern (Boden) >Z2 ausgeschrieben werden, da eine gesicherte, kleinteilige Separierung der Einzelabschnitte nach LAGA Z1.1, Z1.2 und Z2 nicht gesichert durchführbar erscheint.

Bei einer potenziellen Entsorgung liegt weitgehend eine Einstufung nach DK 1 vor, sodass empfohlen wird, 100 % der hier anfallenden Bankette gemäß einer Einstufung nach DK 1 auszuschreiben. Die schließt die Abschnitte der Mischproben 'MP Bankette A' und 'MP Bankette B' am westlichen Ortsausgang von Weichering mit ein.

Es kann für die gesamte auszukoffernde Bankette durchgängig die AVV-Nummer 17 05 04 ('Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen') angesetzt werden.

4.5 Bewertung der Mischproben 'Bankette West' und 'Bankette Ost'

Mischprobe	klassifizierungsrelevante Parameter	Einstufung gem. Ersatzbaustoffverordnung (Matrix Bodenmaterial)
MP Bankette West	PAK ₁₆	BM-F3
MP Bankette Ost	EOX	BM-F0*

Tabelle 13: Analysenergebnisse der Mischproben MP Bankette West und Ost

Für die auf den Parameterumfang für 'Bodenmaterial' untersuchten Mischproben ergibt sich eine Einstufung gemäß BM-F3 (Mischprobe 'MP Bankette West'). Unter Berücksichtigung entsprechender bodenmechanischer Anforderungen ergibt sich eine eingeschränkte Palette an möglichen Arten der Wiederverwertung gemäß Anlage 2, Tabelle 8 der EBV. Nachrangig schließt dies eine Entsorgung auf einer Deponie als sog. DK 1-Material ein (vorbehaltlich deponiespezifischer Annahmekriterien).

Für die Mischprobe 'MP Banjette Ost' ergibt sich eine Einstufung gemäß BM-F0*, womit – unter Berücksichtigung entsprechender bodenmechanischer Anforderungen – eine breite Palette an möglichen Arten der Wiederverwertung gemäß Anlage 2, Tabelle 5 der EBV möglich ist. Nachrangig schließt dies eine Entsorgung auf einer Deponie als sog. DK 0-Material ein (vorbehaltlich deponiespezifischer Annahmekriterien).

5. Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

5.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden insgesamt 43 Korngrößenanalysen mit den im Gründungs-/Lastabtragsbereich anstehenden Auffüllungen bzw. geogenen/gewachsenen Boden durchgeführt. In den Anlagen 3.1 bis 3.8 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind in den Tabellen 14a und 14b aufgeführt. Das Körnungsband zur Verwendung innerhalb der Homogenbereiche (zzgl. Stein-/Blockanteil) ergibt sich in der Zusammenschau der Kurven in Anlage 3.9.

Da verfahrensbedingt eine direkte Beprobung und Untersuchung des Stein- oder Blockkornanteils nicht möglich ist, werden für die Festlegung der Homogenbereiche entsprechende Anteile abgeschätzt.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ /d ₂₀ (mm)	k _r -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
S2/4 (A S)	1,20-2,20	32,1		52,4	15,5	<0,063	<1,0x10 ⁻⁵	8,05 %
S2/9 (A S)	6,20-7,10	17,4		67,1	15,5	0,0792	~1,1x10 ⁻⁵	8,93 %
S2/12 (U)	8,30-9,10	20,7	53,3	24,6	1,4	0,0019	~2,0x10 ⁻⁹	35,81 %
S4/3 (U)	0,70-1,40	15,9	55,3	16,5	12,3	0,0039	~1,0x10 ⁻⁸	17,29 %
S5/7 (U)	2,30-3,40	17,1	62,7	19,2	1,0	0,0030	~5,7x10 ⁻⁹	34,06 %
S8/5 (G)	1,70-3,10	8,7		40,8	50,5	0,0833	~4,2x10 ⁻⁵	9,72 %
S11/2 (A U)	0,30-1,30	22,0	62,9	15,1	-	0,0017	~1,5x10 ⁻⁹	19,99 %
S14/4 (S)	1,90-2,80	12,3	32,3	54,0	1,4	0,0076	~4,8x10 ⁻⁸	20,06 %
S16/2 (U)	0,40-1,20	20,1	60,6	17,0	2,3	0,0020	~2,2x10 ⁻⁹	23,24 %
S19/3 (U)	1,30-2,25	31,1	53,7	13,7	1,6	<0,002	<6,0x10 ⁻⁹	24,86 %
S22/2 (U)	0,40-1,55	13,8	47,2	32,4	6,6	0,0050	~1,8x10 ⁻⁸	19,82 %
S24/2 (U)	0,35-1,00	17,4	59,7	22,7	0,2	0,0026	~4,1x10 ⁻⁹	26,48 %
S27/3 (A G)	0,50-1,50	17,3		20,9	61,8	<0,063	<1,0x10 ⁻⁵	7,42 %
S30/2 (A G)	0,30-1,30	10,9		59,1	30,0	<0,063	<6,0x10 ⁻⁵	5,94 %
S32/5 (A S)	1,10-2,00	11,7		66,5	21,8	<0,063	<6,0x10 ⁻⁵	7,78 %
S32/10 (A U)	5,80-6,80	13,5		45,6	40,9	<0,063	<6,0x10 ⁻⁵	9,07 %
S34/6 (A G)	2,40-3,40	18,6		46,9	34,5	<0,063	<1,0x10 ⁻⁵	9,82 %
S35/4 (U)	1,30-2,00	11,8	73,5	14,7	-	0,0058	~2,6x10 ⁻⁸	14,33 %
S37/4 (S)	0,75-1,45	7,9	52,8	39,3	-	0,0159	~2,6x10 ⁻⁷	20,08 %
S40/6 (G)	4,15-5,25	3,4		24,3	72,3	0,2778	~6,9x10 ⁻⁴	6,31 %
S40/10 (U)	8,30-9,20	14,1	62,3	13,2	10,4	0,0034	~7,6x10 ⁻⁹	24,74 %
S43/7 (G)	2,20-3,50	8,1		32,1	59,8	0,1109	~9,8x10 ⁻⁵	9,80 %
S43/13 (U)	9,45-10,00	3,6	47,1	47,5	1,8	0,0173	~3,2x10 ⁻⁷	21,96 %
S46/2 (U)	0,30-1,25	8,2	53,1	38,7	-	0,0184	~3,7x10 ⁻⁷	17,66 %
S47/7 (U)	1,20-1,90	11,5	52,5	36,0	-	0,0064	~3,3x10 ⁻⁸	17,01 %

Tabelle 14a: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: A G = Füllkies; A S = Füllsand; A U = Füllschluff; G = Fluviatilkies; S = Fluviatilsand; U = Fluviatilschluff; Uzv =

Verwitterungslehm; **fett** = prägend

* k_r-Wertbestimmung: bei bindigen Böden nach MALLET / PACQUANT bzw. bei nicht bindigen Böden nach BEYER

DIN 18 130-Einstufung: **stark durchlässig** / **durchlässig** / **gering durchlässig** / **sehr gering durchlässig**

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ /d ₂₀ (mm)	k _r -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
S48/5 (U)	1,10-1,80	28,5	49,6	20,5	1,4	<0,002	<6,0x10 ⁻⁹	28,24 %
S53/3 (U)	1,10-1,90	17,5	64,9	17,6	-	0,0027	~4,6x10 ⁻⁹	24,04 %
S56/6 (U)	3,30-4,30	35,0	54,3	10,5	0,2	<0,002	<6,0x10 ⁻⁹	27,96 %
S56/7 (G)	4,30-5,20	8,7		18,5	72,8	0,1059	~8,9x10 ⁻⁵	8,33 %
S58/11 (U)	7,80-8,30	31,0	56,7	10,3	2,0	<0,002	<6,0x10 ⁻⁹	23,30 %
S60/4 (S)	1,80-2,60	33,0		67,0	-	<0,063	<5,0x10 ⁻⁶	25,72 %
S61/7 (G)	5,10-6,10	8,1		21,2	70,7	0,0895	~6,4x10 ⁻⁵	7,28 %
S62/3 (U)	1,25-1,85	33,8	61,6	4,6	-	<0,002	<6,0x10 ⁻⁹	28,30 %
S63/11 (U)	8,40-9,45	6,4	31,3	50,3	12,0	0,0181	~3,5x10 ⁻⁷	23,71 %
S67/3 (A U)	0,60-1,50	8,9	19,5	29,3	42,3	0,0141	~2,0x10 ⁻⁷	12,26 %
S72/2 (G)	0,30-1,05	5,2		24,8	70,0	0,2314	~4,3x10 ⁻⁴	3,29 %
S76/4 (G)	1,40-2,15	6,0		26,9	67,1	0,1587	~2,0x10 ⁻⁴	4,55 %
S82/2 (U)	0,40-1,20	25,6	57,4	16,1	0,9	<0,002	<6,0x10 ⁻⁹	23,60 %
S85/2 (A G)	0,32-1,00	7,4		25,6	67,0	0,1185	~1,1x10 ⁻⁴	4,27 %
S87/3 (U)	1,20-2,10	7,6	56,0	36,4	-	0,0127	~1,6x10 ⁻⁷	19,06 %
S91/5 (A G)	0,70-1,50	18,9		28,6	52,5	<0,063	<1,0x10 ⁻⁵	3,80 %
MP Bankette West (A G)	diverse	4,7		25,5	69,8	0,1340	~1,1x10 ⁻⁴	8,17 %
MP Bankette Ost (A G)	diverse	4,8		31,2	64,0	0,1244	~9,3x10 ⁻⁵	10,95 %

Tabelle 14b: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: A G = Füllkies; A S = Füllsand; A U = Füllschluff; G = Fluvialtkies; S = Fluvialsand; U = Fluvialschluff;

fett = prägend

* k_r-Wertbestimmung: bei bindigen Böden nach MALLET / PACQUANT bzw. bei nicht bindigen Böden nach BEYER

DIN 18 130-Einstufung: **stark durchlässig** / **durchlässig** / **gering durchlässig** / **sehr gering durchlässig**

- Bodenansprache (DIN 4022) und Bodengruppe (DIN 18 196):

S2/4:	A Sand, stark bindig, kiesig	(DIN 18 196: A SU*/UL)
S2/9:	A Sand, bindig, kiesig	(DIN 18 196: A SU*)
S2/12:	Schluff, sandig, tonig	(DIN 18 196: UM/TM)
S4/3:	Schluff, sandig, tonig, schwach kiesig	(DIN 18 196: UM/TM)
S5/7:	Schluff, sandig, tonig	(DIN 18 196: UM/TM)
S8/5:	Kies-Sand-Gemisch, schwach bindig	(DIN 18 196: GU/SU)
S11/2:	A Schluff, tonig, sandig	(DIN 18 196: A UM/TM)
S14/4:	bindiger Boden, stark sandig	(DIN 18 196: UL/TL)
S16/2:	Schluff, tonig, sandig	(DIN 18 196: UM/TM)
S19/3:	Schluff, stark tonig, schwach sandig	(DIN 18 196: TM/TA)
S22/2:	Schluff, stark sandig, schwach tonig, schw. kiesig	(DIN 18 196: UL/TL)
S24/2:	Schluff, sandig, tonig	(DIN 18 196: UM/TM)
S27/3:	A Kies, sandig, bindig	(DIN 18 196: A GU*)
S30/2:	A Sand, stark kiesig, schwach bindig	(DIN 18 196: A SU)
S32/5:	A Sand, kiesig, schwach bindig	(DIN 18 196: A SU)
S32/10:	A Kies-Sand-Gemisch, schwach bindig	(DIN 18 196: A GU)
S34/6:	A Sand, stark kiesig, bindig	(DIN 18 196: A SU*)
S35/4:	Schluff, schwach sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: UL/TL)
S37/4:	Schluff, stark sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: UL/TL)
S40/6:	Kies, sandig	(DIN 18 196: GW)
S40/10:	Schluff, schwach tonig, schw. sandig, schw. kiesig	(DIN 18 196: UL/TL)
S43/7:	Kies, stark sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
S43/13:	bindiger Boden, stark sandig	(DIN 18 196: UL/TL)
S46/2:	Schluff, stark sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: UL/TL)
S47/7:	Schluff, stark sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: UL/TL)
S48/5:	Schluff, tonig, sandig	(DIN 18 196: UM/TM)
S53/3:	Schluff, sandig, tonig	(DIN 18 196: UM/TM)
S56/6:	Schluff, stark tonig, schwach sandig	(DIN 18 196: TM/TA)
S56/7:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
S58/11:	Schluff, stark tonig, schwach sandig	(DIN 18 196: TM/TA)
S60/4:	Sand, stark bindig	(DIN 18 196: SU*/UL)
S61/7:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
S62/3:	Schluff, stark tonig	(DIN 18 196: TM/TA)
S63/11:	bindiger Boden, stark sandig, schwach kiesig	(DIN 18 196: SU*/UL)
S67/3:	A Kies, sandig, schluffig, schwach tonig	(DIN 18 196: A GU*/GT)
S72/2:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)

(Fortsetzung Bodenansprache (DIN 4022) und Bodengruppe (DIN 18 196))

S76/4: Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
S82/2: Schluff, tonig, sandig	(DIN 18 196: UM/TM)
S85/2: A Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: A GU)
S87/3: Schluff, stark sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: UL/TL)
S91/5: A Kies, sandig, bindig	(DIN 18 196: A GU*)
MP Bankette West: A Kies, sandig	(DIN 18 196: A GW/GU)
MP Bankette Ost: A Kies, sandig	(DIN 18 196: A GW/GU)

Nach den Ergebnissen der Korngrößenanalysen können die einzelnen (aufgefüllten) Bodeneinheiten wie folgt zusammenfassend beschrieben werden.

Füllkiese: Die kiesigen Auffüllungen, außerhalb der als Schotterung und Bankette eingesetzten Massen, können als nicht/schwach bindige bis bindige, sandige Kiese bis stark kiesige Sande beschrieben werden. Neben bodenmechanisch weitgehend prägenden kiesigen und sandigen Anteilen beeinflussen die in unterschiedlichem Maße vorhandenen bindigen, d.h. schluffig-tonigen, Komponenten in erster Linie die Frostempfindlichkeit und die Durchlässigkeit der Füllkiese.

Füllsande: Neben prägenden Sandanteilen liegen stets kiesige Nebengemengteile vor. Der bindige Anteil schwankt jedoch erheblich zwischen < 15 % bis > 30%, was die Füllsande in erheblichem Maße frost- und witterungsempfindlich macht und die Durchlässigkeit entsprechend stark beeinflusst.

Füllschluffe: Die Zusammensetzung der Füllschluffe kann deutlich schwanken. Neben prägenden schluffig-tonigen Komponenten können auch kiesig-sandige Anteile in nennenswertem Umfang vorhanden sein. Diese Material ist insgesamt als sehr frost- und witterungsempfindlich einzuschätzen.

Fluviatilkiese: Die untersuchten geogenen Kiese sind verhältnismäßig gleichartig zusammengesetzt und können als schwach bindige, sandige bis selten stark sandige Kiese beschrieben werden. Die bindigen Nebengemengteile beeinflussen die Fluviatilkiese nur in geringem Umfang.

Fluviatilsande: Die fluviatilen Sande führen stets deutliche bindige Anteile und sollte daher sicherheitshalber als stark sandige, bindige Böden zusammengefasst werden. Die Fluviatilsande sind in erheblichem Maße frost- und witterungsempfindlich. Die Durchlässigkeit wird durch die bindigen Anteile entsprechend stark beeinflusst.

Fluviatilschluffe: Auch die geogenen Schluffen zeigen eine verhältnismäßig große Bandbreite der Zusammensetzung auf, die von stark sandigen und zuweilen schwach kiesigen bindigen Böden bis zu schwach sandigen, stark tonigen Schluffen reicht. Die bodenmechanischen Eigenschaften werden insbesondere vom schwankenden Tonanteil beeinflusst, der größenordnungsmäßig zwischen $< 5\%$ bis $\sim 35\%$ ermittelt wurde.

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1; Anlage 4.1): Der untersuchte Boden weist in klarer Abhängigkeit von der Tiefenlage unterschiedliche Grade der Durchfeuchtung auf. Bis zu einem Niveau von ca. +374 bis +373 m NHN wurde mehrheitlich eine geringe/normale Durchfeuchtung ermittelt, die jeweils unterhalb einer materialspezifischen Wassersättigung liegt.

Unterhalb eines Niveaus von etwa +373 m NHN wurden in den Böden zumeist deutlich erhöhte Wassergehalte festgestellt. Die hohe Durchfeuchtung bis hin zur Wassersättigung wird hier jeweils auf eine Grundwasserbeeinflussung zurückgeführt.

- Ungleichförmigkeit: Die bindigen und/oder deutlich verlehmtten (Füll-)Böden dürfen keinesfalls direkt nachverdichtet werden, da dies die Bodenstruktur zerstören würde. Vorgenannte Aussage betrifft damit in erster Linie die untersuchten Füll- und Fluviatilschluffe. Wechselnde und teilweise erhöhte bindige Anteile führen jedoch auch die Füllkiese sowie die Füll- und Fluviatilsande, weshalb direkte Nachverdichtungen hier ebenfalls unterlassen werden sollten.

Die fluviatilen Kiese führen hohe Ungleichförmigkeitszahlen von $U > 15$, jedoch allenfalls moderat hohe Krümmungszahlen und können diesbezüglich als 'weitgestuft' bis 'intermittierend' eingestuft werden. Hinsichtlich einer Nachverdichtungseignung fällt dies jedoch nicht negativ auf. Aushubbedingte Auflockerungen lassen sich so mit geringem Aufwand beseitigen.

- Durchlässigkeit (DIN 18 130): Die theoretische Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizienten) nach BEYER ergibt für die untersuchten Kiese Durchlässigkeiten in der Größenordnung von ca. $k_f \sim 7 \times 10^{-4}$ m/s bis $k_f \sim 4 \times 10^{-5}$ m/s (DIN 18 130: \sim 'stark durchlässig' bis 'durchlässig').

Die untersuchten Fluviatilkiese führen damit keinerlei Staunässepotenzial und lassen im Gegenzug eine gewisse Versickerungsleistung erwarten ('Leiter'/'Nichtstauer').

Die teils deutlich verlehmtten und z.T. als 'bindige Böden' zu klassifizierenden Füllkiese, Füllsande und Geogensande führen Durchlässigkeiten in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-5}$ m/s bis $k_f \sim 10^{-8}$ m/s und sind damit als 'durchlässig' bis 'gering durchlässig' im Sinne der DIN 18 130 zu klassifizieren. In Abhängigkeit vom

Grad der Verlehmung führen diese (Füll-)Böden kein nennenswertes bis ein deutliches Staunäsepotenzial (‘Leiter’ bis ‘Geringleiter’/‘Nichtstauer’ bis ‘Stauer’).

Demgegenüber können für die Füll- und Fluviatilschluffe Durchlässigkeitsbeiwerte nach MALLET/PACQUANT in der Größenordnung von $k_f \sim 4 \times 10^{-7}$ m/s bis zumeist $k_f < 1 \times 10^{-8}$ m/s (DIN 18 130: ‘gering durchlässig’ bis ‘sehr gering durchlässig’) in Ansatz genommen werden. Diese Böden besitzen ein geringes bis deutlich ausgeprägtes Staunäsepotenzial und zeigen z.T. eine erhebliche aufstauende Wirkung für anfallende Oberflächenwässer an (‘Stauer’/‘Nichtleiter’).

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Die untersuchten geogenen Kiese sollten aufgrund der geringen bindigen Anteile in Verbindung mit den hohen Ungleichförmigkeitszahlen in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 eingestuft werden (‘gering bis mittel frostempfindlich’)

Alle übrigen untersuchten Böden sollten aufgrund der erhöhten bzw. prägenden bindigen Anteile in die Klasse F 3 (‘sehr frostempfindlich’) eingestuft werden.

- Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128): Innerhalb der oberflächennah anstehenden fluviatil abgelagerten Böden (Kies/Schluffe, siehe Tabellen 2a-n) wurde im Gelände teilweise eine geringe Organikführung erkannt. An daraus gewonnenen Proben wurden daher ergänzende Glühverlustbestimmungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 15 zu entnehmen.

Die vorhandenen (Füll-)Oberböden sind als Schutzgut ohnehin vollständig aus dem Baufeld zu entfernen bzw. in nutzbarem Zustand zu erhalten (siehe DIN 18 320 und BauGB §202) und wurden daher weitestgehend nicht untersucht.

Neben der aktuellen DIN EN ISO 14688-2 erfolgt eine Bewertung gem. der 'alten' DIN 1054, da diese zwischen bindigen und nichtbindigen Böden differenziert und somit eine detailliertere Charakterisierung / Einstufung liefert.

Probe	Einheit	Entnahmetiefe	Organik (%)	DIN 1054	DIN EN ISO 14688-2
S2/4	Füllsand	1,20-2,20 m	1,23	<i>nichtorganischer Boden</i>	<i>nicht organisch</i>
S11/2	Füllschluff	0,30-1,30 m	8,07	siehe nachfolgende textliche Erläuterungen	
S16/2	Fluviatilschluff	0,40-1,20 m	6,79		
S27/3	Füllkies	0,50-1,50 m	4,38		
S89/1	Mutterboden	0,00-1,00 m	9,34	<i>organischer Boden</i>	<i>mittel organisch</i>

Tabelle 15: Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

DIN 1054-Klassifizierung: 'nichtorganischer Boden' (nichtbindige Böden < 3 %, bindige Böden < 5 %)
'organischer Boden' (nichtbindige Böden 3-20 %, bindige Böden 5-20%)
'hochorganischer Boden' (> 20 %)

DIN EN ISO 14688-2: 'nicht organisch' (< 2 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
'schwach organisch' (2-6 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
'mittel organisch' (6-20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
'stark organisch' (> 20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)

Das Ergebnis der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; Anlage 5.1) belegt innerhalb der exemplarisch/stellvertretend untersuchten Füll- und Fluviatilschluffe sowie der Füllkiese zumindest teilweise erhöhte Organikgehalte ($V_{gl} = 4,4 - 8,1 \%$).

Der örtlich untersuchte Mutterboden führt erwartungsgemäß erhöhte Organikanteile, die analog für die übrigen Mutterböden angenommen werden können.

Da bereits im Gelände ein gewisser Gehalt an Kalkstein-Kieskorn bzw. Kalkgehalt der Füll- und Fluviatilschluffe festgestellt wurde (feldmäßige Schnelltests – teils deutliches Aufbrausen beim HCl-Versuch), war davon auszugehen, dass eine gewisse Reaktion auf den Glühverlust-Versuch (Versuchstemperatur 550°C) erfolgen würde.

Auf Grundlage von Erfahrungswerten von vergleichbaren Standorten ist festzustellen, dass typischerweise bis ca. 400° C keine nennenswerten Kohlenstoffkonzentrationen erfasst werden, was klar auf das Fehlen 'echter' organischer Substanzen zurückgeführt werden kann.

Erst bei Temperaturen > 500° C erfolgt ein plötzlicher Kohlenstoffanstieg, der auf den Zusammenbruch der Karbonatstrukturen und den entsprechenden Austritt von Kohlendioxid zurückzuführen ist.

Die erhöhten Organikgehalte innerhalb der Füllkiese und (Füll-)Schluffe sind daher auf einen versuchsspezifischen Carbonatverlust (CO₂ gas bei Erhitzen aus) und nicht auf relevante organische Anteile im engeren Sinne zurückzuführen.

Hochorganische Böden konnten im Zuge der aktuellen bodenmechanischen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Das Vorkommen auch solcher Böden kann aufgrund örtlicher Erfahrungen jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden (siehe z.B. BS 30 in [V2]). Die vollständige und tiefreichende Entfernung (hoch-) organischer Böden wird in der Maßnahme als bautechnisch nicht umsetzbar angesehen.

Es werden daher technische Sicherungsmaßnahmen (Einbau von bewehrenden Geogittern) für die Errichtung von Teilen der geplanten, intensiv zu befahrenden Fahrtrassen empfohlen.

- Fließ-/Ausrollgrenzen (DIN EN ISO 17892-12): Die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen wurde ergänzend an ausgewählten Proben vorgenommen (siehe Tabelle 16 und Anlagen 6.1 - 6.19).

Probe	Fließgrenze WL	Ausrollgrenze WP	Plastizitätszahl Ip	Wassergehalt w	Konsistenzzahl Ic
S2/12	39,0 %	21,1 %	17,9 %	35,8 %	0,18
S4/3	33,0 %	20,4 %	12,6 %	17,3 %	1,24
S5/7	37,3 %	21,3 %	16,0 %	34,1 %	0,20
S11/2	48,4 %	25,7 %	22,7 %	20,0 %	1,25
S16/2	38,8 %	21,1 %	17,7 %	23,2 %	0,88
S22/2	29,9 %	18,1 %	11,8 %	19,8 %	0,85
S24/2	49,0 %	27,3 %	21,7 %	26,5 %	1,04
S35/4	44,2 %	24,7 %	19,5 %	14,3 %	1,53
S40/10	49,1 %	25,5 %	23,6 %	24,7 %	1,03
S43/13	40,0 %	25,0 %	15,2 %	22,0 %	1,2
S46/2	30,9 %	22,5 %	8,4 %	17,7 %	1,58
S47/7	26,9 %	18,1 %	8,8 %	17,0 %	1,13
S48/5	41,4 %	22,4 %	19,0 %	28,2 %	0,69
S53/3	40,6 %	22,7 %	17,9 %	24,0 %	0,92
S56/6	51,2 %	25,8 %	25,4 %	28,0 %	0,91
S62/3	63,5 %	29,3 %	34,2 %	28,3 %	1,03
S67/3	35,3 %	20,5 %	14,8 %	12,3 %	1,56
S82/2	48,0 %	24,6 %	23,4 %	23,6 %	1,04
S87/3	27,4 %	19,8 %	7,6 %	19,1 %	1,10

Tabelle 16: Ergebnisse der Zustandsgrenzenbestimmungen

Bei Einsatz der gewonnenen Daten in das Plastizitätsdiagramm nach *CASAGRANDE* liegen die untersuchte Bodenproben überwiegend im Bereich der nach DIN 18 196 bezeichnete Bodengruppen 'mittel plastische Schluffe' (UM) und 'mittel plastische Tone' (TM).

Böden, die einen hohen Tonanteil führen, z.B. das Material der Proben S56/6 oder S62/3, kann im Übergangsbereich der Bodengruppen 'mittel plastische Tone' (TM) bis 'ausgeprägt plastische Tone' (TA) und 'Tone mit organischen Beimengungen, organogene Tone' (OT) zu liegen kommen.

Demgegenüber liegen Böden mit geringen Tonanteilen bzw. solche, die als 'bindige Böden' anzusprechen sind, zumeist im Bereich der Bodengruppen 'Sand-Ton-Gemische' (ST), 'leicht plastische Schluffe' (UL), 'leicht plastische Tone' (TL) und dem sogenannten 'Zwischenbereich'.

Bei Betrachtung der Plastizitätszahlen sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalken nach ATTERBERG ergibt sich für die Proben in Abhängigkeit vom Tonanteil ein sehr unterschiedlich breiter Bildsamkeitsbereich, sodass die Böden in höchst unterschiedlichem Maße auf Wassergehaltsänderungen reagieren (= geringe bis stark ausgeprägte Nässeempfindlichkeit) auf.

Im *ungestörten* Zustand liegen die Böden zumeist in steifer bis halbfester Konsistenz vor. Lokal konnten sehr geringe Konsistenzzahlen nachgewiesen werden (Probe S2/12 und Probe S5/7), die auf örtlich erhöhte Durchfeuchtungen zurückzuführen sind.

Es sei an dieser Stelle klar darauf hingewiesen, dass die Konsistenz eine veränderliche Größe darstellt. Bei Wegnahme der Überlagerungsspannung und/oder Vorlage ungünstiger Witterungsverhältnisse ist eine Konsistenzabnahme bis hin zum weichen Zustand möglich.

Bodenmechanisches Fazit: Die untergrundprägende Einheit (Terrassenkies) stellt sich weitgehend als gering bindiger, (stark) sandiger Kies dar. Die Kiese liegen ab etwa 2 m u.GOK weitgehend wassergesättigt-nass vor. Das untersuchte, gering bis mittel frostempfindliche Kiesmaterial weist allgemein mittelhohe bis hohe Durchlässigkeiten auf. Es handelt sich hierbei um einen Baugrund mittlerer bis hoher Güte.

Die Füllkiese, die Füll- und Fluviatilschluffe sowie die untergeordnet angetroffenen Fluviatilsande werden hingegen von bindigen Bestandteilen geprägt. Diese Böden ist verbreitet als (sehr) gering durchlässig und sehr frostempfindlich einzustufen.

Im ungestörten Zustand konnten labortechnisch mehrheitlich steife bis halbfeste Konsistenzen ermittelt werden. Die stark unterschiedlich ausgeprägte Witterungsempfindlichkeit verbleibt jedoch als bautechnisch kritischer Faktor. In Abhängigkeit der bauseits tatsächlich vorliegenden Konsistenzen handelt es sich um einen Boden geringer bis mittlerer Güte.

Lokal wurden organische Böden nachgewiesen die durch bautechnische Sicherungsmaßnahmen berücksichtigt werden sollten.

5.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5 und DPH)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die DIN 4094, TP BF-StB Teil B15.1 sowie EN ISO 22476-2 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light', 5 cm² Spitzenquerschnitt) sowie mit der sog. Schweren Rammsonde (DPH = 'Dynamic Probing Heavy'; 15 cm² Spitzenquerschnitt) durchgeführt.

Die Ram sondierungen erfolgten jeweils nahe der jeweiligen Bohrungen (z.B. BS S1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe. Die Ramm diagramme der DPL und DPH sind in der Anlagen 2.1 bis 2.10 grafisch dargestellt und den jeweiligen Ramm kernsondierungen gegenübergestellt.

Ausgewertet werden nur die Bereiche unterhalb ohnehin abzuschiebender (aufgefüllter) Oberböden oder örtlicher Versiegelungen.

In der folgenden Tabelle 17 erfolgt eine orientierende Gegenüberstellung der DPH-Schlagzahlen und der zugehörigen Lagerungsdichten / Konsistenzen der Sande und Lehme. Die

DPH-Schlagzahlen n_{10} (nichtbindige Böden)	≤ ca. 4	ca. 4 - 13	≥ ca. 13	
zugehörige Lagerungsdichte	± locker	± mitteldicht	± dicht	
DPH-Schlagzahlen n_{10} (bindige Böden)	ca. 0 - 2	ca. 2 - 5	ca. 5 - 9	ca. 9 - 17
zugehörige Konsistenz	± breiig	± weich	± steif	± halbfest

Tabelle 17: Gegenüberstellung DPH-Schlagzahlen bindige – nicht bindige Böden

Die weitere Beurteilung erfolgt getrennt nach 'Teilgewerken' und unter Berücksichtigung der bauteilspezifischen Gründungsanforderungen.

Widerlager und Rampe südlich der Brücke über die B16 (BS S2 – S14)

⇒⇒ Auffüllungen (im Widerlagerbereich örtlich bis 7,5 m u.GOK): Die teilweise sehr mächtigen Auffüllungen führen überwiegend geringe bis mittelhohe Schlagzahlen von $DPH_{n_{10}} \leq 3 - 10$. Dies entspricht in erster Linie lockeren bis mitteldichten Lagerungszuständen der kiesig-sandigen Auffüllungen. Die in den Rampenbereichen mehrheitlich angetroffenen bindigen Auffüllungen liegen damit in weicher Konsistenz vor.

Bautechnische Beurteilung: nicht durchgängig gründungsg geeignet

⇒ bindige Fluviatilablagerungen: Innerhalb der vorwiegend oberflächennah anzutreffenden bindigen Fluviatilsedimente (v.a. Fluviatilschluff) konnten vor allem niedrige Schlagzahlen ermittelt werden ($DPH_{n_{10}} \sim 1 - 5$). Stellenweise, jedoch keinesfalls durchgängig, konnten zur Tiefe hin auch höhere Schlagzahlen im Niveau $DPH_{n_{10}} \sim 5 - 10$ festgestellt werden. Damit liegen oberflächennah in erster Linie weiche Konsistenzen vor. Zur Tiefe können bisweilen weich-steife bis steife Konsistenzen vorliegen. Die Witterungsempfindlichkeit der bindigen Böden verbleibt als weiterer bautechnisch zu beachtender Faktor. Bei Wegnahme der Überlagerungsspannung und/oder Vorlage ungünstiger Witterungsbedingungen kann folglich eine Konsistenzabnahme bis zum weich-breiiigen Zustand erfolgen.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

⇒ Fluviatilkies: Die im mittleren bis tieferen Profil häufig angetroffenen Kiese zeigen in der Regel mittelhohe Schlagzahlen auf ($DPH_{n_{10}} \geq 5$). Lokal können Auflockerungszonen vorliegen. Zur Tiefe konnte in einigen Aufschlüssen eine Zunahme der Lagerungsdichten nachgewiesen werden ($DPH_{n_{10}} \geq 15 - 20$). Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in mehrheitlich mitteldichter Lagerung vor. Zur Tiefe können auch dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

Ein- und Ausfädelungsspur B16 Fahrtrichtung Ingolstadt (BS S1 und S15 – S22)

⇒ bindige Fluviatilablagerungen: Innerhalb der vorwiegend oberflächennah anzutreffenden bindigen Fluviatilsedimente (Fluviatilschluff und Fluviatilton) und nur im Bereich der BS S1 erbohrten Füllschluffe, konnten vor allem niedrige Schlagzahlen ermittelt werden ($DPL n_{10} < 10$). Es liegen oberflächennah in erster Linie weiche Konsistenzen vor. Zur Tiefe hin konnte innerhalb der bindigen Fluviatilablagerungen eine teils deutliche Zunahme der Schlagzahlen auf ein Niveau von $DPL n_{10} > 20 - 30$ registriert werden. Diese Schlagzahlzunahme suggeriert eine Erhöhung der Baugrundgüte, welche in diesem Maß nicht vorliegt. Ein Teil der gestiegenen Schlagzahlen wird stattdessen auf eine versuchsspezifische Schlagzahlverfälschung innerhalb der zunehmend unter Wassereinfluss stehenden Böden zurück geführt (Schluff 'pappt' am Sondiergestände und Porenwasserüberdruck). Durch den steigenden Überlagerungsdruck erfolgt hier lediglich eine geringfügige Konsistenzzunahme, sodass zur Tiefe von der Vorlage allenfalls weich-steifer Konsistenzen ausgegangen wird. Es gelten zudem die o.g. Anmerkungen zur Konsistenzvariabilität bindiger Böden.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsgeeignet

⇒ Fluviatilkies: Die zur Tiefe hin zumeist angetroffenen Kiese zeigen in der Regel mittelhohe bis hohe Schlagzahlen auf ($DPL n_{10} > 10 - 30$). Die fluviatilen Kiese liegen damit in mitteldichter bis dichter Lagerung vor.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsgeeignet

Ein- und Ausfädelungsspur B16 Fahrtrichtung Neuburg a.d. Donau (BS S23 – S30)

⇒ Auffüllungen: Abgesehen von oberflächlichen Auflockerungen zeigen die kiesig-sandigen Auffüllungen in der Regel mittelhohe bis hohe Schlagzahlen auf ($DPL n_{10} > 10 - 30$). Die Füllkiese und Füllsande liegen damit vorwiegend in mitteldichter bis dichter Lagerung vor.

Die Rammsondierungen DPL S27 und DPL S28 mussten innerhalb der Auffüllungen wegen nicht mehr feststellbaren Rammfortschritts vorzeitig abgebrochen werden. Neben hohen Lagerungsdichten wird hier ein gewisser Steinkornanteil innerhalb der Auffüllungen als Grund angenommen.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsgeeignet

⇒ bindige Fluvialablagerungen: Sofern durch die DPL erreicht wurden innerhalb der Fluvialtschluffe vor allem niedrige Schlagzahlen ermittelt (DPL $n_{10} < 10$). Es liegen in erster Linie weiche Konsistenzen vor. Es gelten zudem die o.g. Anmerkungen zur Konsistenzvariabilität bindiger Böden.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

⇒ Fluvialtkies: Die zur Tiefe hin zumeist angetroffenen Kiese zeigen in der Regel mittelhohe bis hohe Schlagzahlen auf (DPL $n_{10} > 10 - 30$). Die fluvialen Kiese liegen damit in mitteldichter bis dichter Lagerung vor.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsg geeignet

Widerlager und Rampe nördlich der Brücke über die B16 (BS S31 – S39, S41)

⇒⇒ Auffüllungen (im Widerlagerbereich örtlich bis > 8 m u.GOK): Die teilweise sehr mächtigen Auffüllungen führen bis auf eine Höhenkote von ca. +376 mNHN überwiegend mittelhohe Schlagzahlen von DPH $n_{10} \geq 5 - 10$. Dies entspricht in erster Linie mitteldichten Lagerungszuständen der kiesig-sandigen Auffüllungen. Unterhalb von ca. +376 m NHN wurden häufig niedrige Schlagzahlen von DPH $n_{10} < 4 - 5$ ermittelt, womit zur Tiefe vor allem lockere Lagerungsdichten bzw. weiche Konsistenzen der Auffüllungen vorliegen.

Die ausserhalb der Widerlagerbereiche vor allem angetroffenen bindigen Füllböden liegen ebenfalls in weicher Konsistenz vor (hier DPL $n_{10} < 10$).

Bautechnische Beurteilung: nicht durchgängig gründungsg geeignet

⇒ bindige Fluvialablagerungen: Innerhalb der teilweise tiefgründig anstehenden bindigen Fluvialtschluffe konnten vor allem niedrige Schlagzahlen ermittelt werden (DPH $n_{10} \sim 1 - 5$). Damit liegen in erster Linie weiche Konsistenzen vor. Zur Tiefe bzw. im Endteufenbereich können unter Berücksichtigung der o.g. Anmerkungen zur Schlagzahlverfälschung bisweilen weich-steife bis steife Konsistenzen vorliegen (z.B. BS S31). Die Witterungsempfindlichkeit der bindigen Böden verbleibt als weiterer bautechnisch zu beachtender Faktor. Bei Wegnahme der Überlagerungsspannung und/oder Vorlage ungünstiger Witterungsbedingungen kann folglich eine Konsistenzabnahme bis zum weich-breiigen Zustand erfolgen.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

⇒ Fluviatilkies: Die im mittleren bis tieferen Profil angetroffenen Kiese zeigen in der Regel mittelhohe Schlagzahlen auf ($DPH_{n_{10}} \geq 5$, z.T. > 10). Lokal können Auflockerungszonen vorliegen. Eine deutliche Zunahme der Schlagzahlen zur Tiefe kann nicht durchgängig belegt werden.

Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in mehrheitlich mitteldichter Lagerung vor. Zur Tiefe können untergeordnet dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsg geeignet

Sicht- und Blendschutzwand (BS S40, S43 und S46)

⇒⇒ Auffüllungen: Die in diesem Abschnitt nur im Bereich der BS S43 angetroffenen und zudem geringmächtigen Auffüllungen führen Schlagzahlen von $DPH_{n_{10}} \leq 6$. Dies entspricht lockeren bis allenfalls mitteldichten Lagerungszuständen der kiesig-sandigen Auffüllungen.

Bautechnische Beurteilung: nicht durchgängig gründungsg geeignet

⇒ bindige Fluviatilablagerungen (oberflächennah; bis ca. 1,5 – 2,0 m u.GOK): Innerhalb der 'oberen' Fluviatilschluffe wurden vor allem niedrige Schlagzahlen ermittelt ($DPH_{n_{10}} \sim 1 - 4$). Es liegen in erster Linie weiche Konsistenzen vor. Es gelten zudem die o.g. Anmerkungen zur Konsistenzvariabilität bindiger Böden.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

⇒⇒ Fluviatilkies: Es wurden mehrheitlich niedrige und mittelhohe Schlagzahlen festgestellt ($DPH_{n_{10}} \leq 10$, häufig ≤ 3). Eine deutliche Zunahme der Schlagzahlen zur Tiefe kann nicht durchgängig belegt werden.

Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in lockerer bis allenfalls mitteldichter Lagerung vor. Zur Tiefe können untergeordnet dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

Bautechnische Beurteilung: nicht durchgängig ausreichend gründungsg geeignet

⇒ bindige Fluviatilablagerungen (tieferliegend; ab ca. 7,5 / 9,5 m u.GOK): Innerhalb der 'unteren' Fluviatilschluffe wurden mittelhohe bis hohe Schlagzahlen ermittelt (im Mittel $DPH_{n_{10}} > 10$). Zur Tiefe erfolgt zudem eine erkennbare Schlagzahlzunahme. Auch unter Berücksichtigung einer gewissen

Schlagzahlverfälschung kann im ungestörten Zustand von steifen bis halbfesten Konsistenzen ausgegangen werden.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsg geeignet

Zubringer nördlich der B16 / Altbestand ND18 (BS S42, S44, S45, S47 bis S59, S67)

⇒ Füllkies und Füllsand: Die angetroffenen kiesig-sandigen Auffüllungen weisen meist hohe DPL-Schlagzahlen von $n_{10} > 20 - 40$ (z.T. deutlich höher) auf. Dies entspricht mindestens mitteldichten bis – im Bereich der vorhandenen Fahrbahnen – häufig dichten bis sehr dichten Lagerungszuständen. Teilweise mussten die Ansatzpunkte der DPL vorgebohrt werden (z.B. DPL S50 oder S52), da mit der Rammsonde allein kein Tiefengewinn erzielt werden konnte. Neben einer gewissen Einbauverdichtung werden die hohen Lagerungsdichten auch auf langjährigen Eintrag von Verkehrslasten zurückgeführt.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsg geeignet

⇒ bindige Fluviatilablagerungen (und lokale Füllschluffe): Innerhalb der Füll- und Fluviatilschluffe wurden zunächst vor allem niedrige Schlagzahlen ermittelt (DPL $n_{10} < 10$). Es liegen oberflächennah in erster Linie weiche Konsistenzen vor. Zur Tiefe hin konnte innerhalb der bindigen Fluviatilablagerungen eine teils deutliche Zunahme der Schlagzahlen auf ein Niveau von DPL $n_{10} > 20 - 30$ registriert werden. Diese Schlagzahlzunahme suggeriert eine Erhöhung der Baugrundgüte, welche in diesem Maß nicht vorliegt. Ein Teil der gestiegenen Schlagzahlen wird stattdessen auf eine versuchsspezifische Schlagzahlverfälschung innerhalb der zunehmend unter Wassereinfluss stehenden Böden zurück geführt (Schluff ´pappt´ am Sondiergestände und Porenwasserüberdruck). Durch den steigenden Überlagerungsdruck erfolgt hier lediglich eine geringfügige Konsistenzzunahme, sodass zur Tiefe von der Vorlage allenfalls weich-steifer Konsistenzen ausgegangen wird. Es gelten zudem die o.g. Anmerkungen zur Konsistenzvariabilität bindiger Böden.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

⇒ Fluviatilkies und Fluviatilsand: Die im mittleren bis tieferen Profil angetroffenen Kiese und Sande zeigen mittelhohe bis hohe Schlagzahlen auf (DPL $n_{10} > 10 - 20$, z.T. deutlich höher). Eine deutliche Zunahme der Schlagzahlen zur Tiefe kann nicht durchgängig belegt werden.

Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in mehrheitlich mitteldichter bis dichter Lagerung vor.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsgeeignet

Umfeld neue Rad-/Gehwegbrücke (BS S60 bis S63)

⇒ oberflächennahe Fluviatilschluffe und Fluviatilsande: Bis etwa 3 m u.GOK (am Westufer des Schornreuter Kanals) bzw. bis etwa 5 m u.GOK (am Ostufer des Schornreuter Kanals) wurden durchweg niedrige Schlagzahlen ermittelt (DPH $n_{10} \leq 3 - 4$; häufig 1). Es liegen hier weiche bis teilweise weich-breiige Konsistenzen bzw. lockere und z.T. sehr lockere Lagerungsdichten vor.

Bautechnische Beurteilung: nicht gründungsgeeignet

⇒ Fluviatilkies: Ab etwa 3 m u.GOK bzw. 5 m u.GOK erfolgt eine Schlagzahlzunahme auf ein mehrheitlich mittelhohes Niveau (DPH $n_{10} \sim 5 - 10$). Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in mehrheitlich mitteldichter Lagerung vor.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsgeeignet

⇒ bindige Fluviatilablagerungen (tieferliegend; ab ca. 7,1 - 8,8 m u.GOK): Innerhalb der 'unteren' Fluviatilschluffe wurden mittelhohe bis hohe Schlagzahlen ermittelt (im Mittel DPH $n_{10} > 10 - 20$). Auch unter Berücksichtigung einer gewissen Schlagzahlverfälschung kann im ungestörten Zustand von steifen bis halbfesten Konsistenzen ausgegangen werden.

Aus Erfahrung wird bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass ungefähr ab DPH-Schlagzahlen $n_{10} > 20$ Spundbohlen oder T-Träger aufgrund des Widerstandes nicht ohne zusätzlichen technischen Aufwand wesentlich tiefer eingebaut/eingerammt werden können.

Daher werden – sollte bis in betreffende Tiefen gespundet werden müssen – ab DPH-Schlagzahlen von ca. $n_{10} \geq 20$ wahrscheinlich technische Einbringhilfen notwendig.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsgeeignet

Neubaustrecke ND18 (BS S69, S70, S72, S74, S76, S78 bis S82)

⇒ oberflächennahe Fluviatilschluffe und Fluviatilkiese (meist bis ca. 0,5 – 1,0 m u.GOK; Ausnahme Umfeld BS S82): unabhängig von der genauen Korngrößenzusammensetzung wurden oberflächennah durchweg niedrige Schlagzahlen ermittelt ($DPH_{n_{10}} \leq 3 - 4$; häufig 1 bzw. $DPH_{n_{10}} \leq 10$). Im Bereich der BS S82 wurden tiefreichende Aufweichungen/Auflockerungen bis rund 2,8 m u.GOK festgestellt. Es liegen hier weiche bis teilweise weich-breiige Konsistenzen bzw. lockere und z.T. sehr lockere Lagerungsdichten vor.

Bautechnische Beurteilung: nicht gründungsgeeignet

⇒ Fluviatilkies: Ab den o.g. Tiefen erfolgt eine (deutliche) Schlagzahlzunahme auf ein mittelhohes bis teilweise sehr hohes Niveau ($DPH_{n_{10}} \sim 5 - 10$; z.T. deutlich höher). Gewisse Auflockerungen konnten lediglich im Endteufenbereich der DPL S82 nachgewiesen werden.

Die fluviatilen Kiese liegen damit in zumeist mitteldichter bis z.T. sehr dichter Lagerung vor. Einzelne Rammsondierungen mussten aufgrund der hohen Lagerungsdichten vor Erreichen der Bohrendteufen wegen nicht mehr feststellbarem Rammfortschritt abgebrochen werden (Anmerkung Spundwände/T-Träger siehe oben).

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsgeeignet

Bestandstrasse ND18 (BS S83 bis S92)

⇒ Füllkies: Die angetroffenen kiesigen Auffüllungen weisen meist hohe DPL-Schlagzahlen von $n_{10} > 20 - 40$ (z.T. deutlich höher) auf. Dies entspricht mindestens mitteldichten bis – im Bereich der vorhandenen Fahrbahnen – häufig dichten bis sehr dichten Lagerungszuständen. Teilweise mussten die Ansatzpunkte der DPL vorgebohrt werden (z.B. DPL S91 oder S92), da mit der Rammsonde allein kein Tiefengewinn erzielt werden konnte. Neben einer gewissen Einbauverdichtung werden die hohen Lagerungsdichten auch auf langjährigen Eintrag von Verkehrslasten zurückgeführt. Im Bereich der Bohrung BS S91 wurde hierbei offenbar eine ältere überbaute Schwarzdecke angetroffen.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsgeeignet

⇒ Füllschluff: Die angetroffenen schluffig-lehmigen Auffüllungen (außerhalb der aktuell schwarzdeckenversiegelten Trassenbereich) benötigen nur geringe DPL-Schlagzahlen von zumeist $n_{10} < 10$. Es liegen damit in erster Linie weiche

Konsistenzen der bindigen Füllböden vor. Es gelten zudem die o.g. Anmerkungen zur Konsistenzvariabilität bindiger Böden.

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

- ⇒ Fluviatilschluff: Innerhalb der schluffig-lehmigen Geogenböden wurden mehrheitlich niedrige bis mittelhohe DPL-Schlagzahlen von zumeist $n_{10} \leq 12$ ermittelt. Unter Grundwassereinfluss ist von einer gewissen Schlagzahlverfälschung auszugehen. Es liegen damit in erster Linie weiche Konsistenzen der bindigen Fluviatilablagerungen vor. Es gelten zudem die o.g. Anmerkungen zur Konsistenzvariabilität bindiger Böden

Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet

- ⇒ Fluviatilkies und Fluviatilsand: Die in diesem Teil des Untersuchungsgebietes bis 3 m u.GOK nur untergeordnet angetroffenen im mittleren bis tieferen Profil angetroffenen Kiese und Sande weisen mittelhohe bis hohe Schlagzahlen auf (DPL $n_{10} > 10 - 20$, z.T. deutlich höher). Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in mehrheitlich mitteldichter bis dichter Lagerung vor. Die DPL S92 musste im Übergang von den fluviatilen Sanden zu den Kiesen abgebrochen werden, da hier kein weiterer Rammfortschritt mehr erzielt werden konnte.

Bautechnische Beurteilung: ausreichend gründungsg geeignet

5.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabellen 18a und 18b werden, abgeleitet aus den bodenmechanischen Laborversuchen und basierend auf örtlichen Erfahrungs- und Literaturwerten, Schwankungsbreiten der bodenmechanischen Kennwerte für die gründungsrelevanten Bodenschichten aufgeführt. Sie stellen gemäß DIN 'vorsichtige Schätzwerte der Mittelwerte' (charakteristische Werte) dar.

BODENART	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ_k bzw. $\varphi_{s,k}$ (°)	c_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
einzubauende Schotter-/Kiestrag-schicht: Kies, sandig, schwach bindig; +/- dicht	21,5 - 22,0	13,5 - 14,0	35,0 - 37,5	0	80.000 - 100.000 RW 80.000
V1-Material (potenzielles Aufhöhungsmaterial): Kies, sandig, schwach bindig (bindiger Anteil < 10 %); dicht	21,0	13,0	35,0	0	40.000 - 60.000 RW 50.000
Füll- und Fluviatilschluff (aufgeweicht): Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; weich-breiig	16,0 - 18,0	6,0 - 8,0	15,0 - 20,0	0 - 5 RW 0	2.000 - 4.000 RW 2.000
Füll- und Fluviatilschluff (oberflächennah): Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; +/- weich	18,0 - 18,5	8,0 - 8,5	15,0 - 20,0	1 - 2 RW 1	3.000 - 5.000 RW 3.000
Fluviatilschluff (tieferliegend): Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; weich-steif bis steif	18,5 - 19,5	8,5 - 9,5	15,0 - 20,0	2 - 5 RW 2,5	6.000 - 12.000 RW 8.000
Fluviatilschluff (lokal; > 7 - 8 m u.GOK): Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; steif bis halbfest	18,5 - 19,5	8,5 - 9,5	15,0 - 20,0	5 - 10 RW 5	12.000 - 18.000 RW 15.000
Torf (lokal): organische Substanz, unzersetzt bis zersetzt; weich-steif bis steif	15,0 - 16,0	5,0 - 6,0	15,0 - 20,0	0 - 2 RW 0	750 - 1.500 RW 1.000
Füll- und Fluviatilsand (aufgelockert): Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; (sehr) locker	17,0 - 17,5	8,5 - 9,0	30,0	0	12.000 - 18.000 RW 12.000
Füll- und Fluviatilsand (ungestört): Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; +/- mitteldicht	18,0 - 18,5	10,0 - 10,5	32,5	0	20.000 - 30.000 RW 25.000

Tabelle 18a: Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens
 φ_k = Reibungswinkel
 c_k = Kohäsion
 RW = Rechenwert

γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb
 $\varphi_{s,k}$ = Ersatzreibungswinkel
 $E_{s,k}$ = Steifeziffer

BODENART	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ_k bzw. $\varphi_{s,k}$ (°)	c_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
Fluviatilsand (lokal): Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; dicht	19,0 - 19,5	11,0 - 11,5	32,5 - 35,0	0	35.000 - 50.000 RW 35.000
Fluviatilkies (lokal aufgelockert): Kies, (stark) sandig, u.U. schw. bindig, u.U. steinig-blockig; locker	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	30,0 - 32,5	0	20.000 - 35.000 RW 25.000
Fluviatilkies (untergrundprägend): Kies, (stark) sandig, u.U. schw. bindig, u.U. steinig-blockig; mitteldicht	19,0 - 20,0	11,0 - 12,0	32,5	0	35.000 - 50.000 RW 35.000
Fluviatilkies (häufig): Kies, (stark) sandig, u.U. schw. bindig, u.U. steinig-blockig; dicht bis sehr dicht	21,0 - 21,5	13,0 - 13,5	35,0	0	50.000 - 100.000 RW 60.000

Tabelle 18b: Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens
 φ_k = Reibungswinkel
 c_k = Kohäsion
 RW = Rechenwert

γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb
 $\varphi_{s,k}$ = Ersatzreibungswinkel
 $E_{s,k}$ = Steifeziffer

5.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

In den Tabellen 19a und 19b erfolgt Angabe der Bodenklassen (DIN 18 300_{alt} und DIN 18 301_{alt}), der Homogenbereiche für die Gewerke Erdarbeiten, Verbauarbeiten und Bohrarbeiten (DIN 18300_{neu}, DIN 18301_{neu} bzw. DIN 18 303_{neu}), die Angabe des Gruppensymbols / der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (DIN 18 196), die Angabe der Frostklasse (ZTVE-StB) sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

grobe Schichtgliederung	Bodenklassen (DIN 18300 _{alt})	Bodenklassen (DIN 18301 _{alt}) / (DIN 18319 _{alt})	Homogenbereiche 'Erdarbeiten', 'Wiedereinbau', 'Verbauarbeiten' ³⁾ , 'Bohrarbeiten' und 'Horizontalbohrungen'			Gruppen- symbol (DIN 18 196)	'Frost- klasse' ZTVE- StB	Boden- Lösung ²⁾		
aufgefüllter 'Mutterboden' ¹⁾	1 u.U. 2	- / <u>LBO 1</u>	ERD 1			A (OU/OH)	F 3	'Löffel- bagger'		
'Mutterboden' ¹⁾	1 u.U. 2								OU/OH	F 3
Füllschluff	4 u.U. 2	BB1 - 2 / <u>LBM 1 - 2</u>	VER 1 ERD 2	BOH 1 HOR 1	EIN 1	A (ST/UL/TL)	F 3			
Füllsand	3 - 4, u.U. 2	BN1 - 2 / <u>LNE 1 - 2</u> <u>LNW 1 - 2</u> <u>LN 1 - 2</u>							A (SE/SU/SU*)	F 1 - F 3
Füllkies bis ca. DPL n ₁₀ ≤ 60 bzw. DPH n ₁₀ ≤ 20)	3 - 5	BN1, u.U. BS1 / <u>LNW 1 - 3</u> , <u>LN 1 - 3</u>							A (GW/GU/ GU*/X)	F 1 - F 3
Steine/ Blöcke ⁴⁾⁵⁾	6, u.U. 7	BS3 - 4 / <u>S1 - 2</u>							A (X/Y) bzw. X/Y	F 1
stark organ. Schluff / Torf ¹⁾	4 u.U. 2	BB1 - 2, BO1 - 2 / <u>LBO 1</u>				OU/HN/HZ	F 3			
Fluviatilschluff, oberflächennah (bis ca. DPL n ₁₀ ≤ 60 bzw. DPH n ₁₀ ≤ 20)	4 - 5 u.U. 2	BB2 - 3, u.U. BB1 / <u>LBM 1 - 2</u>		BOH 1 HOR 1	EIN 1	UL/TL/UM/ TM/TA/UA	F 3			
Fluviatilsand ¹⁾	3 - 4	BN1 - 2 / <u>LNE 1 - 3</u> , <u>LN 1 - 3</u>							SE/SU/SU*	F 1 - F 3

Tabelle 19a: Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

¹⁾ bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

²⁾ bei Einsatz eines Löffelbaggers der ≥ 20 - 25t-Klasse

³⁾ bei Einsatz der in Kapitel 6 genannten Verbauarten

⁴⁾ > 30 Gewichts-% Steinanteil Ø > 0,01 m³ bis 0,1 m³ Einstufung in Bk 6

⁵⁾ Ø > 0,1 m³ Einstufung in Bk 7

grobe Schichtgliederung	Bodenklassen (DIN 18 300 _{alt})	Bodenklassen (DIN 18301 _{alt}) / (DIN 18319 _{alt})	Homogenbereiche ‘Erdarbeiten’, ‘Wiedereinbau’, ‘Verbauarbeiten ³⁾ ’, ‘Bohrarbeiten’ und ‘Horizontalbohrungen’			Gruppensymbol (DIN 18 196)	‘Frostklasse’ ZTVE-StB	Bodenlösung ²⁾
			VER	BOH	EIN			
Füllkies (ab ca. DPL $n_{10} > 60$ bzw. DPH $n_{10} > 20$)	3 - 5	BN1 - 2, BS1, u.U. BS2 / <u>LNW 3, LN 3</u>	VER 2 ERD 2	BOH 2 HOR 2	EIN 1	A (GW/GU/ GU*/X)	F 1 - F 3	‘Löffelbagger’
Fluviatilkies (bis ca. DPL $n_{10} \leq 60$ bzw. DPH $n_{10} \leq 20$)	3 - 5	BN1 - 2, BS1, u.U. BS2 / <u>LNW 1 - 3,</u> <u>LN 1 - 3</u>	VER 1 ERD 2	BOH 1 HOR 1		GE/GI/GW/ GU/GU*/X	F 1 - F 3	
Fluviatilkies (ab ca. DPL $n_{10} > 60$ bzw. DPH $n_{10} > 20$)	3 - 5	BN1 - 2, BS1, u.U. BS2 / <u>LNW 3, LN 3</u>	VER 2 ERD 2	BOH 2 HOR 2		GE/GI/GW/ GU/GU*/X	F 1 - F 3	
Fluviatilschluff, tieferliegend (ab ca. DPL $n_{10} > 60$ bzw. DPH $n_{10} > 20$)	4 u.U. 2	BB2 - BB3 / <u>LBM 2</u>		BOH 1 HOR 1		UL/TL/UM/ TM/TA/UA	F 3	

Tabelle 19b: Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

- 1) bei Wassersättigung bewegungsempfindlich
- 2) bei Einsatz eines Löffelbaggers der $\geq 20 - 25t$ -Klasse
- 3) bei Einsatz der in Kapitel 6 genannten Verbauarten
- 4) > 30 Gewichts-% Steinanteil $\varnothing > 0,01 \text{ m}^3$ bis $0,1 \text{ m}^3$ Einstufung in Bk 6
- 5) $\varnothing > 0,1 \text{ m}^3$ Einstufung in Bk 7

Erdarbeiten/Bodenlösung: Die o.g. Festlegung der Homogenbereiche für das Gewerk 'Erdarbeiten' basieren auf der Annahme des Einsatzes ausreichend starker Löffelbagger (Einsatzgewicht $\geq 20 - 25t$). Da im Rahmen der Erdarbeiten erhebliche Massen zu bewegen sein werden, wird davon ausgegangen, dass ohnehin entsprechend schweres Gerät vor Ort sein wird.

Die (aufgefüllten) Oberböden sind vorab aus den Baufeldern zu entfernen und für einen Einsatz in gleicher Funktion zu sichern (Bodenklasse 1 bzw. Homogenbereich ERD 1).

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der weiteren Auffüllungs- und Geogenbereiche mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (überwiegend Bodenklassen 3 bis 5 bzw. Homogenbereich ERD 2). Es wird vom Einsatz einer 'Schneidbestückung' bzw. bei dichter gelagerten kiesigen (Füll-)Böden vom Einsatz einer 'Zahnbestückung' ausgegangen.

Weiterhin ist eine Position für die Bodenklassen 6 und 7 (gem. DIN 18300_{alt}) in die Ausschreibung aufzunehmen, da entsprechend grobkörniges Material, bedingt durch die Vornutzung des Untersuchungsgebietes und die Ablagerungsgeschichte der Böden, nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann (z.B. grobstückiger Bauschutt, grober Flussschotter, etc.). Die Bodenklasse 7 beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser $> 0,6 m$ ($> 0,1 m^3$ Rauminhalt). In der charakterisierenden Beschreibung der Homogenbereiche wird ein entsprechender Anteil abgeschätzt.

Die obigen Aussagen gelten nicht für den Rückbau der Versiegelungen und von bis dato unbekanntem und in-situ verbliebenen Bestandsbauwerken. Hierfür sind eigene Positionen in Ansatz zu nehmen.

Etwaige alte bzw. unterirdisch verbliebene Unterflur-Bauteile bzw. nicht vollständig tiefenenttrümmerte unterirdische Altbestand-Reste o.ä. sollten grundsätzlich vollständig aus dem geplanten Gebäude-Baufeld entfernt werden. Hierfür wäre u.U. ein erhöhter Lösungsaufwand erforderlich.

Es erfolgt keine gesonderte Ausweisung von Homogenbereichen in Bezug auf die chemischen Eigenschaften des Aushubmaterials. Es wird stattdessen empfohlen die für die weitere Verwendung relevanten Verfüll-Leitfaden-/DK-/BM-Zuordnungsklassen der anfallenden Aushubmassen über gesonderte Positionen im Leistungsverzeichnis abzufragen (siehe 'Sicherheitsmassen' gem. Kap. 5) als Zulagen zu einer Grundposition Verfüll-Leitfaden Z0/DK 0/BM0), da die übrigen Eigenschaften für das einsetzbare Erdbaugerät nicht nennenswert anders sind.

Wiedereinbau (bodenmechanischer Aspekt): Die zumeist deutliche Lehmanteile führenden (Füll-)Böden und auch die bindigen anthropogenen/geogenen Ablagerungen besitzen im unseparierten und unaufbereiteten Zustand keine unmittelbare Wiedereinbaueignung in lastabtragenden oder setzungsempfindlichen Bereichen (Homogenbereich EIN 1).

Beim Aushub ggf. anfallende (große) Blöcke (z.B. grober Bauschutt, grober Flussschotter, o.ä.) oder grober Flussschotter besitzen ohne Herstellung einer Kornabstufung keine unmittelbare Wiedereinbaueignung (EIN 2) und sollten daher zunächst separiert werden. Je nach tatsächlich vorliegender Aushubmasse kann dann über eine geeignete Aufbereitung entschieden werden.

Verbaueinbringung: Bei der Einbringung herkömmlicher Verbauten für Kanalgräben oder Schachtbauwerke (Einfach- oder Doppelgleitschienenverbauten und/oder Dielenkammerverbauten) ist durchgängig der Homogenbereich VER 1 anzusetzen, da diese Verbautypen keine 'Einbindung' erfordern.

Bei der Einbringung von einbindenden Verbauten (z.B. Bohlträgern, Spundwänden, o.ä.) ist überwiegend der Homogenbereich VER 1 anzusetzen. Ab einem Tiefenniveau mit DPH-Schlagzahlen von etwa $n_{10} > 20$ bzw. sollte der Homogenbereich VER 2 angesetzt werden.

Die Ausweisung von zwei Homogenbereichen für das Gewerk 'Verbauarbeiten' beruht daher ausschließlich auf den zu erwartenden bautechnischen Erschwernissen aufgrund der festgestellten, in der Regel zur Tiefe hin, zunehmenden Lagerungsdichten/Konsistenzen.

Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass für das Einheben von Verbauten entsprechend leistungsfähige Gerätschaften heranzuziehen sind, deren Einsatzgewicht ggf. (deutlich) über denen des Erdbaus liegen kann.

Sollten entgegen dem aktuellen Kenntnisstand einbindende Verbauformen (z.B. bei tiefreichenden und/oder großen Baugruben ohne Möglichkeit einer Aussteifung)

erforderlich werden, so wird um Rückmeldung zur Anpassung/Erweiterung der Homogenbereiche und Hinweisgebungen gebeten.

Gewerk Bohrarbeiten: Bei Ausführung einer für die Errichtung der Sicht-Blendschutzwände typischen Bohrpfahlgründung (hier: vorverrohrte Ortbeton-Bohrpfähle) kann bis mindestens zur erreichten Bohrendteufe der Homogenbereich BOH 1 angesetzt werden.

Da bereichsweise ein erhöhter Grobkornanteil (Steine und u.U. Blöcke) bzw. sehr hohe Lagerungsdichten innerhalb der Fluviatilkiese nicht ausgeschlossen werden können, die einen erhöhten bautechnischen Bohr-/Mehr-Aufwand bedingen können (Zulageposition in den Bodenklassen 6/6-7 gem. DIN 18 300), wird ergänzend der Homogenbereich BOH 2 ausgewiesen.

Rohrvortriebsarbeiten: Bei der Ausführung der Rohrvortriebsarbeiten mittels Spülbohrung kann durchgängig der Homogenbereich HOR 1 in Ansatz genommen werden, auf den die einzusetzende Maschinentchnik AN-seits letztlich abzustimmen ist.

Da bereichsweise ein erhöhter Grobkornanteil (Steine und u.U. Blöcke) bzw. sehr hohe Lagerungsdichten innerhalb der Fluviatilkiese nicht ausgeschlossen werden können, die einen erhöhten bautechnischen Bohr-/Mehr-Aufwand bedingen können (Zulageposition in den Bodenklassen 6/6-7 gem. DIN 18 300), wird ergänzend der Homogenbereich HOR 2 ausgewiesen. Es werden ggf. unterschiedliche Bohrköpfe benötigt.

Sollten hiervon abweichende Erdbaugeräte/Verfahren zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung zwecks Anpassung der Homogenbereichsfestlegung gebeten.

Erläuterung Tabelle 19a/b

Bodenklassen (DIN 18 300 _{alt})	Bodenklasse 1: Oberboden Bodenklasse 2: fließende Bodenarten Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 5: schwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 6: leicht lösbarer Fels oder vergleichbare Bodenarten Bodenklasse 7: schwer lösbarer Fels
Homogenbereiche	ERD 1: Eigenschaften siehe Tabelle 20a ERD 2 + VER 1 + VER 2 BOH 1 + BOH 2: Eigenschaften siehe Tabelle 20b
nach DIN 18 301 _{alt}	Bodenklasse BB1: bindige Böden, flüssige bis breiige Konsistenz Bodenklasse BB2: bindige Böden, weiche bis steife Konsistenz Bodenklasse BB3: bindige Böden, halbfeste Konsistenz Bodenklasse BN1: nichtbindige Böden, Feinkornanteil $\leq 15\%$ Bodenklasse BN2: nichtbindige Böden, Feinkornanteil $> 15\%$ Bodenklasse BS1: Steinkornanteil $\leq 30\%$ Bodenklasse BS2: Steinkornanteil $> 30\%$ Bodenklasse BS3: Blöcke $\leq 30\%$ Bodenklasse BO1: Mudde, humus und zersetzte Torfe Bodenklasse BO2: unzersetzte Torfe
nach DIN 18 196	A Auffüllungen OU Schluffe mit organischen Beimengungen OH grob- oder gemischtkörnige Böden mit Anteilen humoser Art HN/HZ Torf, nicht zersetzt / zersetzt GE/GW eng- bzw. weitgestufte Kiese GI intermittierende Kiese GU/GU* Kies-Schluff-Gemische SE enggestufte Sande SU/SU* Sand-Schluff-Gemische TL/TM/TA leicht / mittel / ausgeprägt plastische Tone UL/UM/UA leicht / mittel / ausgeprägt plastische Schluffe X/Y Steine/Blöcke

Fortsetzung Erläuterung Tabelle 19a/b

nach DIN 18 319 _{alt}	nichtbindige Böden	
	LNE 1	≤ 15 % bindiger Anteil, enggestuft, locker
	LNE 2	≤ 15 % bindiger Anteil, enggestuft, mitteldicht
	LNE 3	≤ 15 % bindiger Anteil, enggestuft, dicht
	LNW 1	≤ 15 % bindiger Anteil, weitgestuft, locker
	LNW 2	≤ 15 % bindiger Anteil, weitgestuft, mitteldicht
	LNW 3	≤ 15 % bindiger Anteil, weitgestuft, dicht
	LN 2	> 15 % bindiger Anteil, mitteldicht
	LN 3	> 15 % bindiger Anteil, dicht
	bindige Böden	
	LBO 1	organogen, breiig bis weich
	LBM 1	mineralisch, breiig bis weich
	LBM 2	mineralisch, steif bis halbfest
Steine/Blöcke		
S 1	< 30 % Volumenanteil, Ø > 63 bis 200 mm	
S 2	> 30 % Volumenanteil, Ø > 63 bis 200 mm	
nach ZTVE-StB	F 1	nicht frostempfindlich
	F 2	gering bis mittel frostempfindlich
	F 3	sehr frostempfindlich

5.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegungen von Homogenbereichen (Tabellen 20a und 20b) erfolgen für das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300_{neu} im Hinblick auf die mindestens anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 2. Für das auszuführende Gewerk 'Bohrarbeiten' gem. DIN 18301_{neu} gelten die Angaben analog.

Grundlage ist der Einsatz eines ausreichend starken Baggers zur Bodenlösung bzw. die Ausführung der in Kapitel 6 genannten Verbauarten und Bohrverfahren. Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften oder Verfahren zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um die Homogenbereiche entsprechend anpassen zu können.

Bei Ausführung von weiteren Arbeiten (z.B. Bohrpfahlgründungen, Zuganker, o.ä.) werden ggf. die Ausweisung zusätzlicher Homogenbereiche einschließlich einer Anpassung der geotechnischen Kategorie und ein bauteil-/ gewerkbezogener Nacherkundungsbedarf erforderlich.

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich ERD 1 (Wertebereiche)
	Gewerk ('Erdarbeiten')
Anteil Steine und Blöcke	< 3 %
Anteil große Blöcke	< 1 %
undrainierte Scherfestigkeit	< 15 kN/m ²
Konsistenz	n.b. bzw. ~ 0,30 – 0,70
Plastizitätszahl	n.b. bzw. ~ 0,15 – 0,25
Lagerungsdichte	n.b.
Bodengruppen	(A OU/OH) / OU/OH
Ortsübliche Bezeichnung	(aufgef.) Mutterboden/Oberboden

Tabelle 20a: Kennwerte für Homogenbereich ERD 1, n.b. = nicht bestimmbar

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich (Wertebereiche)	
	Gewerk (´Erdarbeiten´ + ´Wiedereinbau´ + ´Verbauarbeiten´ + ´Bohrarbeiten´)	
	ERD 1 + VER 1 + BOH 1	VER 2 + BOH 2
Kornverteilung (Körnungsband)	Bandbreite siehe Anlage 3.9 (zzgl. Stein-/Blockanteil)	
Definition v. Steinen + Blöcken	Auffüllungen: v.a. Bauschutt i.w.S. Geogen: v.a. grober Flußschotter/Gerölle	
Anteil Steine und Blöcke	≤ 30 %	> 30 %
Anteil große Blöcke	≤ 2 %	≤ 5 %
Mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke	v.a. Kalkstein	
Dichte	$\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte)	
Kohäsion	≤ 10 kN/m ²	
undrainierte Scherfestigkeit	≤ 150 kN/m ²	
Sensitivität	n.b.	
Wassergehalt	≤ 30 %	
Konsistenz	weich bis halbfest bzw. n.b.	≥ halbfest
Konsistenzzahl	~ 0,30 - 1,20	> 1,20
Plastizität	gering bis ausgeprägt bzw. n.b.	
Plastizitätszahl	~ 0,10 - 0,45	
Durchlässigkeit	ca. $k_f \sim 2 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$ bis $\sim 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$	
Lagerungsdichte	überw. 0,30 - > 0,65 bzw. n.b.	(>) > 0,65
Kalkgehalt	(Ausgangsgestein ca. 90 - 100 % CaCO ₃)	
Sulfatgehalt	gering	
Organischer Anteil	≤ 25,0 %	
Abrasivität	schwach abrasiv bis abrasiv (150 - 500 g/t LAK); ggf. LCPC-Versuche	
Bodengruppen	X, Y, GE, GI, GW, GU, GU*, SE, SU, SU*, UL, TL, UM, TM, TA, UA, HN, HZ	
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Flussablagerungen	

Tabelle 20b: Kennwerte für Homogenbereich ERD 2, VER 1, VER 2, BOH 1 und BOH 2
n.b. = nicht bestimmbar

6. Hinweisgebung zur Baudurchführung

Aufgabe: Es waren Untersuchungen für die geplanten Straßen- und Brückenbaumaßnahmen durchzuführen.

Zum einen wird die vorhandene Kreisstraße ND18 in der Umgebung des geplanten Paketentrums zu verlegen sein. Weiterhin sind im Bereich der Auf- und Abfahrten zu der bzw. von der Bundesstraße B16 und des dortigen Brückenbauwerkes Anpassungen/Ertüchtigungsarbeiten der vorhandenen Verkehrswege erforderlich. Die weiteren Arbeiten umfassen den Neubau eines Kreisverkehrs westlich des geplanten Paketentrums und – im Zuge der Errichtung von Geh- und Radwegen – den Neubau einer Geh-/Radwegbrücke über den 'Schornreuter Kanal'.

Hierfür war es notwendig, die relevanten Bodenarten zu bestimmen.

Hierauf basierend wurden Aussagen über die Boden-/Grundwasserverhältnisse, die Tragfähigkeit sowie die insgesamt daraus resultierenden weitergehenden Maßnahmen gegeben. Aufgabe war somit einerseits die *ingenieurgeologische Erkundung und Bewertung des Untergrundinventars in den überplanten Baufeldern*.

Des Weiteren wurden die vorliegenden *Versiegelungen, Auffüllungen und Böden chemisch* untersucht und hinsichtlich ihrer Verwertungsmöglichkeiten bewertet.

Die Betrachtung der unterschiedlichen baulichen Gewerke erfolgt in den nachstehend aufgeführten Kapiteln.

- Kap. 6.1: Allgemeine Hinweisgebungen
- Kap. 6.2: Umbau der Rampe südlich der B16
- Kap. 6.3: Errichtung Ein-/Ausfädelstreifen B16 FR Ingolstadt
- Kap. 6.4: Umbau der Rampe nördlich der B16
- Kap. 6.5: Errichtung Ein-/Ausfädelstreifen B16 FR Neuburg a.d. Donau
- Kap. 6.6: Errichtung der Sicht-/Blend-Lärmschutzwand
- Kap. 6.7: Umbaumaßnahme im westlichen Bestand der Kreisstraße ND18
- Kap. 6.8: Errichtung Radweg westl. Paketzentrum / südl. Schornreuter Kanal
- Kap. 6.9: Neubau Radwegbrücke / Spülbohrung
- Kap. 6.10: Neubau ND18 inkl. Kreisverkehr
- Kap. 6.11: Umbaumaßnahme im östlichen Bestand der Kreisstraße ND18

Soweit keine detaillierten Planunterlagen der Bauwerke bzw. Verkehrsflächen vorliegen, erfolgen diesbezügliche Annahmen und orientierende Hinweisgebungen zur Neuerrichtung.

Sämtliche Hinweisgebungen sind maßnahmenfortlaufend zu überprüfen und ggf. an neuere Planungen anzupassen, weshalb eine enge Abstimmung zwischen Bauherr/AG, Planer und Bodengutachter empfohlen wird.

6.1 Allgemeine Hinweisgebungen

Annahmen zu Höhenlagen: Soweit nicht aus den vorhandenen Planunterlagen ableitbar, werden in den einzelnen Kapiteln Annahmen zu den jeweiligen Bauteilen bzw. Trassenabschnitten getroffen, um den Umfang von Abtrags- oder Aufhöhungsarbeiten zumindest grob abschätzen zu können.

Baureifmachung: Für die weiteren Hinweisgebungen wird davon ausgegangen, dass sämtlicher Baum-/Buschbestand samt Wurzelballen, nicht mehr benötigte Abschnitte der Kreisstraße und alle sonstigen Bauteile ober- und unterirdisch vollständig aus den überplanten Flächen entfernt worden sind. Zum Umfang der diesbezüglichen Rodungsarbeiten wird in den einzelnen Kapiteln kurz eingegangen. Dabei entstandene und sonstige Massendefizite (z.B. Bodensenken, Hohlformen, o.ä.) sind lagenweise mit einem geeigneten Mineralgemisch qualifiziert rückzufüllen.

Ver- und Entsorgungsleitungen: Alle örtlichen Ver- und Entsorgungsleitungen sind im weiteren Verlauf der Arbeiten zu schützen. Sofern Bereiche von Leitungen überbaut werden sollen, sind gefährdete Leitungen zunächst zu sichern oder umzulegen. In diesem Zusammenhang sei insbesondere auf die im Bereich südlich des geplanten Radweges am Schornreuter Kanal verlaufende 20 kV-Mittelspannungs-Freileitung hingewiesen, die im Zuge der Gesamtmaßnahme unterhalb des neuen Radweges verlegt werden soll. An der geplanten Radwegbrücke soll die Verlegung auf einem Teilstück mittels Spülbohrung erfolgen.

Zeitliche Durchführung: Die Arbeiten sollten in einer erfahrungsgemäß möglichst niederschlagsarmen Jahreszeit durchgeführt werden, da die Erdplanumböden verbreitet bindige Anteile aufweisen und somit nässeempfindlich sind. Aufweichungen bewirken eine Verschlechterung der Baugrundgüte und können einen erhöhten bautechnischen Aufwand nach sich ziehen.

Wasserhaltungen / Grundwasserabsenkungen: In den gründungsrelevanten Tiefen bzw. in den aushubrelevanten Tiefen zur Entfernung der (aufgefüllten) Oberböden wurde an den Untersuchungstagen lokal Stau-, Schicht- oder Grundwasser angetroffen. Teilweise bewegte sich der Grundwasserspiegel nur geringfügig unterhalb der relevanten Aushubtiefen.

Für die Errichtung der Bodenplatte und der Fundamente, bzw. dem zunächst vollflächigen Abzug der Oberböden wird, die Verhältnisse an den Untersuchungstag und die o.g. Höhenannahmen vorausgesetzt, die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein.

Lokal kann die Notwendigkeit der Installation einer 'verstärkt offenen' Wasserhaltung nicht ausgeschlossen werden. Die zum Zeitpunkt der Untersuchungen in den einzelnen Teilbaufeldern anzuratenden Maßnahmen werden in den nachfolgenden Kapiteln jeweils separat beschrieben.

Bestimmte Eingriffe in das Grundwasser sind, soweit ein Benutzungstatbestand nach § 3 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vorliegt, erlaubnisbedürftig.

Erlaubnisbedürftig sind insbesondere bauzeitliche Grundwasserhaltungen, also das Abpumpen und damit Absenken von Grundwasser zur Trockenlegung der Baugrube und Einleiten des geförderten Wassers in das Grundwasser (Stichwort ortsnahe Wiederversickerung) oder im Ausnahmefall in ein oberirdisches Gewässer und das durch einen Baukörper oder die Baugrubenumschließung verursachte temporäre oder andauernde Aufstauen, Umleiten und Absenken von Grundwasser.

Im Regelfall ist bei einer Bauwasserhaltung das vereinfachte Verfahren nach Bayerischem Wassergesetz (beschränkte Erlaubnis im vereinfachten Verfahren nach Art. 17a BayWG) durchzuführen. Dazu ist beim zuständigen Landratsamt ein formloser Antrag zu stellen.

Aktuelle chemische Analysen: Die im Rahmen der aktuellen oder späteren Gutachtenerstellung durchgeführten chemischen Untersuchungen liegen zum Zeitpunkt der Bauausführung u.U. länger als ½ Jahr zurück. Vorgenannte Zeitspanne wird von Annahmestellen i.d.R. als Stichtag für die Beurteilung einer *aktuellen* Analytik herangezogen.

Zur Abfuhr vom Standort vorgesehene Bodenmaterial wäre daher nach Aushub zunächst in Mietenform im jeweiligen Baufeld oder auf dem bzw. auf einem geeigneten Grundstück zwischenzulagern und entsprechend zu beproben und zu analysieren. Hierdurch entsteht ein bautechnischer und zeitlicher Aufwand in der Maßnahme. Das Risiko der Gewährleistung des Baufortschritts liegt in diesem Fall beim ausführenden Bauunternehmen.

Alternativ empfiehlt sich durch den Tiefbauunternehmer im Beisein des IB KLEEGRÄFE bereits einige Wochen vor eigentlichem Maßnahmenstart in den einzelnen Losen Baggerschürfe durchzuführen und diese entsprechend des geplanten Wiederverwendungs-/Entsorgungsweges chemisch zu untersuchen.

Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungen kann dann ein massenmäßig abgestimmter und auf die aktuelle Analytik angepasster Verbringungsweg direkt zum Maßnahmenstart festgelegt werden.

Planumsentwässerung: Die Anlage einer Planumsentwässerung im Zuge der Neuerrichtung der Flächen wird nicht als zielführend angesehen, da ein Anstieg des Grundwassers – auf Grundlage der oben ausgeführten Bemessungswasserstände – bis in Höhe des Erdplanums der Straßentrassen lokal nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann und damit keine Möglichkeit zur Abführung der Wässer besteht. Diesem Umstand ist durch die Auswahl geeigneter Baustoffe/Mineralgemische bei der Errichtung Rechnung zu tragen.

RC-Material: Aktuell gilt in Bayern (noch) der Leitfaden „Anforderungen an die Verwertung von Bauschutt in technischen Bauwerken“ (RC-Leitfaden). Vorgenannter Leitfaden verliert mit Inkrafttreten der Mantelverordnung am 01.08.2023 seine Gültigkeit.

Der Einbau entsprechend güteüberwachter 'mineralischer Ersatzbaustoffe' (MEBs) erfolgt in Abhängigkeit der grundwasserfreien Sickerstrecke und der Lage innerhalb oder außerhalb von Wasserschutzbereichen für die verschiedenen MEBs in erster Linie nach den Einbaukonfigurationen der Anlage 2 der EBV. Aufgrund der Vielzahl möglicher Einbauweisen und einzelner MEBs ist die Vorab-Beurteilung einer Zulässigkeit oder Nichtzulässigkeit eines Einbaus nicht möglich.

Bauweisen mit einem Ersatz von geogenem Schotter-/Kiestragschicht- oder Frostschutzmaterial durch RC-Baustoffe werden daher nachfolgend nicht betrachtet.

Es bleibt an dieser Stelle jedoch festzuhalten, dass aufgrund der festgestellten Wechselhaftigkeit der Böden, die Konfiguration der Grundwasserdeckschichten als 'ungünstig' zu bewerten ist, was die Verwendung von MEBs insgesamt einschränkt und Mindestmächtigkeiten der grundwasserfreien Sickerstrecken von 0,6 – 1,5 m erforderlich machen wird.

Wiedereinbaufähigkeit anfallender Böden: Organische Böden sind grundsätzlich nicht in lastabtragenden/setzungsempfindlichen Bereichen wiedereinbaueeignet. Bindige Böden sind ohne vorherige fachgerechte Aufbereitung nicht in lastabtragenden/setzungsempfindlichen Bereichen für einen Wiedereinbau geeignet. In Bereichen zukünftiger Fahrflächen- oder Wegenutzung und Stellplatznutzung sowie setzungsempfindlichen Bereichen sollte ein verdichtungsfähiges Mineralgemisch (z.B. V1-Material; Details siehe unten) eingebaut werden oder vorhandene bindige Böden sind entsprechend aufzubereiten.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Grünflächennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann ausgehobenes organisches und bindiges Material dort wiederverfüllt werden. In diesem Fall ist mit Nachsackungen zu rechnen, welche nachgearbeitet werden müssen.

Untergrundverbesserung mittels Mischbinderzugabe: Zum aktuellen Kenntnisstand wird die Mischbinderbehandlung des Erdplanums durch Zugabe eines Kalk-Zement-Gemisches gutachterlicherseits nicht favorisiert, da die gesicherte Durchführbarkeit flächig nicht gewährleistet ist. Grund hierfür die die Wechselhaftigkeit der in Höhe des jeweiligen Erdplanums der (Teil-)Maßnahmen anstehenden (Füll-)Böden.

6.2 Umbau der Rampe südlich der B16

Planung: Ab dem Ende des Ausfädelungsstreifens der B16 in Fahrtrichtung Ingolstadt wird ein weitgehender Neubau der Fahrtrasse vorgesehen. Die Fahrbahn wird mit einer Breite von 6 m vorgesehen, weshalb die bestehende Rampe zur Brücke über die B16 in nördlicher Richtung deutlich verbreitert werden muss. Hierfür ist die Errichtung einer entsprechenden Anbauböschung erforderlich.

In Richtung der Brücke müssen die Fahrbahnen dann auf eine Breite von (jeweils) 3,5 m zusammengeführt werden. Es wird eine Querneigung der Fahrbahnen von bis zu ca. 7 % vorgesehen.

Die geplanten Böschungen sollen planmäßig eine Neigung von 1:2 (= ca. 26,5°) erhalten. Sollten demgegenüber deutlich steilere Böschungen vorgesehen werden, wird dringend um Mitteilung gebeten, da in diesem Fall ergänzende bautechnische Maßnahmen (Verwendung höherqualifizierter Materialien, Herstellung von Widerlagern, ergänzende Standsicherheitsnachweise) erforderlich werden können.

Die Fahrbahn auf der südlichen Seite der Rampe, d.h. in Richtung der Auffahrt auf die B16 in Fahrtrichtung Ingolstadt wird nur in geringem Maße aus der bestehenden Trasse in westlicher Richtung verschwenkt. Die bestehenden Rampenarme sind im Nahbereich zur B16 dementsprechend zu großen Teilen rückzubauen.

Die Errichtung von Geh-/Radwegen ist örtlich nicht vorgesehen.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S2 bis BS S14 berücksichtigt. Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen aktuell nicht vor. Höhenzwangspunkte stellen der Ausgang des Ausfädelungsstreifens

von der B16 bzw. der Eingang zum Einfädungsstreifen zur B16 und der Übergang zur Brücke über die B16 dar.

Für die hier geplanten Fahrwege wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen.

Entfernung der Versiegelungen / Überschussmassen: Die zu lösenden Abschnitte der bestehenden Schwarzdeckenversiegelung sollten gemäß den Empfehlung aus Kapitel 3 behandelt werden. Sollten beim Ausbau organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden - womit nach aktuellem Kenntnisstand nicht gerechnet wird - so sind die entsprechenden Massen zu separieren und der Bodengutachter ist hinzuzuziehen.

Die vorhandenen, aufgefüllten Mutterböden sind in einer mittleren Mächtigkeit von rund 0,35 m abzuschleifen und für eine Verwendung in gleicher Funktion zu sichern (siehe Kapitel 4.3).

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 75/77 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffnung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollten nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ‘offenen Wasserhaltung’ im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schicht-/Hangwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Die Bestandsböschungen sollten, mit Ausnahme der u.g. 'Stufen', im Zuge der Bauausführung keinesfalls mit 'übersteilen' Böschungswinkeln von mehr als 45° hergestellt werden.

Auftragssohle / Verzahnung: Die Sohlflächen für einen Materialauftrag sind horizontal auszubilden. Wird die Auftragssohle mit einer Neigung von mehr als etwa 1:8 hergestellt, muss geprüft werden, ob zur Einhaltung der Standsicherheit des Dammes ergänzende Sicherungsmaßnahmen erforderlich werden.

Grundsätzlich sind beim Anschütten von Materialien an einen bestehenden Dammkörper immer Stufen mit einer Höhe von ca. 0,6 – 1,0 m als 'Verzahnung' auszubilden. Daneben ist eine ausreichende Entwässerung des Verzahnungsbereiches sicherzustellen.

Anauböschungen / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen der Anlage 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Anauböschungen / bodenmechanische Anforderungen: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden.

Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Vorgenanntes Material ist gegenüber den im Rampenbereich aktuell vorhandenen Erdbaustoff mindestens als gleichwertig anzusehen.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$ in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Es wird empfohlen, die Böschung zunächst mit einem Überstand von wenigstens 1 m über das Sollprofil hinaus und zu schütten und fachgerecht zu verdichten. Im Anschluss kann die endgültige Böschungsneigung durch vorsichtigen Materialabtrag profiliert werden. Das so gewonnene Material kann erneut für die Herstellung von Böschungsbereichen verwendet werden.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geräte- und Verfahrensauswahl: Die verwendeten Gerätschaften und Arbeitsverfahren sind AN-seits auf die besonderen örtlichen Bedingungen abzustimmen.

Qualitätssicherung / Fremdüberwachung: Gemäß aktueller ZTV E-StB sind unter Annahme der Ausführung der Prüfmethode M 3 für die Eigenüberwachung im Unterbau je Schüttlage und auf Planum eine Prüfung je angefangene 1.000 m², mindestens jedoch zwei Prüfungen vorzusehen. Bei der Anwendung des dynamischen Plattendruckversuchs zur Bestimmung des Verdichtungsgrades ist der diesbezügliche Prüfungsumfang zu verdoppeln.

Im Rahmen der Qualitätssicherung ist für die Phase des Einbaus eine Fremdüberwachung nach ZTV-E StB einzukalkulieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Sinnvoll erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >300 g/m²; Stempeldurchdrückkraft $> 3,5$ kN).

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Planung Straßenbau: Es wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen eine Belastungsklassenzuordnung der Fahrwege der Brückenrampe gemäß RStO 12 (‘Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen’, Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angesetzt.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Fahrwege in Schwarzdeckenbauweise (‘Bauweisen mit Asphaltdecke’ gemäß Tafel 1 RStO 12).

Fahrwege Brückenrampe: Belastungsklasse Bk10

Bei diesbezüglich deutlich anderen bzw. aktuelleren Planungsansätzen wird um Benachrichtigung gebeten, um die nachfolgenden Hinweisgebungen anpassen zu können.

Anmerkung zum geplanten Ausbau: Grundsätzlich ist durch den AG zu prüfen, ob ggf. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen von den Regelungen der RStO in den Abschnitten 3.1 bis 3.3.5 abgewichen werden soll (siehe RStO 12 – Abschnitt 3.3.6: Besonderheiten).

Verhältnisse auf dem Planum: Unabhängig von der Trassenlage muss auf Erdplanum mit der Vorlage von bindigen oder +/- verlehmtten Füll- oder Geogenböden gerechnet werden, die einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (‘sehr frostempfindlich’) gestellt werden sollten.

Nach der *ZTVE-StB* sind daher Frostschutzmaßnahmen grundsätzlich erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm in der Bk10.

Planumsentwässerung: Die Herstellung einer Planumsentwässerung im Zuge der Verbreiterung der Rampe wird gutachterlicherseits nicht als zielführend angesehen, da zum einen keine Kenntnisse über das Vorhandensein einer solchen Entwässerung im Bestand vorliegen und zudem ein Anschluss an eine möglicherweise bestehender Drainage als bautechnisch schwierig umsetzbar angesehen wird.

Sofern planerischerseits dennoch eine Planumsentwässerung vorgesehen werden sollte, werden entsprechende Maßnahmen in den ‘Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung’ (RAS-Ew) und den ‘Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau’ (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer diesbezüglichen ‘Mehrdicke’ von 5 cm. Kleinräumige Klimaunterschiede werden demgegenüber nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' anzunehmen ist, bzw. nicht auszuschließen ist.

Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich überwiegend keine Mehr-/Minderdicken. Bereiche der Trasse, die eine Dammlage von (deutlich) mehr als 2 m oberhalb der umgebenden Geländeoberkante aufweisen (z.B. Brückenrampen) können gem. RStO Tab. 7 prinzipiell mit einer Minderdicke von 5 cm ausgeführt werden. Hier ist von Seiten des Bauherrn zu entscheiden, ob eine geänderte Bauweise im Rampenbereich realisiert werden soll (wirtschaftliche/bautechnische Überlegungen).

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahnen, wie aktuell praktiziert und in den Plänen dargestellt, über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Diesbezüglich kann somit keine Minderdicke angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
' <u>Grund-</u> oder <u>Schichten</u> wasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Mulden/Böschungen	+/- 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 21: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Fahrstraße Bk10:** **75 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet zunächst keine Angaben zu funktionsspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschuttschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschuttschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den '*Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004*' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und offensichtliche Auflockerungen oder Aufweichungen, d.h. bindige Böden in weich-breiiger Konsistenz, zu entfernen.

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum außerhalb der Rampenbereiche weitestgehend einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt. Dort liegen verbreitet bindige Böden vor, die oberflächennah in geringen bis allenfalls mäßig hohen Konsistenzen anstehen.

Diese Böden erreichen den o.g. Sollwert in aller Regel nicht. **Eine Untergrundverbesserung sollte daher zunächst für 100% der überplanten Flächen vorab einkalkuliert werden.**

Liegen auf Erdplanum ausreichende Mächtigkeiten an Füllkiesen oder qualifiziert eingebaute Materialien der Rampenbereiche vor, so sind diese – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den o.g. Sollwert zu erreichen.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden *örtlichen* Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 30 cm

starken Schotter- oder Kies-Sand-Lage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 30 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschutzschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (in der Belastungsklasse Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert.

Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem entsprechenden Planum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

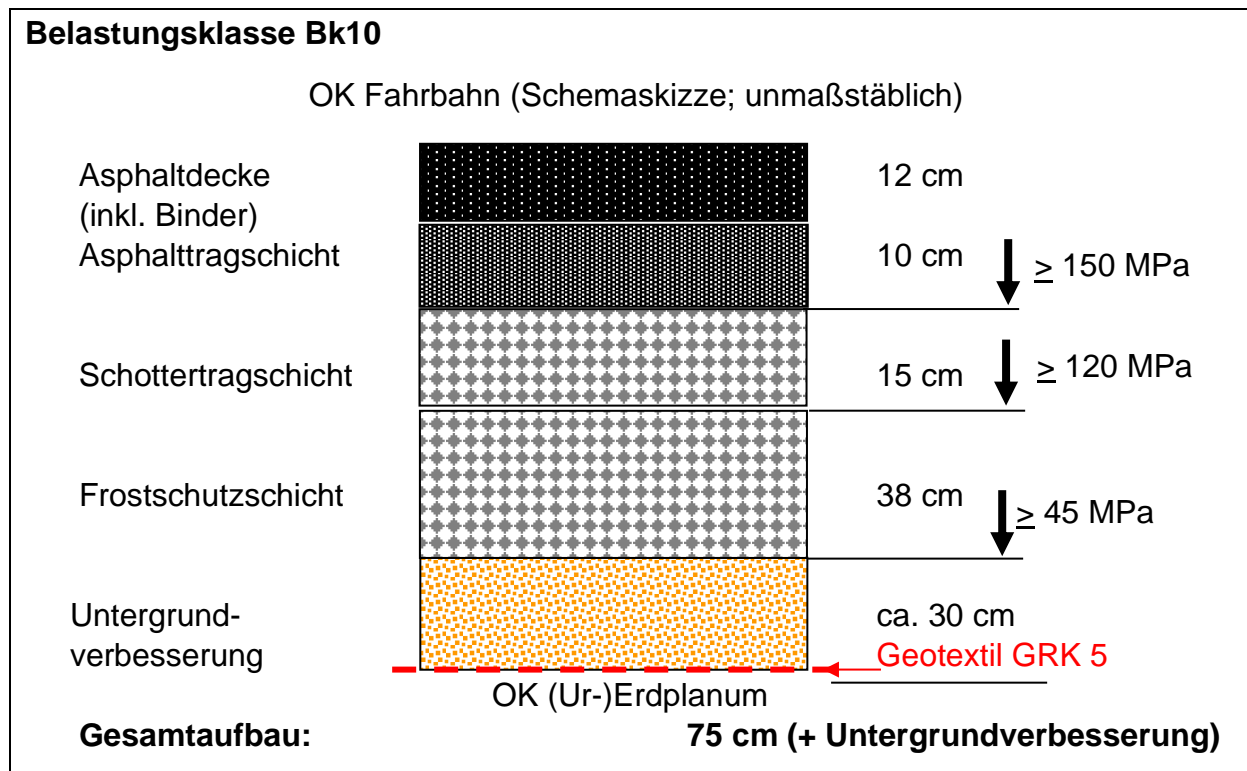
Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95$ % und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

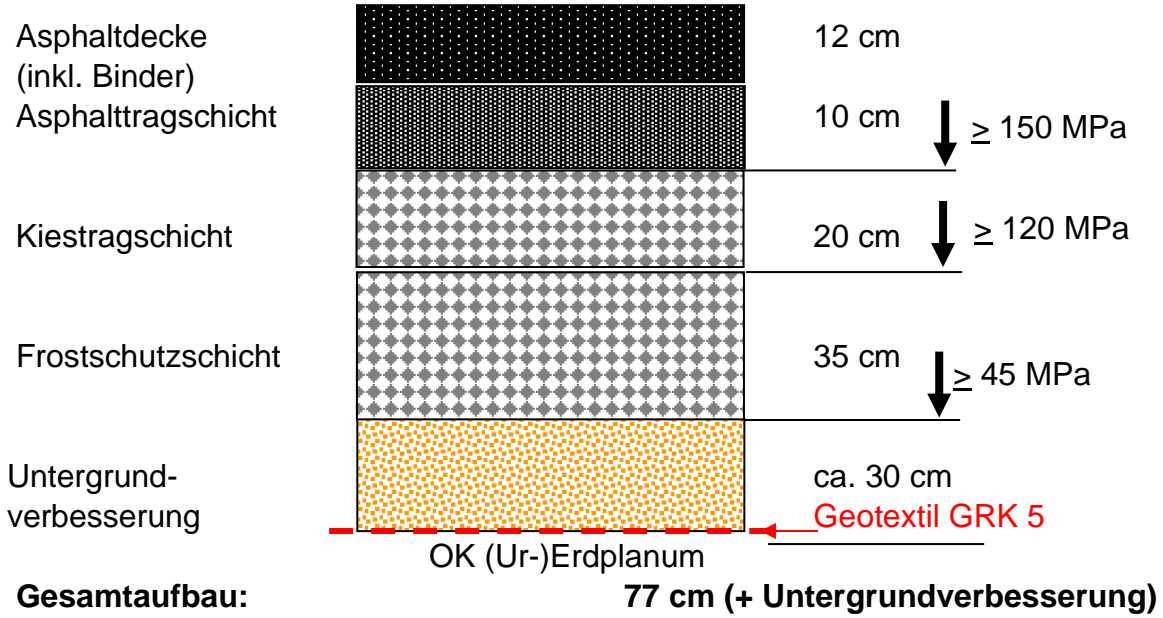
Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - inklusive ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3). Die Asphaltdecke beinhaltet in der Belastungsklasse Bk10 eine Binderschicht.

Alternativ zu einer (möglichst geringmächtigen) Aufbauvariante mit einer Schottertragschicht, wird auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen eine Bauweise mit sog. 'Kiestragschicht' aufgeführt (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 4). Aufgrund der funktionspezifischen Mindestmächtigkeit der 'Kiestragschicht' von 20 cm in der Belastungsklasse Bk10, wird eine Anpassung der Schichtmächtigkeit in der darunterliegenden Frostschutzschicht erforderlich, um die Anhaltswerte der Tabelle 8 der RStO für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel hinreichend zu berücksichtigen. Hieraus ergibt sich eine geringe Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 2 cm auf insgesamt 77 cm.



Belastungsklasse Bk10

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



6.3 Errichtung Ein-/Ausfädelstreifen B16 Fahrtrichtung Ingolstadt

Planung: Gegenüber dem Ist-Zustand soll die bestehende Ausfädelungsspur von etwa 60 m auf rund 106 m deutlich verlängert werden. Eine Einfädelungsspur in Richtung Ingolstadt ist nicht vorhanden. Diese soll mit einer Länge von 150 m als Neubau errichtet werden.

Die Fahrbahn in der eigentlichen Ein-/Ausfädelungsspur wird mit einer Breite von $\geq 3,5$ m angenommen. In den Kurvenbereichen wird eine Fahrbahnbreite von 6 m planerischerseits vorgesehen. Es wird eine Querneigung der Fahrbahnen in südlichen Richtungen zwischen ca. 2,5 % bis zu ca. 7,0 % vorgesehen.

Die Oberkante Fahrbahn wird in etwa höhengleich zum umgebenden Gelände oder geringfügig höher angenommen.

Die Errichtung von Geh-/Radwegen ist örtlich nicht vorgesehen.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S1 und BS S15 bis BS S22 und der Querschnitt Q4-Q4 der vorhandenen Planunterlagen berücksichtigt. Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen nur für den g.g. Querschnitte vor. Höhenzwangspunkte stellen der Übergang von der B16 zum Ausfädelungstreifen bzw. vom Einfädelungstreifen zur B16 in Fahrtrichtung Ingolstadt dar.

Für die hier geplanten Fahrwege wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen.

Es sei an dieser Stelle besonders auf die in den Planunterlagen verzeichnete Telekomleitung hingewiesen, die im Querschnitt Q4-Q4 im Bereich der vorzusehenden Untergrundverbesserung liegt. Die g.g. Leitung verläuft südlich parallel zur B16 und tangiert somit sowohl den Bereich der Aus-, als auch der Einfädelungsspur.

Ab etwa 10 m östlich der Lage des Querschnitts Q4-Q4 unterquert die Leitung die B16, um dann südlich der Kreisstraße zu verlaufen. Es werden folglich Vorarbeiten zur Umlegung oder Sicherung der Leitung erforderlich. Auf die Möglichkeit der Existenz weiterer Leitungen im Bereich der Baumaßnahme sei hingewiesen.

Entfernung der Versiegelungen / Überschussmassen: Die zu lösenden Abschnitte der bestehenden Schwarzdeckenversiegelung sollten gemäß den Empfehlung aus Kapitel 3 behandelt werden. Sollten beim Ausbau organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden - womit nach aktuellem Kenntnisstand nicht gerechnet wird - so sind die entsprechenden Massen zu separieren und der Bodengutachter ist hinzuzuziehen.

Die vorhandenen, aufgefüllten Mutterböden sind in einer mittleren Mächtigkeit von rund 0,35 – 0,40 m abzuschleifen und für eine Verwendung in gleicher Funktion zu sichern (siehe Kapitel 4.3).

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 75/77 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollten nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ‘offenen Wasserhaltung’ im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schichtwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböschcht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböschcht werden.

Massendefizitausgleich / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen der Anlage 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Massendefizitausgleich / bodenmechanische Anforderungen: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden.

Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$ in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Sinnvoll erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >300 g/m²; Stempeldurchdruckkraft $> 3,5$ kN).

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Planung Straßenbau: Es wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen eine Belastungsklassenzuordnung der Fahrwege der Ein- und Ausfädelungsspuren gemäß *RStO 12* ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen', Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angesetzt.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Fahrwege in Schwarzdeckenbauweise (‘Bauweisen mit Asphaltdecke’ gemäß Tafel 1 RStO 12).

Ein-/Ausfädungsspur: Belastungsklasse Bk10

Bei diesbezüglich deutlich anderen bzw. aktuelleren Planungsansätzen wird um Benachrichtigung gebeten, um die nachfolgenden Hinweisgebungen anpassen zu können.

Anmerkung zum geplanten Ausbau: Grundsätzlich ist durch den AG zu prüfen, ob ggf. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen von den Regelungen der RStO in den Abschnitten 3.1 bis 3.3.5 abgewichen werden soll (siehe RStO 12 – Abschnitt 3.3.6: Besonderheiten).

Verhältnisse auf dem Planum: In Höhe des zukünftigen Erdplanums muss in erster Linie mit der Vorlage bindiger Fluviatilschluffe gerechnet werden. Lokal können ebenfalls bindige Füllböden vorliegen. Sämtliche Böden sollten einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (‘sehr frostempfindlich’) gestellt werden.

Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm in der Bk10.

Planumsentwässerung: Die Herstellung einer Planumsentwässerung im Zuge der Herstellung der Ein-/Ausfädungstreifen wird gutachterlicherseits nicht als zielführend angesehen, da zum einen keine Kenntnisse über das Vorhandensein einer solchen Entwässerung im Bestand vorliegen und zudem ein Anschluss an eine möglicherweise bestehender Drainage als bautechnisch schwierig umsetzbar angesehen wird.

Sofern planerischerseits dennoch eine Planumsentwässerung vorgesehen werden sollte, werden entsprechende Maßnahmen in den ‘Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung’ (RAS-Ew) und den ‘Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau’ (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer diesbezüglichen ‘Mehrdicke’ von 5 cm. Kleinräumige Klimaunterschiede werden demgegenüber nicht berücksichtigt.

Nach den ‘Wasserverhältnissen im Untergrund’ ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer ‘Mehrdicke’ von 5 cm, da ‘Grund- oder Schichtenwasser’ dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum’ anzunehmen ist, bzw. nicht auszuschließen ist. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahnen, wie aktuell praktiziert und in den Plänen dargestellt, über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Diesbezüglich kann somit keine Minderdicke angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
‘Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum’	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Mulden/Böschungen	+/- 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 22: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

• **Fahrstraße Bk10:** **75 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet zunächst keine Angaben zu funktionspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschutzschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den ‘*Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004*’ (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die

örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und offensichtliche Auflockerungen oder Aufweichungen, d.h. bindige Böden in weich-breiiger Konsistenz, zu entfernen.

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum außerhalb der bestehenden Trassenabschnitte weitestgehend einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt. Dort werden durchgängig bindige Böden vorliegen, die oberflächennah in geringen Konsistenzen anstehen.

Diese Böden erreichen den o.g. Sollwert erfahrungsgemäß nicht. **Eine Untergrundverbesserung sollte daher zunächst für 100% der überplanten Flächen vorab einkalkuliert werden.**

Liegen auf Erdplanum ausreichende Restmächtigkeiten an Füllkiesen der Bestandstrasse vor, so sind diese – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den o.g. Sollwert zu erreichen.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden örtlichen Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 30 cm starken Schotter- oder Kies-Sand-Lage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 30 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschutzschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (in der Belastungsklasse Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert. Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem entsprechenden Planum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95$ % und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

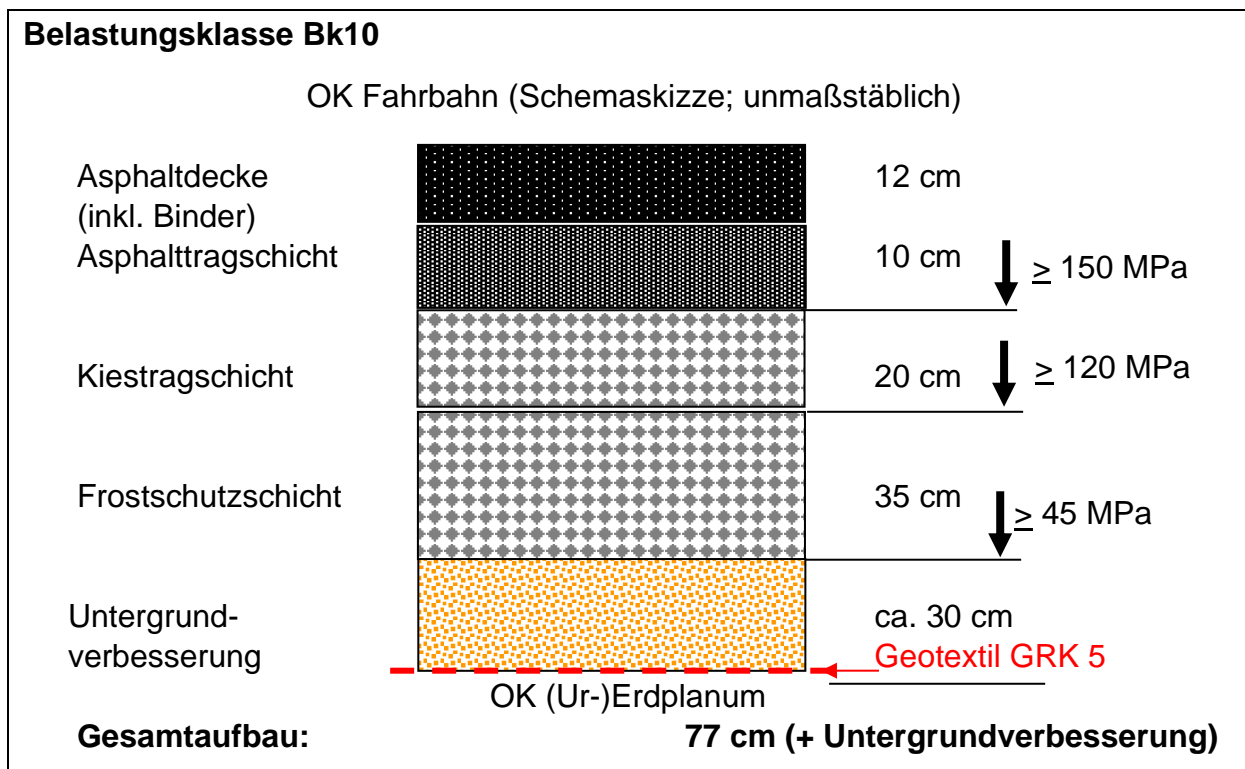
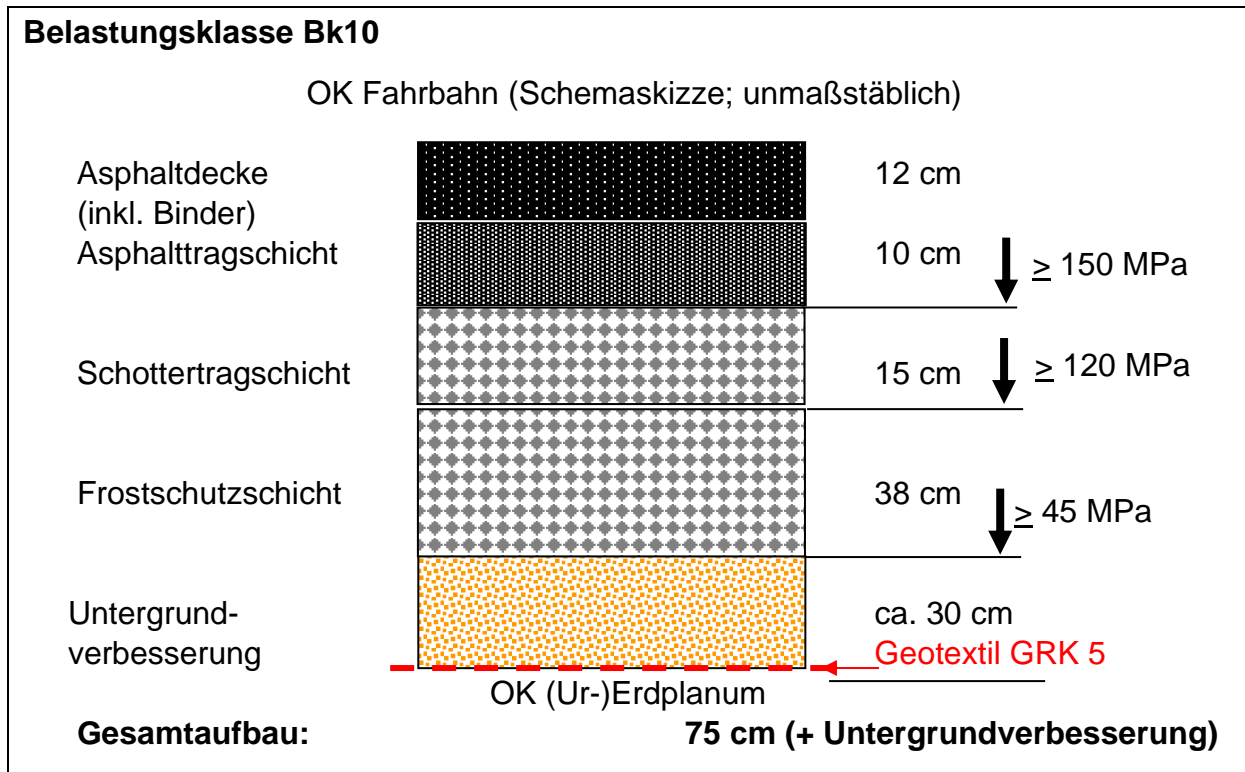
Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - inklusive ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3). Die Asphaltdecke beinhaltet in der Belastungsklasse Bk10 eine Binderschicht.

Alternativ zu einer (möglichst geringmächtigen) Aufbauvariante mit einer Schottertragschicht, wird auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen eine Bauweise mit sog. 'Kiestragschicht' aufgeführt (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 4). Aufgrund der funktionsspezifischen Mindestmächtigkeit der 'Kiestragschicht' von 20 cm in der Belastungsklasse Bk10, wird eine Anpassung der Schichtmächtigkeit in der darunterliegenden Frostschutzschicht erforderlich, um die Anhaltswerte der Tabelle 8 der RStO für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel hinreichend zu berücksichtigen.

Hieraus ergibt sich eine geringe Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 2 cm auf insgesamt 77 cm.



6.4 Umbau der Rampe nördlich der B16

Planung: Für dieses Kapitel wird der sog. 'Rampenbereich' auf die Fahrbahnteile begrenzt, die sich nördlich des Abzweigs zur alten Kreisstraße befinden und sich gegenüber dem eigentlichen Straßenverlauf höhenmäßig bereits +/- deutlich abheben.

Die Fahrbahn wird in westlicher, südlicher und östlicher Richtung, d.h. 'nach innen', deutlich zu zu verbreitern sein. Hierfür ist die Errichtung von entsprechenden Anbauböschungen erforderlich. Es wird eine Querneigung der Fahrbahnen von bis zu ca. 7 % vorgesehen.

Die geplanten Böschungen sollen planmäßig eine Neigung von 1:2 (= ca. 26,5°) erhalten. Sollten demgegenüber deutlich steilere Böschungen vorgesehen werden, wird dringend um Mitteilung gebeten, da in diesem Fall ergänzende bautechnische Maßnahmen (Verwendung höherqualifizierter Materialien, Herstellung von Widerlagern, ergänzende Standsicherheitsnachweise) erforderlich werden können.

Der vorhandene Abbiegebereich zur Straße 'An der Allee' wird deutlich verbreitert und um etliche Meter in südlicher Richtung verschoben. Die bestehenden Rampenarme sind dementsprechend umzulegen und in den nicht mehr benötigten Teilen rückzubauen.

Die Errichtung von Geh-/Radwegen ist örtlich nicht vorgesehen.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S31 bis BS S39 und die Querschnitte Q5-Q5 und Q6-Q6 der vorhandenen Planunterlagen berücksichtigt.

Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen nur für die g.g. Querschnitte vor. Höhenzwangspunkte stellen der Ausgang des Ausfädelungstreifens von der B16 bzw. der Eingang zum Einfädelungstreifen zur B16 und der Übergang zur Brücke über die B16 dar.

Für die hier geplanten Fahrwege wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen.

Entfernung der Versiegelungen / Überschussmassen: Die zu lösenden Abschnitte der bestehenden Schwarzdeckenversiegelung sollten gemäß den Empfehlung aus Kapitel 3 behandelt werden. Sollten beim Ausbau organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden - womit nach aktuellem Kenntnisstand nicht gerechnet wird - so sind die entsprechenden Massen zu separieren und der Bodengutachter ist hinzuzuziehen.

Die vorhandenen, aufgefüllten Mutterböden sind in einer mittleren Mächtigkeit von rund 0,40 – 0,45 m abzuschleifen und für eine Verwendung in gleicher Funktion zu sichern (siehe Kapitel 4.3). Lokal wurden sehr hohe Oberbodenmächtigkeiten von bis zu 0,95 m angetroffen (BS S39)

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 75/77 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffnung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ‘offenen Wasserhaltung’ im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schicht-/Hangwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Die Bestandsböschungen sollten, mit Ausnahme der u.g. ‘Stufen’, im Zuge der Bauausführung keinesfalls mit ‘übersteilen’ Böschungswinkeln von mehr als 45° hergestellt werden.

Auftragssohle / Verzahnung: Die Sohlflächen für einen Materialauftrag sind horizontal auszubilden. Wird die Auftragssohle mit einer Neigung von mehr als etwa 1:8 hergestellt, muss geprüft werden, ob zur Einhaltung der Standsicherheit des Dammes ergänzende Sicherungsmaßnahmen erforderlich werden.

Grundsätzlich sind beim Anschütten von Materialien an einen bestehenden Dammkörper immer Stufen mit einer Höhe von ca. 0,6 – 1,0 m als ‘Verzahnung’ auszubilden. Daneben ist eine ausreichende Entwässerung des Verzahnungsbereichs sicherzustellen.

Anbauböschungen / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen der Anlage 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Anbauböschungen / bodenmechanische Anforderungen: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden.

Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Vorgenanntes Material ist gegenüber den im Rampenbereich aktuell vorhandenen Erdbaustoff mindestens als gleichwertig anzusehen.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$ in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Es wird empfohlen, die Böschung zunächst mit einem Überstand von wenigstens 1 m über das Sollprofil hinaus und schütten und fachgerecht zu verdichten. Im Anschluss kann die endgültige Böschungsneigung durch vorsichtigen Materialabtrag profiliert werden. Das so gewonnene Material kann erneut für die Herstellung von Böschungsbereichen verwendet werden.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geräte- und Verfahrensauswahl: Die verwendeten Gerätschaften und Arbeitsverfahren sind AN-seits auf die besonderen örtlichen Bedingungen abzustimmen.

Qualitätssicherung / Fremdüberwachung: Gemäß aktueller ZTV E-StB sind unter Annahme der Ausführung der Prüfmethode M 3 für die Eigenüberwachung im Unterbau je Schüttlage und auf Planum eine Prüfung je angefangene 1.000 m², mindestens jedoch zwei Prüfungen vorzusehen. Bei der Anwendung des dynamischen Plattendruckversuchs zur Bestimmung des Verdichtungsgrades ist der diesbezügliche Prüfungsumfang zu verdoppeln.

Im Rahmen der Qualitätssicherung ist für die Phase des Einbaus eine Fremdüberwachung nach ZTV-E StB einzukalkulieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Sinnvoll erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >300 g/m²; Stempeldurchdrückkraft > 3,5 kN).

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Planung Straßenbau: Es wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen eine Belastungsklassenzuordnung der Fahrwege der Brückenrampe gemäß *RStO 12* (‘Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen’, Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angesetzt.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Fahrwege in Schwarzdeckenbauweise (‘Bauweisen mit Asphaltdecke’ gemäß Tafel 1 RStO 12).

Fahrwege Brückenrampe: Belastungsklasse Bk10

Bei diesbezüglich deutlich anderen bzw. aktuelleren Planungsansätzen wird um Benachrichtigung gebeten, um die nachfolgenden Hinweisgebungen anpassen zu können.

Anmerkung zum geplanten Ausbau: Grundsätzlich ist durch den AG zu prüfen, ob ggf. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen von den Regelungen der RStO in den Abschnitten 3.1 bis 3.3.5 abgewichen werden soll (siehe RStO 12 – Abschnitt 3.3.6: Besonderheiten).

Verhältnisse auf dem Planum: Unabhängig von der Trassenlage muss auf Erdplanum mit der Vorlage von bindigen oder +/- verlehmtten Füll- oder Geogenböden gerechnet werden, die einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ('sehr frostempfindlich') gestellt werden sollten.

Nach der *ZTVE-StB* sind daher Frostschutzmaßnahmen grundsätzlich erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm in der Bk10.

Planumsentwässerung: Die Herstellung einer Planumsentwässerung im Zuge der Verbreiterung der Rampe wird gutachterlicherseits nicht als zielführend angesehen, da zum einen keine Kenntnisse über das Vorhandensein einer solchen Entwässerung im Bestand vorliegen und zudem ein Anschluss an eine möglicherweise bestehender Drainage als bautechnisch schwierig umsetzbar angesehen wird.

Sofern planerischerseits dennoch eine Planumsentwässerung vorgesehen werden sollte, werden entsprechende Maßnahmen in den 'Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung' (RAS-Ew) und den 'Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau' (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer diesbezüglichen 'Mehrdicke' von 5 cm. Kleinräumige Klimaunterschiede werden demgegenüber nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' anzunehmen ist, bzw. nicht auszuschließen ist.

Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich überwiegend keine Mehr-/Minderdicken. Bereiche der Trasse, die eine Dammlage von (deutlich) mehr als 2 m oberhalb der umgebenden Geländeoberkante aufweisen (z.B. Brückenrampen) können gem. RStO Tab. 7 prinzipiell mit einer Minderdicke von 5 cm ausgeführt werden. Hier ist

von Seiten des Bauherrn zu entscheiden, ob eine geänderte Bauweise im Rampenbereich realisiert werden soll (wirtschaftliche/bautechnische Überlegungen).

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahnen, wie aktuell praktiziert und in den Plänen dargestellt, über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Diesbezüglich kann somit keine Minderdicke angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
´Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum´	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Mulden/Böschungen	+/- 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 23: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Fahrstraße Bk10:** **75 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt zunächst ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet keine Angaben zu funktionsspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschutzschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den ´*Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004*´ (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten

Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und offensichtliche Auflockerungen oder Aufweichungen, d.h. bindige Böden in weich-breiiger Konsistenz, zu entfernen.

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum außerhalb der Rampenbereiche weitestgehend einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt. Dort liegen verbreitet bindige Böden vor, die oberflächennah in geringen bis allenfalls mäßig hohen Konsistenzen anstehen.

Diese Böden erreichen den o.g. Sollwert in aller Regel nicht. **Eine Untergrundverbesserung sollte daher zunächst für 100% der überplanten Flächen vorab einkalkuliert werden.**

Liegen auf Erdplanum ausreichende Mächtigkeiten an Füllkiesen oder qualifiziert eingebaute Materialien der Rampenbereiche vor, so sind diese – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den o.g. Sollwert zu erreichen.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden *örtlichen* Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 30 cm starken Schotter- oder Kies-Sand-Lage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 30 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschutzschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (in der Belastungsklasse Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert. Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem entsprechenden Planum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95$ % und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

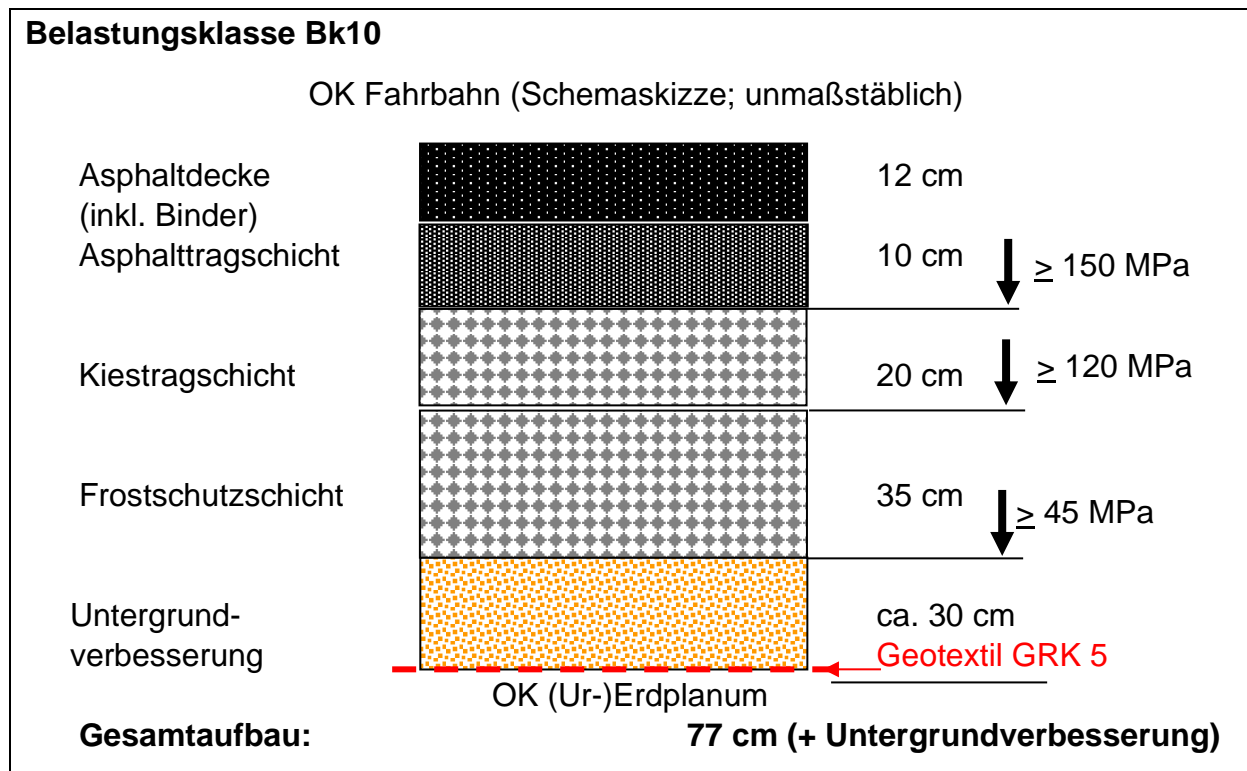
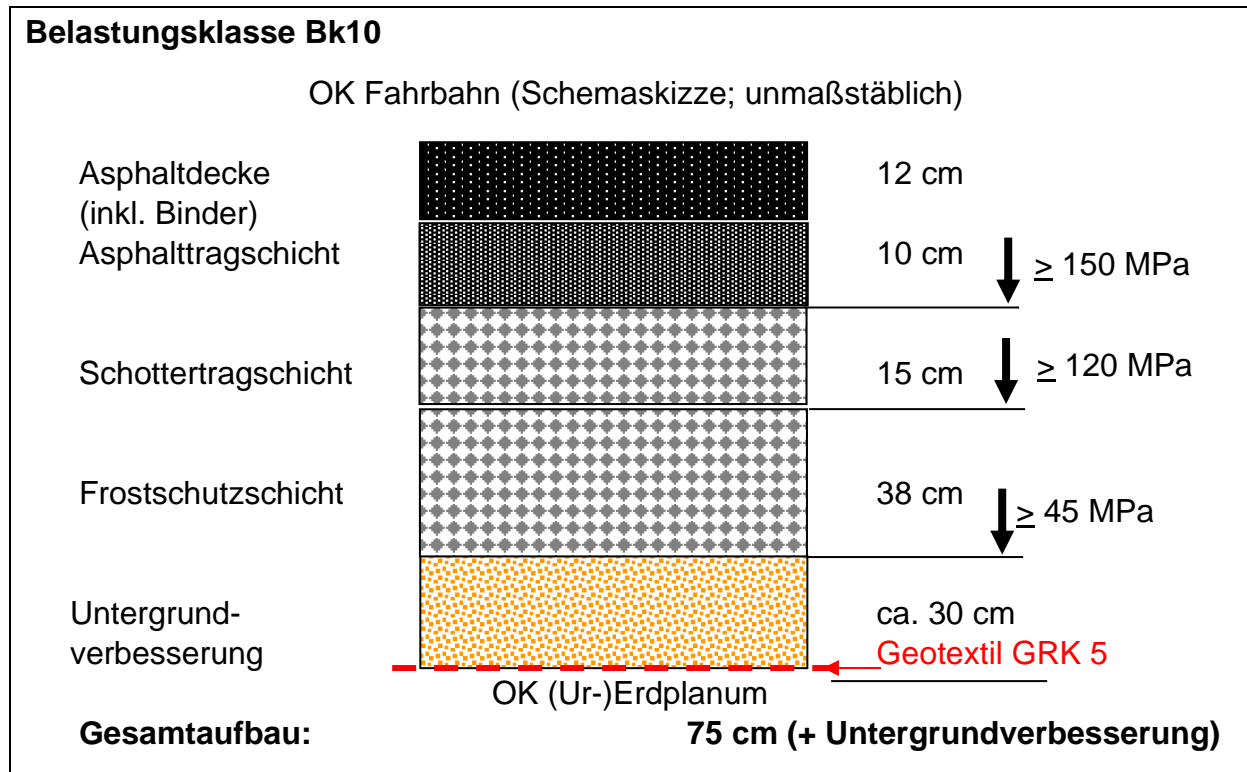
Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - inklusive ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3). Die Asphaltdecke beinhaltet in der Belastungsklasse Bk10 eine Binderschicht.

Alternativ zu einer (möglichst geringmächtigen) Aufbauvariante mit einer Schottertragschicht, wird auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen eine Bauweise mit sog. 'Kiestragschicht' aufgeführt (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 4). Aufgrund der funktionsspezifischen Mindestmächtigkeit der 'Kiestragschicht' von 20 cm in der Belastungsklasse Bk10, wird eine Anpassung der Schichtmächtigkeit in der darunterliegenden Frostschutzschicht erforderlich, um die Anhaltswerte der Tabelle 8 der RStO für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel hinreichend zu berücksichtigen.

Hieraus ergibt sich eine geringe Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 2 cm auf insgesamt 77 cm.



6.5 Errichtung Ein-/Ausfädelstreifen B16 FR Neuburg a.d. Donau

Planung: Gegenüber dem Ist-Zustand soll die bestehende Ausfädelungsspur von etwa 60 m auf rund 119 m deutlich verlängert werden. Eine Einfädelungsspur in Richtung Neuburg a.d. Donau ist nicht vorhanden. Diese soll mit einer Länge von 150 m als Neubau errichtet werden.

Gegenüber der Ist-Situation werden die geplanten Fahrwege geringfügig in östlicher Richtung verschoben, sodass Teile des Bestandes zurückzubauen sein werden.

Etwa in der östlichen Hälfte der Ausfädelungsspur wird die Errichtung einer rund 55 m langen Winkelstützmauer zur Sicherung gegenüber dem tieferliegenden Gelände nördlich der Plantrasse vorgesehen.

Die Fahrbahn in der eigentlichen Ein-/Ausfädelungsspur wird mit einer Breite von $\geq 3,5$ m angenommen. In den Kurvenbereichen wird eine Fahrbahnbreite von 6 m planerischerseits vorgesehen. Es wird eine Querneigung der Fahrbahnen im Bereich der B16 in südlichen Richtung von ca. 2,5 % vorgesehen.

Die Oberkante Fahrbahn wird in etwa höhengleich zum umgebenden Gelände oder geringfügig höher angenommen.

Die Errichtung von Geh-/Radwegen ist örtlich nicht vorgesehen.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S23 bis BS S30, BS S43 und BS S46 sowie der Querschnitt Q4-Q4 der vorhandenen Planunterlagen berücksichtigt. Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen nur für den g.g. Querschnitt vor. Höhenzwangspunkte stellen der Übergang von der B16 zum Ausfädelungsstreifen bzw. vom Einfädelungsstreifen zur B16 in Fahrtrichtung Neuburg a.d. Donau dar.

Für die hier geplanten Fahrwege wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen.

Es sei an dieser Stelle besonders auf die in den Planunterlagen verzeichnete Telekomleitung hingewiesen, die im Querschnitt Q4-Q4 (südlich der B16) im Bereich der vorzusehenden Untergrundverbesserung liegt. Ab etwa 10 m östlich der Lage des Querschnitts Q4-Q4 unterquert die Leitung die B16, um dann südlich der Kreisstraße. Sie quert damit auch – in unbekannter Lage – den geplanten Einfädelungsstreifen in Richtung Neuburg a.d. Donau.

Daher werden u.U. Vorarbeiten zur Umlegung oder Sicherung der Leitung erforderlich. Auf die Möglichkeit der Existenz weiterer Leitungen im Bereich der Baumaßnahme sei hingewiesen.

Entfernung der Versiegelungen / Überschussmassen: Die zu lösenden Abschnitte der bestehenden Schwarzdeckenversiegelung sollten gemäß den Empfehlung aus Kapitel 3 behandelt werden. Sollten beim Ausbau organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden - womit nach aktuellem Kenntnisstand nicht gerechnet wird - so sind die entsprechenden Massen zu separieren und der Bodengutachter ist hinzuzuziehen.

Die vorhandenen, aufgefüllten Mutterböden sind in einer mittleren Mächtigkeit von rund 0,25 – 0,30 m abzuschleifen. Eine Wiederverwendung in gleicher Funktion ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht zulässig (siehe 'MP Mutterboden 3' in Kapitel 4.3).

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 75/77 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung' / 'Flachlöffel'), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffnung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau 'vor-Kopf' gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schichtwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m gebösch / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ gebösch werden.

Massendefizit ausgleich / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen der Anlage 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Massendefizit ausgleich / bodenmechanische Anforderungen: Auf Grundlage der aktuellen Höhenplanung wird nach Abzug von Oberböden teilweise ein Massendefizit von einigen Dezimetern bis zur Unterkante eines planmäßigen RStO-Aufbaus auszugleichen sein. Überschreitet das auszugleichende Massendefizit eine Mächtigkeit von ca. 30 cm, so braucht in diesen Bereichen keine Untergrundverbesserung mehr verbaut werden.

Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden.

Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98$ % in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Sinnvoll erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >300 g/m²; Stempeldurchdrückkraft > 3,5 kN).

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Planung Straßenbau: Es wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen eine Belastungsklassenzuordnung der Fahrwege der Ein- und Ausfädelungsspuren gemäß *RStO 12* (‘Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen’, Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angesetzt.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Fahrwege in Schwarzdeckenbauweise (‘Bauweisen mit Asphaltdecke’ gemäß Tafel 1 RStO 12).

Ein-/Ausfädelungsspur: Belastungsklasse Bk10

Bei diesbezüglich deutlich anderen bzw. aktuelleren Planungsansätzen wird um Benachrichtigung gebeten, um die nachfolgenden Hinweisgebungen anpassen zu können.

Anmerkung zum geplanten Ausbau: Grundsätzlich ist durch den AG zu prüfen, ob ggf. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen von den Regelungen der RStO in den Abschnitten 3.1 bis 3.3.5 abgewichen werden soll (siehe RStO 12 – Abschnitt 3.3.6: Besonderheiten).

Verhältnisse auf dem Planum: In Höhe des zukünftigen Erdplanums muss teilweise mit der Vorlage bindiger Fluviatilschluffe gerechnet werden. Im Bereich vorhandener Versiegelungen werden unterschiedliche Restmächtigkeiten +/- verlehmteter Füllkiese erwartet. Lokal können ebenfalls bindige Füllböden vorliegen. Sämtliche Böden sollten einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (‘sehr frostempfindlich’) gestellt werden.

Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm in der Bk10.

Planumsentwässerung: Die Herstellung einer Planumsentwässerung im Zuge der Herstellung der Ein-/Ausfädelungstreifen wird gutachterlicherseits nicht als zielführend angesehen, da zum einen keine Kenntnisse über das Vorhandensein einer solchen Entwässerung im Bestand vorliegen und zudem ein Anschluss an eine möglicherweise bestehender Drainage als bautechnisch schwierig umsetzbar angesehen wird.

Sofern planerischerseits dennoch eine Planumsentwässerung vorgesehen werden sollte, werden entsprechende Maßnahmen in den 'Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung' (RAS-Ew) und den 'Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau' (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer diesbezüglichen 'Mehrdicke' von 5 cm. Kleinräumige Klimaunterschiede werden demgegenüber nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' anzunehmen ist, bzw. nicht auszuschließen ist. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahnen, wie aktuell praktiziert und in den Plänen dargestellt, über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Diesbezüglich kann somit keine Minderdicke angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
' <u>Grund-</u> oder <u>Schichtenwasser</u> dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Mulden/Böschungen	+/- 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 24: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Fahrstraße Bk10:** **75 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet zunächst keine Angaben zu funktionsspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschutzschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und offensichtliche Auflockerungen oder Aufweichungen, d.h. bindige Böden in weich-breiiger Konsistenz, zu entfernen.

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum außerhalb der bestehenden Trassenbereiche weitestgehend einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ vorausgesetzt. Dort werden verbreitet bindige Böden vorliegen, die oberflächennah in geringen Konsistenzen anstehen.

Diese Böden erreichen den o.g. Sollwert erfahrungsgemäß nicht. **Eine Untergrundverbesserung sollte daher zunächst für 100% der überplanten Flächen vorab einkalkuliert werden.**

Liegen auf Erdplanum ausreichende Restmächtigkeiten an Füllkiesen der Bestandstrasse vor, so sind diese – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den o.g. Sollwert zu erreichen.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden örtlichen Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 30 cm starken Schotter- oder Kies-Sand-Lage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 30 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschutzschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (in der Belastungsklasse Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert.

Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem entsprechenden Planum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

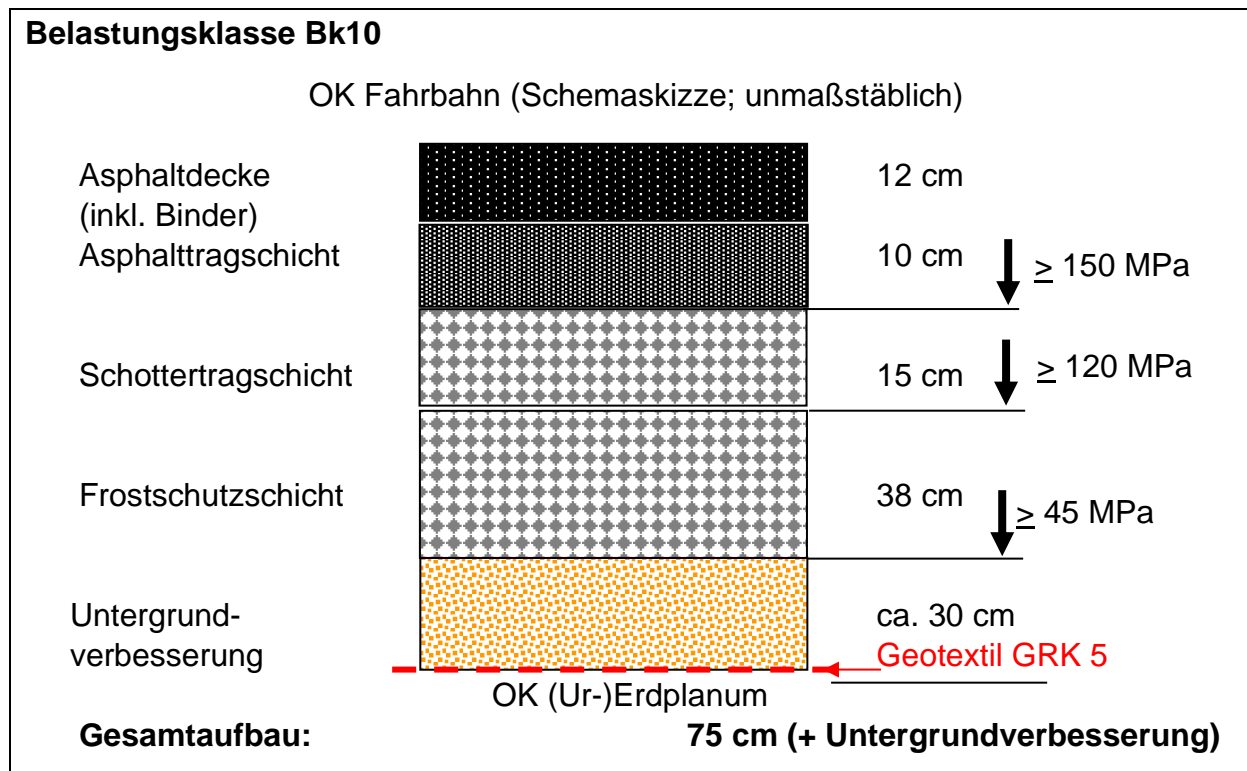
Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95$ % und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

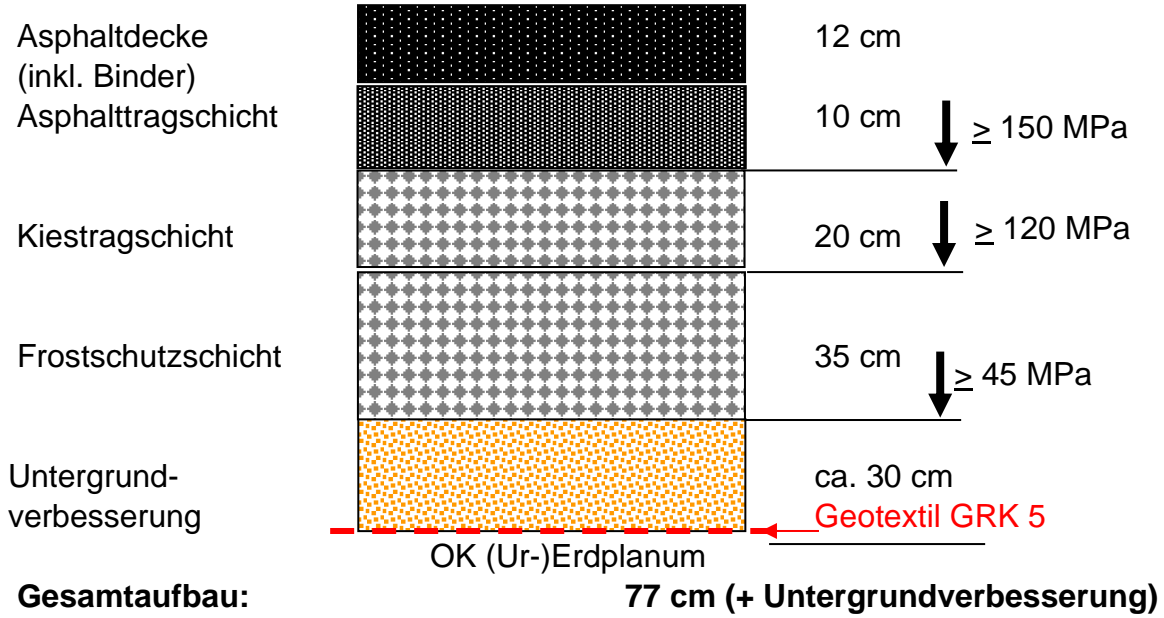
Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - inklusive ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3). Die Asphaltdecke beinhaltet in der Belastungsklasse Bk10 eine Binderschicht.

Alternativ zu einer (möglichst geringmächtigen) Aufbauvariante mit einer Schottertragschicht, wird auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen eine Bauweise mit sog. 'Kiestragschicht' aufgeführt (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 4). Aufgrund der funktionspezifischen Mindestmächtigkeit der 'Kiestragschicht' von 20 cm in der Belastungsklasse Bk10, wird eine Anpassung der Schichtmächtigkeit in der darunterliegenden Frostschutzschicht erforderlich, um die Anhaltswerte der Tabelle 8 der RStO für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel hinreichend zu berücksichtigen. Hieraus ergibt sich eine geringe Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 2 cm auf insgesamt 77 cm.



Belastungsklasse Bk10

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



6.5.1 Errichtung Winkelstützwand nördlich des Ausfädelungsstreifens

Planung: Vorgesehen ist gemäß [U14] die Errichtung einer rund 55 m langen Winkelstützwand, die bei einer Bauhöhe von höchstens 1,60 m einen maximalen Höhenversprung von etwa 1,35 m abfangen soll. Dies entspricht einer (Sowieso-)Einbindung von mindestens 0,25 m, die mit Oberboden ausgeführt werden soll.

Erdseitig ist zudem die Verlegung einer Drainage DN 100 zur Entwässerung geplant. Die Oberkante der Winkelstützwand soll dabei (abgetrept) zwischen +375,25 m NHN und +376,25 m NHN errichtet werden. Die Unterkante der Winkelstützwand soll demgegenüber bei +374,45 m NHN bis +374,70 m NHN zu liegen kommen.

Planmäßig ist unterhalb der Winkelstütze der Einbau von 0,05 m Estrichmischung, 0,10 m Beton-Bettungsschicht und 0,50 m Schotterpolster vorgesehen, sodass einschließlich der Mutterbodenandeckung eine Gesamteinbindung von lediglich 0,9 m erzielt würde.

Anmerkung: Da in der Frosteinwirkungszone II eine frostsichere Gründung erst ab einer Einbindung von mind. 1 m unter Geländeoberkante gewährleistet werden kann, sollte durch eine größere Andeckungsmächtigkeit die Frostsicherheit hergestellt werden. Die – prinzipiell mögliche – Verstärkung des Schotterpolsters ´zur Tiefe hin´ wird aufgrund der örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnisse nicht favorisiert.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (´Schneidbestückung´ / ´Flachlöffel´), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ´vor-Kopf´ gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Eine Wiederverwendung abgeschobener Mutterböden in gleicher Funktion ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht zulässig (siehe ´MP Mutterboden 3´ in Kapitel 4.3).

Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ´offenen Wasserhaltung´ im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schicht-/Hangwasser zu fassen und abzuleiten oder um eine geringfügige Grundwasserabsenkung herbeizuführen. Diese bezüglich sei auf die Anmerkungen in Kapitel 6.1 verwiesen.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Die Bestandsböschungen sollten, mit Ausnahme der u.g. 'Stufen', im Zuge der Bauausführung keinesfalls mit 'übersteilen' Böschungswinkeln von mehr als 45° hergestellt werden.

Gründung der Winkelstützwand: Die statische Dimensionierung der Winkelstützwände hat sich an den bodenmechanischen Kenndaten (siehe Tabellen 18a/b) zu orientieren.

Für die Errichtung der Winkelstützmauern ist planerischerseits der Einbau von 50 cm starken Schotter-Bettungspolstern vorgesehen. Bei den für die Winkelstützmauer im Nahbereich gelegenen Bohrungen BS S29 und BS S30 werden auf Gründungsniveau vorwiegend weich konsistente Fluviatilschluffe anstehen, die keine unmittelbar ausreichende Gründungseignung bieten.

Erst in Verbindung mit dem sowieso geplanten Schottereinbau wird eine ausreichende Gründungseignung für die geplanten Stützwände hergestellt werden können. Unterhalb des Schotterpolsters sollte dabei zur Trennung zum bindigen Erdplanum der Einbau eines Geotextils erfolgen. Die Verwendung eines Vliesstoffs der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 ist örtlich ausreichend.

Auf OK Schotterplanum der Winkelstützen sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80 - 100$ MPa nachgewiesen werden.

Aus der Maßnahme heraus bietet sich die Verwendung des für den Straßenbau verwendeten Frostschutz-, Schottertrag- oder Kiestragschichtmaterials für die Herstellung des Bettungspolster an (Beschaffenheit siehe z.B. Kapitel 6.5).

6.6 Errichtung der Sicht-/Blend-Lärmschutzwand

Planung: Nördlich der B16 wird zwischen der Auffahrt auf die B16 in Fahrtrichtung Neuburg a.d. Donau und der nördlichen Rampe zur Brücke über die B16 die Errichtung ein ca. 255 m langen Lärmschutzwand vorgesehen. Über die geplante Höhe der Wand liegen dem IB KLEEGRÄFE keine Angaben vor.

Als Lärmschutzeinrichtung ist den Planunterlagen zufolge ein Panelsystem zwischen aufgehenden (Doppel-T-)Träger vorgesehen. Die Träger werden in lastabtragende Elemente im Rasterabstand (5 m Achsabstand gem. [U13]) eingestellt. Im Rastermaß der Stützen werden nach statischer Vorgabe Bohrpfähle oder ähnliche pfahlartige Tragglieder in den Untergrund einzubringen sein (gem. [U9]).

Auf die Pfähle wird dann in der Regel ein Betonsockel aufgesetzt. Dies stellt die Schnittstelle zwischen spezialtiefbautechnischer Einbringung der Pfähle und 'herkömmlichem' Betonbau dar.

Die statische Bemessung der Gründung erfolgt in erster Linie gegen die auftretenden Windlasten. Die Komponente 'Eigengewicht' der LSW hat hier nur verhältnismäßig geringen Einfluss. Eine entsprechende (Vor-)Statik liegt dem IB KLEEGRÄFE nicht vor.

In Abhängigkeit der letztlich herzustellenden Wandhöhe werden u.U. Einbindetiefen erforderlich, welche die Aufschlussteufen (deutlich) übersteigen. In diesem Fall ist von der Notwendigkeit zur Durchführung ergänzender und tieferreichender (Groß-) Bohrungen auszugehen, da der Baugrund bis (deutlich) unterhalb des Pfahlfußes zu erkunden ist.

Da noch keine Details zur Planung der Bauteile vorliegen, erfolgen nun zunächst orientierende Hinweisgebungen zur Errichtung. Diese sind maßnahmenfortlaufend zu überprüfen und ggf. an neuere Planungen anzupassen, weshalb eine enge Abstimmung zwischen Bauherr/AG, Planer und Bodengutachter empfohlen wird.

Hinzuweisen ist an dieser Stelle, dass der Untersuchungsumfang nicht für alle denkbaren Spezialtiefbauverfahren ausreichend ist, sodass bei fortschreitender Planung projektbezogene Detailuntersuchungen notwendig werden können.

In Abhängigkeit der weiteren Planungen zu den Dimensionen der Wand können u.U. auch alternative, freistehende Konstruktionen ausgeführt werden.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S40, BS S43 und BS S46 sowie der Querschnitt Q4-Q4 der vorhandenen Planunterlagen berücksichtigt. Exakte Höhenangaben liegen auch im Bereich des g.g. Querschnitts nicht vor.

Für die nachfolgenden Hinweisgebungen wird daher zunächst vereinfachend angenommen, dass die Flächen im Bereich der zukünftigen Lärmschutzeinrichtungen nicht nennenswert aufzuhöhen oder abzutragen sind, um zumindest orientierend Pfahllängen und ansetzbare Kenndaten angeben zu können. Unter der g.g. Voraussetzung kann im Mittel eine Geländehöhe von +375,66 m NHN angesetzt werden.

Baugrundverhältnisse: Unterhalb einer geringmächtigen, aufgefüllten Oberbodenschicht stehen bis ca. 1,8/2,2 m u.GOK vor allem weich konsistente Fluviatilschluffe an. Darunter folgen bis ca. 7,5/9,5 m u.GOK fluviatile Kiese, die bis etwa 5 – 7 m u.GOK verbreitet Auflockerungen aufweisen, darunter jedoch in zumeist mitteldichter bis dichter Lagerung vorliegen. Zuunterst wurden bis zur Endteufe von maximal 10 m u.GOK fluviatile Schluffe angetroffen, die in mindestens steifer bis halbfester Konsistenz vorliegen. Die oberflächennah anstehenden Böden weisen keine ausreichende Gründungseignung auf. Die mitteldicht bis dicht gelagerten Kiese und steif-halbfest konsistenten Schluffe bieten hingegen ausreichende Lastabtragsbedingungen.

Ab im Mittel etwa 2 m u.GOK ist, bei Verhältnissen wie im Untersuchungszeitraum, mit der Vorlage von Grundwasser zu rechnen.

Ablehnung Flachgründung: Die Windlasten können über herkömmliche Flachgründungen vermutlich nicht im ausreichenden Maße schadensfrei eingeleitet werden. Bei den gegebenen Rahmenbedingungen (nicht bis weniger gut tragfähige oberflächennahe Böden) wird von einer Flachgründung über Streifen- oder Einzelfundamente abgeraten, da die deutliche Gefahr eines Böschungsbruches existiert.

Ablehnung Rammpfähle/Rüttelverfahren: Die im Nahbereich nördlich und südlich der Spur der Lärmschutzwand verlaufenden Straßentrassen der ND18 und B16 sowie mindestens die querende bzw. parallel dazu verlaufende Telekom-Leitung und weitere potenzielle Leitungen werden grundsätzlich als erschütterungsempfindlich angesehen. Zudem ist davon auszugehen, dass die im mittleren bis tieferen Profildbereich anstehenden (groben) Schotter (Schmelzwasser-/Flussablagerungen) nicht ohne zusätzlichen technischen Aufwand von den o.g. Verfahren durchörtert werden können.

Die Ausführung (großkalibriger) schlagender, rammender oder vibrierender Verfahren zur Einbringung von Pfählen bzw. pfahlartigen Traggliedern wird daher von Seiten des IB KLEEGRÄFE im Hinblick auf den Bestandsschutz als kritisch angesehen und zum aktuellen Kenntnisstand abgelehnt.

Der AN favorisiert aus vorgenannten Gründen eindeutig ´schonende´ Bohrverfahren (z.B. Bohrfahlgründung), da hierdurch keine potenziell schädigenden Schwingungen in den Untergrund abgegeben werden.

Anmerkung duktile Rammpfähle / Mikro-Verpresspfähle: Bei Mikro-Verpresspfählen darf und bei duktilen (kleinkalibrigen) Rammpfählen kann aufgrund der Rahmenbedingungen kein Spitzendruck angesetzt werden. Daher müssen außenseitige Verpressungen eingerechnet werden (´betonverpresste Mantelreibungspfähle´). Die Verpressungen erhöhen den Aufwand deutlich.

Des Weiteren können Einzelpfähle genannter Pfahlsysteme systembedingt keine Horizontallasten aufnehmen. Die ´innere Tragfähigkeit´ lässt dies nicht zu. Bei betreffender Maßnahme überwiegen jedoch die H-Lasten (hier: Windlasten). Im diesem Fall wird bei genannten Systemen ein sog. ´Pfahlbock´ (bei Einzelfundamenten: mind. 3 Einzelpfähle) oder ein sog. ´Pfahlstrauß´ notwendig. Hierdurch können H-Lasten bis zu einem gewissen Grad abgeleitet werden. Infolge der hohen Anzahl an benötigten Pfählen geht der ursprüngliche Kostenvorteil gegenüber den herkömmlichen Ortbeton-Bohrpfählen vermutlich verloren.

Gründungsvorschlag verrohrte und bewerte Ortbeton-Großbohrpfähle (gem. DIN EN 1536: 2010-12 / EN 1536: 2010 D): Vorgeschlagen wird die Gründung über ´klassische´ Ortbeton-Bohrpfähle. Diese sollten verrohrt mit Bewehrung hergestellt werden. Der Lastabtrag erfolgt über die Mantelreibung und den Spitzendruck. Aufgrund der gegebenen geometrischen Verhältnisse (Pfahl-Einbindung / -Bettung infolge Böschungsneigung im Hangenden unvollständig) wird – vorbehaltlich der statischen Spezifizierung – von Seiten des AN vorgeschlagen, dass die vorhandenen oberflächennahen Auffüllungen und Geogenböden jeweils ohne Ansatz einer Mantelreibung, jedoch mit Ansatz einer minimalen seitlichen Bettung gerechnet werden.

Qualifiziert eingebauten Füllböden, z.B. zur Herstellung eines Arbeitsplanums bzw. für eine potenziellen Massendefizitausgleich können hingegen Mantelreibung und ein ´normales´ horizontales Bettungsmodul zugestanden werden, was hinsichtlich der Auslenkung der Pfahlköpfe vorteilhaft erscheint.

Hinzuweisen ist darauf, dass die Pfähle praktisch permanent unter Grundwassereinfluss stehen werden.

Gründungsvorschlag vorverrohrte Bohrpfähle: Angeraten wird eine Tiefgründung über vorverrohrte Bohrpfähle innerhalb der tieferen Bodenschichten.

Hierdurch werden homogene und geeignete Lastabtragsverhältnisse geschaffen.

- a) Es handelt sich um einen zweigeteilten Baugrund (hangend: nicht ausreichend tragfähig ↔ liegend: ausreichend tragfähig). Mittels der angeratenen Pfahlgründung erfolgt eine Lastüberbrückung der ungeeigneten Bereiche in den tragfähigen Baugrund.
- b) Bei der Einbringung der Bohrpfähle werden keine relevanten Vibrationen verursacht (‘erschütterungsarm’). Zum einen wird somit die Gefahr der Konsistenzverringering der bindigen Böden minimiert/ausgeschlossen und zum anderen existiert keine Gefährdung des umgebenden Bestandes.
- c) Für die eigentliche Einbringung der Bohrpfähle wird keine Grundwasserabsenkung und keine Verbausicherung notwendig.
- d) Bohrpfähle eignen sich hier auch gut zur Entkopplung von Bauteilen.
- e) Bei einer Pfahlgründung durch Bohrpfähle sind zusätzlich anfallende Bohrgutmassen zu berücksichtigen, die abgefahren / entsorgt werden müssen.

Aufgrund o.g. Punkte wird vom AN grundsätzlich eine Gründung über vorverrohrte Bohrpfähle in den tieferen Untergrund zumindest technisch favorisiert.

Bei einer Pfahlgründung innerhalb der tieferliegenden Geogenböden erfolgt der Lastabtrag dabei z.T. über die Pfahlspitze und zum anderen Teil über die Mantelreibung. Ein konzentrierter Lastabtrag in ein Festgestein wird auf Grundlage der erkundeten Bodenschichtung nicht zum Tragen kommen können.

Ausführung / Probelastung: Die Kontrolle der Ausführung muss der Projektspezifikation sowie EN 1997-1, EN 13670 und DIN EN 1536: 2010 entsprechen. Es wird die Durchführung von Probelastungen nach EN 1997-1 an Probepfählen angeraten. Der Prüfbericht muss g.g. Norm entsprechen.

Vorgehensweise / Arbeitsablauf: Das vorliegende Erdplanum erscheint insbesondere im Bereich der vorhandenen Grünflächen im Umfeld der Bohrungen BS S40, BS S43 und BS S46 nicht unmittelbar geeignet, um als ‘Arbeitsplanum’ für das Großgerät dienen zu können.

Konkrete Maßnahmen zur Herstellung einer Art ‘Baustraße’ und eines schwerlasttauglichen Arbeitsplanums sollten mit der pfahleinbringenden Firma abgestimmt werden. Ein diesbezüglich anfallender tatsächlicher Mehraufwand steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der letztendlich herzustellenden Basishöhe der Lärmschutzwände.

Ordnungsgemäße Beseitigung des 'Verdrängungswassers': Bei Erstellung der Bohrpfähle wird bei Eingabe des Betons das im verrohrten Bereich angefallene Grundwasser nach oben aus der Verrohrung verdrängt.

Vermutlich weist dieses Wasser eine 'Verschmutzung' mit Zementsuspension etc. auf. Daher muss der Tiefbauer / Pfahlaufsteller geeignete Maßnahmen ergreifen, um dieses Wasser vollständig aufzufangen und fachgerecht zu entsorgen (z.B. Einleitung in bereitgestellte Container und Reinigung durch Absatz). Vor Einleitung in einen Graben/Kanal oder ein offenes Gewässer oder in einen öffentlichen Kanal ist die fachbehördliche Erlaubnis einzuholen.

Frostsicherheit: Alle Gründungselemente müssen frostsicher, d.h. mind. 1,0 m einbinden, was bei einer Tiefgründung durchgängig der Fall ist. Gründungsrelevante Elemente zwischen den Stützen sollten mit einem frostsicheren, verdichtungsfähigen Mineralgemisch (Verdichtbarkeitsklasse V1; Frostempfindlichkeitsklasse F1) angedeckt werden.

Ingenieurgeologische Abnahmen: Sehr wichtig ist die ingenieurgeologische Bohrgutabnahme bei den Pfahlbohrungen zwecks Bestätigung der 'tragfähigen Böden'. Die endgültige Pfahllänge ist von einem Statiker festzulegen, wobei auf die ingenieurgeologische Abnahme hingewiesen wird. Die endgültigen Pfahllängen können somit erst in Verbindung mit der Bohrgutabnahme festgelegt werden.

Zuordnung von Steifigkeitswerten: Aufgrund der festgestellten annähernd vergleichbaren Bodenverhältnissen an den Aufschlusspunkten und die ähnlichen Geländehöhen, erfolgt die zusammenfassende Angabe von Steifigkeitswerten bzw. die Angabe der abgeleiteten Bettungsmoduln für die Gesamttrasse der geplanten Sicht-/Blend-Lärmschutzwände.

Die Angabe des horizontalen Bettungsmoduls k_s erfolgt für einen angenommenen Pfahldurchmesser von $D_s = 0,9$ m und bezogen auf die oben genannte, angenommene zukünftige Geländeoberkante. Bei Pfahldurchmessern $D_s > 1,0$ m darf mit $D_s = 1,0$ m gerechnet werden (mit $k_s = E_s/d$).

Der Anwendungsbereich dieser vereinfachten Annahmen ist auf eine rechnerische Horizontalverschiebung von max. ca. 2 cm oder $0,03 \times D_s$ beschränkt. Die Steifeziffern E_s sind der Tabelle 18a/b zu entnehmen. Ergänzend wird der Bruchwert der Mantelreibung der zugehörigen Schicht angegeben.

Für die oberflächennahen Profilabschnitte liegen nachgewiesene Auflockerungen und Aufweichungen vor. Eine Pfahl-Mantelreibung innerhalb von Aufweichungen/Auflockerungen sollte hinsichtlich des Lastabtrags nicht angesetzt werden.

Die nachfolgenden Angaben der Tabelle 25 sind als vereinfachte 'charakteristische Mittelwerte' zu verstehen und gelten für Einzelpfähle. Eine Gruppenwirkung wird nicht berücksichtigt. Sie gelten für Pfähle, die mindestens 2,5 m in eine 'tragfähige Schicht' einbinden, wobei davon ausgegangen wird, dass die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche mindestens den dreifachen Pfahlfußdurchmesser (mindestens aber 1,5m) beträgt und dass in diesem Profilabschnitt $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ bzw. $c_{u,k} > 100 \text{ kN/m}^2$ nachgewiesen wurden.

Im Bereich der Bohrung BS S40 und BS S43 liegen dabei bis rund 6 m unter örtlicher/zukünftiger GOK keine Bodenverhältnisse vor, die einen Ansatz der Erfahrungswerte nach EA Pfähle zulassen würden. Im Bereich der Bohrung BS S46 kann erst ab rund 7 m unter örtlicher GOK ein Ansatz der Erfahrungswerte nach EA Pfähle zugelassen werden.

Es sollte bis zu den vorgenannten Tiefen daher lediglich eine minimale seitliche/horizontale Bettung auf Grundlage der Geländedaten angesetzt werden. Sofern statisch benötigt, wird empfohlen die horizontale Bettung des Pfahlkopfes über ein entsprechend hergestelltes Schotter-/Kies-Sandpolster am Kopfbalken in der benötigten Mächtigkeit zu gewährleisten (Rechenwert: $E_s = 80.000 \text{ kN/m}^2$).

Die Bemessung der Pfahlgründung erfolgt von Seiten der Statik nach Abschnitt EC 7-1 bzw. DIN 1054. Die Herstellung der Pfähle und die Durchführung von Probelastungen erfolgen getrennt hiervon nach den jeweils gültigen pfahlspezifischen Ausführungsbestimmungen (z.B. DIN EN 1536:2010-12, DIN SPEC 18140:2012-02, etc.).

grober Tiefen-Bereich (m u.GOK-akt.)	Boden	Bruchwert der Mantelreibung $q_{s,k}$	seitliche Bettung $k_{s,h}$	Bruchwert Pfahl- Spitzen- widerstand $q_{b,k}$
ggf. Schotter-/Kies- Sandpolster (statisch festzulegen)	<u>Schotter/Kies-Sand</u> (+/- dicht)	80 kN/m ²	85 MN/m ³ bei d = 0,9 m	-
bis im Mittel ca. 2 m u.GOK	<u>Fluviatilschluff</u> (~weich)	-	3 MN/m ³ bei d = 0,9 m	-
bis ca. 6 m u.GOK (BS S40 + S43) bzw. bis ca. 7 m u.GOK (BS S46)	<u>Fluviatilkies</u> (~locker bis locker- mitteldicht)	30 kN/m ²	25 MN/m ³ bei d = 0,9 m	-
bis ca. 7,5 m u.GOK (BS S40) bzw. bis ca. 9,5 m u.GOK (BS S43 + S46)	<u>Fluviatilkies</u> (~mitteldicht bis dicht)	60 kN/m ²	35 MN/m ³ bei d = 0,9 m	$s/D_{s0,02}$: 0,75 MN/m ²
				$s/D_{s0,03}$: 1,00 MN/m ²
				$s/D_{s0,10}$: 2,00 MN/m ²
unterhalb ca. 7,5 m / 9,5 m unter GOK bis (mindestens) 10 m u.GOK*	<u>Fluviatilschluff</u> (~steif bis halbfest)	60 kN/m ²	8 MN/m ³ bei d = 0,9 m	$s/D_{s0,02}$: 0,75 MN/m ²
				$s/D_{s0,03}$: 0,80 MN/m ²
				$s/D_{s0,10}$: 1,25 MN/m ²

Tabelle 25: Kenndaten Bohrpfahlgründung für Blend-/Sicht-Lärmschutzwand
(Annahme d = 0,9 m); * = Erkundungstiefe max. 10 m u.GOK

Mäklerauslage / beengte Platzverhältnisse: Systembedingt ist die Mäklerauslage des Bohrgerätes zu berücksichtigen, die einen Zwangsabstand des Pfahl-Ansatzpunktes von geschätzt $\geq 0,75$ m zu aufgehenden Bauteilen bedeutet. Diesbezüglich wird auch auf die notwendigen Platzverhältnisse im Zufahrts- und Baufeldbereich hingewiesen.

Schaffung der 'Arbeitsebene': Es wird die Schaffung eines mindestens 0,40 m starken Schotter-/Kies-Sandpolsters aus 0/45 mm-Gütematerial auf einem vollflächig und überlappend ausgelegten GRK-3-Geotextil empfohlen (Flächengewicht ≥ 150 g/m², Stempeldurchdrückkraft $F_{P,5\%} \geq 1,5$ kN). Das Material ist in einer Lage einzubauen und mittels geeigneter Gerätschaften zu verdichten (siehe unten).

Das Materialpolster fungiert als 'saubere Arbeitsebene' für den Spezialtiefbau, um von der Oberkante aus die Pfähle einbringen zu können. In den hier vorliegenden unversiegelten Grünflächen muss das o.g. Arbeitsplanum vermutlich flächendeckend hergestellt werden.

Herstellerforderungen: Potenziellen Pfahlaufstellern sind vor Angebotsabgabe alle Herstellerforderungen für die Wand zu überreichen. Für die Einhaltung der Herstellerforderungen ist alleinig der Pfahlaufsteller verantwortlich.

Voraussetzungen für Spezialtiefbauer:

Im Folgenden wird eine „Checkliste“ – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – für die spezialtiefbautechnische Errichtung der Pfähle angegeben:

- Verkehrssicherung / Baustellensicherung / Beweissicherung
- ausreichende Einrichtungsfläche, Anschüttung (ggf. abschließbarer Lagerplatz; auch: standsichere Material-Stellfläche)
- teilweise: Erdarbeiten bauseits
- mit Schwerg Gerät befahrbare **Arbeitsebene** / AE
- ausreichende Arbeitshöhe
- Wasser- und Stromanschlüsse (Baustrom, Kraftstrom, Bauwasser, etc.)
- Kabelpläne, Leitungsfreiheit, Ver-/Umlegen von Leitungen oder Stilllegung, etc.
- bescheinigte Kampfmittelfreiheit
- schriftliche Freigabe, ggf. Freigabe vom Prüfenieur
- vollständiger Rückbau potenzieller ehem. Gebäudesubstanz (Stichwort vollständige ‚Tiefenenttrümmerung‘)
- Beseitigung von Bewuchs und potenziellen Verunreinigungen / Kontaminationen
- ggf. Ausführung von Leerbohrungen
- ggf. Abschneiden / ggf. Kappen von Pfahl-, ‚Köpfen‘
- Beseitigung von Bohr-/Verdrängungsgut, Überschussmaterial, etc.
- Nachverdichtung / Begradigung der AE-Flächen nach Spezialtiefbauer-Arbeiten
- ggf. Beweissicherungsverfahren bauseits
- ggf. Entfernung von Hindernissen / Bauschutt
- ggf. Bestandspläne benachbarter Gebäude / Bauteile / Gewerke
- ggf. Einmessen und Markieren der Pfahl-/Säulen-Ansatzpunkte (lage- und höhenmäßig)
- Beachtung der Grundwasser-Betonaggressivität bei Betonbohrpfählen (Stichwort ‚Zuschlagsstoffe‘);
- Errichtung und Prüfung von Probepfählen, sofern keine ausreichenden Daten aus vergleichbaren Probelastungen vorliegen
- weitere Punkte möglich.

6.7 Umbaumaßnahme im westlichen Bestand der Kreisstraße ND18

Planung: Gegenüber dem Ist-Zustand soll die bestehende Fahrbahn der Kreisstraße ND18 verbreitert und häufig in geringem Umfang aus der Bestandstrasse heraus verschwenkt werden. Vorgesehen wird eine Gesamtfahrbahnbreite von 7 m (jeweils 3,5 m pro Fahrtrichtung). Im westlichen Teil wird eine Querneigung der Fahrbahn in nördlicher Richtung zwischen ca. 5,25 % und ca. 7,0 % vorgesehen (bis ca. KM 0+657). Östlich der g.g. Station wird dagegen ein Quergefälle in südlicher Richtung von nur ca. 2,25 % bis zu ca. 2,50 % vorgesehen.

Die Errichtung von Geh-/Radwegen ist örtlich nicht vorgesehen.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S41, BS S42, BS S44, BS S45 und BS S47 bis BS S67 und die Querschnitte Q1-Q1 bis Q4-Q4 der vorhandenen Planunterlagen berücksichtigt. Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen nur für die g.g. Querschnitte vor. Höhenzwangspunkte stellen die Übergänge der Fahrbahn zur Brücke über den Schornreuter Kanal dar. Den vorliegenden Planunterlagen zufolge wird die zukünftige Fahrbahnoberkante annähernd höhengleich zur bestehenden Fahrbahn vorgesehen.

Für die hier geplanten Fahrwege wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen.

Es sei an dieser Stelle besonders auf die in den Planunterlagen verzeichnete Telekomleitung hingewiesen, die im Querschnitt Q3-Q3 im Bereich der vorzusehenden Untergrundverbesserung liegt. Nachfolgend verläuft die g.g. Leitung südlich der Kreisstraße und ist im Querschnitt Q2-Q2 südlich außer- bzw. unterhalb der Plantrasse verzeichnet.

Es werden in Teilbereichen der hier relevanten Trasse Vorarbeiten zur Umlegung oder Sicherung der Leitung erforderlich. Auf die Möglichkeit des Existenz weiterer Leitungen im Bereich der Baumaßnahme sei hingewiesen.

Entfernung der Versiegelungen / Überschussmassen: Die zu lösenden Abschnitte der bestehenden Schwarzdeckenversiegelung sollten gemäß den Empfehlung aus Kapitel 3 behandelt werden. Sollten beim Ausbau organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden - womit nach aktuellem Kenntnisstand zumindest im Umfeld des Ansatzpunktes BS S52 gerechnet wird - so sind die entsprechenden Massen zu separieren und der Bodengutachter ist hinzuzuziehen.

Die vorhandenen, aufgefüllten Mutterböden sind in einer mittleren Mächtigkeit von rund 0,25 – 0,30 m abzuschleifen und zumindest teilweise für eine Verwendung in gleicher Funktion zu sichern.

Eine Wiederverwendung in gleicher Funktion ist nach aktuellem Kenntnisstand teilweise nicht zulässig (siehe 'MP Mutterboden 3' in Kapitel 4.3).

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 75/77 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung' / 'Flachlöffel'), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffierung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau 'vor-Kopf' gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schichtwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Massendefizitausgleich / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen der Anlage 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Massendefizitausgleich / bodenmechanische Anforderungen: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden. Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik,

bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$ in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Aufgrund des zu empfehlenden Einbaus eines bewehrenden Geogitters (siehe unten) erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 3** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht $> 150 \text{ g/m}^2$; Stempeldurchdrückkraft $> 1,5 \text{ kN}$) für die Teile der Fahrwege (siehe unten) ausreichend.

In den übrigen, nicht mit Geogitter bewehrten Abschnitten erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht $> 300 \text{ g/m}^2$; Stempeldurchdrückkraft $> 3,5 \text{ kN}$) angezeigt.

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Geogitter: Zur langfristigen Sicherung wird aufgrund der der vorgefundenen Untergrundverhältnisse in Teilen des hier relevanten Untersuchungsabschnittes der Einbau einer Lage Geogitter auf Erdplanum geraten. Der Einbau der g.g. Geogitterlage sollte für den Bereich der **Strecke der hier relevanten Kreisstraße ND18 von BS S52 bis BS S67** (= ca. aktuell bewaldetes Feuchtgebiet) vorgesehen werden.

Im in den übrigen hier beschriebenen Trassenabschnitten kann auf den Einbau eines Geogitters verzichtet werden. Entsprechend ist hier ein GRK 5-Geotextil zur Trennung von Erdplanum und Auftragsmaterial einzubauen.

Eine mit Geogittern bewehrte Tragschicht bietet eine hohe Eigensteifigkeit und damit eine deutliche Reduzierung von Setzungsdifferenzen. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass Setzungen durch die Bewehrung nicht verhindert werden. Setzungen können jedoch vergleichmäßig und lokale Senkungsbereiche (z.B. Bereiche mit erhöhten Organikgehalten und/oder geringen Konsistenzen) überbrückt werden.

Bei Verwendung eines klassifizierten Tragschichtmaterials kommt es zu einer Verzahnung des Korngerüstes mit der offenen Geogitterstruktur. Eine Auflockerung des Korngerüstes an der Unterseite des Tragschichtmaterials wird dadurch reduziert und der innere Reibungswinkel des Schüttgutes bleibt erhalten.

Aufgrund der im Gesamtpaket notwendigen 'Bewehrung' der Tragschicht sowie der zu erwartenden (hohen) Verkehrsbelastung sollten knotensteife, gestreckte und monolithische Polypropylen-Geogitter mit Längs- und Quer-Höchstzugkräften von mindestens 30 kN/m ausgeschrieben werden. Die Maschenweiten sind auf das einzusetzende Größtkorn abzustimmen. Es ist die herstellereinspezifische Verlegeanleitung zu beachten.

Für eine Befahrung und die Durchführung von Verdichtungsprüfungen ist in der Regel eine Überschüttung einer Geogitterlage von ca. 20-30 cm notwendig.

Planung Straßenbau: Es wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen eine Belastungsklassenzuordnung für den Umbau der Kreisstraße ND18 gemäß RStO 12 ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen', Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angesetzt.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Fahrwege in Schwarzdeckenbauweise (‘Bauweisen mit Asphaltdecke’ gemäß Tafel 1 RStO 12).

Kreisstraße ND18: Belastungsklasse Bk10

Bei diesbezüglich deutlich anderen bzw. aktuelleren Planungsansätzen wird um Benachrichtigung gebeten, um die nachfolgenden Hinweisgebungen anpassen zu können.

Anmerkung zum geplanten Ausbau: Grundsätzlich ist durch den AG zu prüfen, ob ggf. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen von den Regelungen der RStO in den Abschnitten 3.1 bis 3.3.5 abgewichen werden soll (siehe RStO 12 – Abschnitt 3.3.6: Besonderheiten).

Verhältnisse auf dem Planum: In Höhe des zukünftigen Erdplanums muss im Bereich der vorhandenen Fahrstraße in erster Linie mit der Vorlage von zumeist geringen Restmächtigkeiten an Füllkiesen gerechnet werden. Lokal können ebenfalls bindige Füllböden vorliegen. Außerhalb der bestehenden Fahrtrasse bzw. in den Anbaubereichen wird mit der Vorlage bindiger Geogenböden und – nach Abzug von Oberböden – bereichsweise mit einem Massendefizit bis zur Unterkante des RStO-Aufbaus gerechnet.

Sämtliche Böden sollten einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (‘sehr frostempfindlich’) gestellt werden.

Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm in der Bk10.

Planumsentwässerung: Im Bereich der Trasse der ND18 ist ein ‘grundhafter’ Neubau vorgesehen. Die Anlage einer Planumsentwässerung im Zuge der Neuerrichtung der Flächen ist daher ohne erheblichen Mehraufwand möglich und wird daher zur Ausführung empfohlen. Die anstehenden Böden sind nicht überall ausreichend durchlässig, um keinen Aufstau von ggf. seitlich in den Oberbau eindringenden Sickerwässern befürchten zu müssen.

Entsprechende Maßnahmen werden in den ‘Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung’ (RAS-Ew) und den ‘Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau’ (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer diesbezüglichen ‘Mehrdicke’ von 5 cm. Kleinräumige Klimaunterschiede werden demgegenüber nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' anzunehmen ist, bzw. nicht auszuschließen ist. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahnen, wie aktuell praktiziert und in den Plänen dargestellt, über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Diesbezüglich kann somit keine Minderdicke angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
' <u>Grund-</u> oder <u>Schichten</u> wasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Mulden/Böschungen	+/- 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 26: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Kreisstraße ND18:** **75 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt zunächst ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet zunächst keine Angaben zu funktionsspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschuttschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschuttschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den '*Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004*' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und offensichtliche Auflockerungen oder Aufweichungen, d.h. bindige Böden in weich-breiger Konsistenz, zu entfernen.

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum außerhalb der bestehenden Trassenabschnitte zumindest teilweise einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt. Verbreitet werden auf Erdplanum gewisse Restmächtigkeiten an Füllkiesen der Bestandstrasse vorliegen. Diese sind – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den g.g. Sollwert zu erreichen. Gleiches gilt für Bereiche, in denen vorab ein Massendefizitausgleich von mehr als ca. 0,3 m vorgenommen worden ist.

Außerhalb der Bestandstrasse werden hingegen noch bindige Böden vorliegen, die oberflächennah in geringen Konsistenzen anstehen und den o.g. Sollwert erfahrungsgemäß nicht erreichen werden.

Eine Untergrundverbesserung sollte daher zunächst für 50% der überplanten Flächen vorab einkalkuliert werden.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden örtlichen Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 30 cm starken Schotter- oder Kies-Sand-Lage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 30 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschutzschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (in der Belastungsklasse Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert.

Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem entsprechenden Planum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95$ % und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

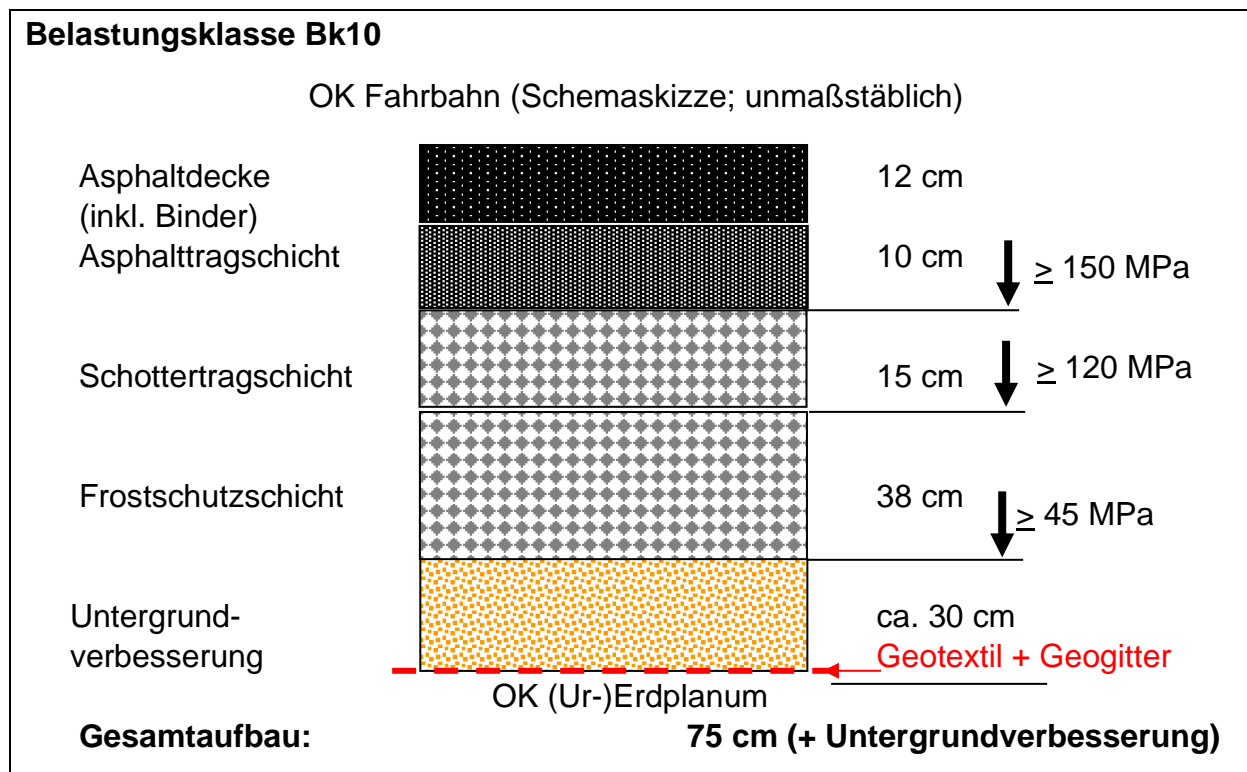
Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - inklusive ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3). Die Asphaltdecke beinhaltet in der Belastungsklasse Bk10 eine Binderschicht.

Es wird jeweils die Bauweise mit eingebautem Geogitter skizziert.

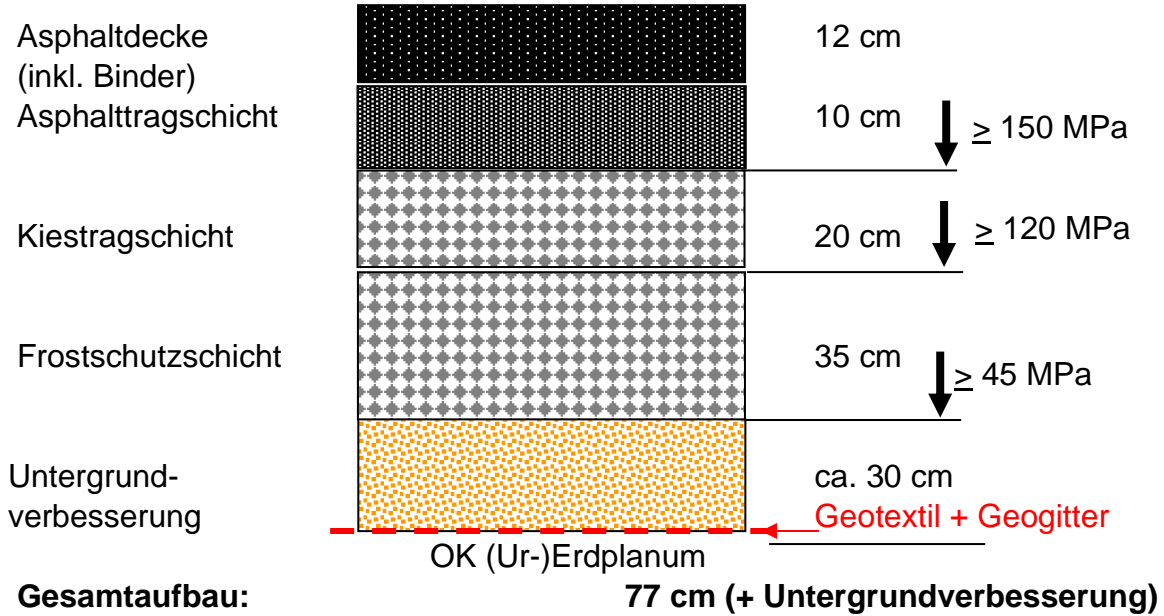
Alternativ zu einer (möglichst geringmächtigen) Aufbauvariante mit einer Schottertragschicht, wird auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen eine Bauweise mit sog. 'Kiestragschicht' aufgeführt (Schwarzdeckenbauweise nach

RStO 12 Tafel 1, Zeile 4). Aufgrund der funktionspezifischen Mindestmächtigkeit der 'Kiestragschicht' von 20 cm in der Belastungsklasse Bk10, wird eine Anpassung der Schichtmächtigkeit in der darunterliegenden Frostschutzschicht erforderlich, um die Anhaltswerte der Tabelle 8 der RStO für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel hinreichend zu berücksichtigen. Hieraus ergibt sich eine geringe Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 2 cm auf insgesamt 77 cm.



Belastungsklasse Bk10

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



6.8 Errichtung Radweg westl. Paketzentrum / südl. Schornreuter Kanal

Planung: Der geplante Radweg soll in diesem Bereich eine Länge von rund 800 m und eine Breite von 2,5 m erhalten. Die Oberfläche soll in Schwarzdeckenbauweise versiegelt werden.

Vorbemerkungen: In diesem Kapitel beschrieben wird ausschließlich der nicht trassenbegleitend zu errichtende Radweg, d.h. ab einem 'Übergabepunkt' nördlich des geplanten Kreisverkehrs.

Hinzuweisen sei auf die Tatsache, dass die Übergabe der Planung in westlicher Richtung an der Grenze der Flurstücke 481 und 498/2 erfolgen soll.

Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S60 bis BS S65 und die vorhandenen Planunterlagen [U19] und [U21] berücksichtigt. Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen nur für die g.g. Querschnitte vor. Höhenzwangspunkte stellen die Übergänge der Fahrbahn des Radweges zur Brücke über den Schornreuter Kanal dar. Den vorliegenden Planunterlagen zufolge wird die zukünftige Fahrbahnoberkante nur geringfügig oberhalb der aktuellen Geländeoberkante vorgesehen.

Es sei an dieser Stelle besonders auf die unmittelbar südlich der geplanten Radwegtrasse befindliche 20 kV-Mittelspannungs-Freileitung hingewiesen. Die g.g. Freileitung soll rückgebaut und unterhalb der Radwegtrasse als Erdkabel neu verlegt werden. Der Rückbau soll durch die BAYERNWERK NETZ GMBH erfolgen. Betreiberseitige Anforderungen für die Neuverlegung liegen dem IB KLEEGRÄFE nicht vor. Im Rahmen diesen Kapitel können zur Neuverlegung daher nur orientierende Angaben gemacht werden, die im Zuge der weiteren Planungen geprüft und ggf. angepasst werden müssen. In Abhängigkeit der weiteren Planungen kann hieraus ein ergänzender Erkundungsbedarf, einschließlich der Notwendigkeit zur Anpassung der geotechnischen Kategorie entstehen.

Entfernung von Überschussmassen: Die vorhandenen, aufgefüllten Mutterböden sind in einer mittleren Mächtigkeit von rund 0,40 – 0,45 m abzuschleifen und für eine Verwendung in gleicher Funktion zu sichern (siehe Kapitel 4.3). Die Lösung von Versiegelungen wird in diesem Bereich der geplanten Radwegtrasse vermutlich nicht erforderlich werden

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 40 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ´vor-Kopf´ gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollten nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ´offenen Wasserhaltung´ im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schichtwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Massendefizitenausgleich / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen der Anhang 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Massendefizitenausgleich / bodenmechanische Anforderungen: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden. Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden

Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98$ % in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{V2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Örtlich erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 3** ausreichend (mechanisch verfestigt, Flächengewicht > 150 g/m²; Stempeldurchdruckkraft $> 1,5$ kN).

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Planung: Der Radweg wird nach der aktuellen Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen - Ausgabe 2012' (RStO 12) als Radweg keiner herkömmlichen Belastungsklasse zugeordnet. Stattdessen wird die Tafel 6 der RStO 12 herangezogen. Diese geht bei Radwegen von einer möglichen Befahrung ausschließlich durch Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes aus. Jedwede andere Befahrung wird ausdrücklich nicht berücksichtigt.

Die zukünftige Oberflächenbefestigung wird in Schwarzdeckenbauweise geplant.

Verhältnisse auf Planum: Das geogene Erdplanum führt durchgängig bindige Böden (Fluviatilschluffe) und muss daher in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 ('sehr frostempfindlich') eingestuft werden. Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen grundsätzlich erforderlich. **Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 30 cm** im Bereich des Radwegs.

Planumsentwässerung: Im Bereich der Radwegtrasse ist ein ´grundhafter´ Neubau vorgesehen. Die Anlage einer Planumsentwässerung im Zuge der Neuerrichtung der Flächen ist daher ohne erheblichen Mehraufwand möglich und wird daher wird zur Ausführung empfohlen. Die anstehenden Böden sind nicht überall ausreichend durchlässig, um keinen Aufstau von ggf. seitlich in den Oberbau eindringenden Sickerwässern befürchten zu müssen.

Entsprechende Maßnahmen werden in den ´Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung´ (RAS-Ew) und den ´Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau´ (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich somit die Notwendigkeit einer diesbezüglichen ´Mehrdicke´ von 5 cm.

Nach den ´Wasserverhältnissen im Untergrund´ ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer ´Mehrdicke´ von 5 cm, da ´Grund- oder Schichtwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum´ anzunehmen ist (´Schicht-/Stauwasser´).

Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

Es wird davon ausgegangen, dass eine Entwässerung über Mulden, Gräben bzw. Böschungen vorgesehen ist, sodass diesbezüglich keine Minderdicke angesetzt werden darf.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
ungünstige Klimaeinflüsse	± 0 cm
´ <u>Grund-</u> oder <u>Schichten</u> wasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum´	+ 5 cm
Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen	± 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 27: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Radwegaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärke aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Radweg: 40 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt zunächst ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet zunächst keine Angaben zu funktionsspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschutzschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den *Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004* (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Errichtung / Radwegaufbau: In einem ersten Schritt sollten die Oberböden sowie höhenmäßig überschüssiges Material des Trassenbereiches bis auf mind. ca. 0,70 m u. GOK (40 cm Gesamtaufbau + 30 cm Untergrundverbesserung) gelöst werden. Es sind die Hinweise des Kapitel 4 hinsichtlich der chemischen Einstufungen zu beachten.

Nach Auskoffnung bis auf die nach Belastungsklasse benötigte Tiefe ist das Erdplanum ergänzend auf relevante organische / aufgeweichte Anteile (Erdplanums-Kontrollen s.u.) zu kontrollieren. Die Kontrolle des Erdplanums sollte im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme durch das IB KLEEGRÄFE erfolgen.

Der weitere Oberbau-Aufbau der Verkehrsflächen hat nach der 'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen' (RStO 12) zu erfolgen.

Verdichtungsüberprüfungen und Unterbauverbesserung: Auf dem Erd- und Schotterplanum sollten die je nach RStO 12-Bauweise geforderten Verformungsmodule durch statische Verdichtungsüberprüfungen (statische Lastplattendruckversuche gem. DIN 18 134) nachgewiesen werden.

Die RStO 12 setzt auf dem **Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$** voraus. Auf den vorliegenden Erdplanumsböden ist davon auszugehen, dass vorgenannter Verformungsmodul nicht erreicht werden kann.

Untergrundverbesserungen sollten daher vorab für zunächst 100 % der Gesamtrasse einkalkuliert werden.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Details sind durch ingenieurgeologische Abnahmen vor-Ort festzulegen. Bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag wird erfahrungsgemäß eine Untergrundverbesserung durch Einbau einer ca. 30 cm starken Schotter-/Kies-Sandlage ausreichend sein. Entsprechend tiefer wäre dann das Erdplanum auszukoffern.

Eine Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Aufbaus sollte vorab über die Anlage eines Probefeldes erfolgen.

Verformungsmodul auf OK Planum: Auf der Oberkante der Frostschutzschicht des Radweges wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens **$E_{v2} = 80 \text{ MPa}$** gefordert. Bei Belastung durch Fahrzeuge für Wartung und Unterhaltung ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 100 \text{ MPa}$ nachzuweisen.

Die Verformungsmodul-Forderungen sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen (gem. DIN 18 134) flächendeckend auf dem Planum nachgewiesen werden.

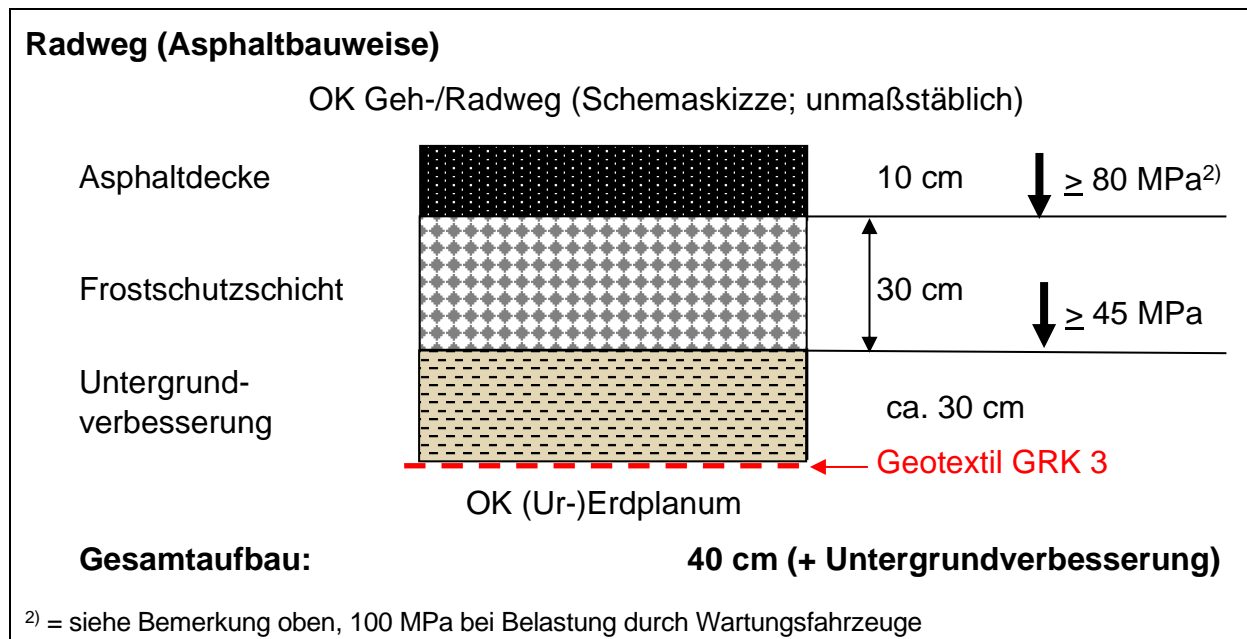
Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95 \%$ und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45 \text{ MPa}$ zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - ohne konkrete Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für den Radweg unmaßstäblich skizziert (nach RStO 12 Tafel 6, Zeile 2):



6.8.1 Orientierende Hinweise zur Verlegung der Mittelspannungsleitung

Vorbemerkungen: Es wird von einer weitgehenden Verlegung in 'offener Bauweise' ausgegangen. Lediglich für das Umfeld der Brücke über den Schornreuter Kanal wird von einer 'geschlossenen Bauweise' mittels Spülbohrung ausgegangen (siehe Kapitel 6.9).

Die geplanten Grabenabmessungen sind nicht bekannt, es wird jedoch von einer Überdeckung der Leitung von mindestens 1 m ausgegangen. Geplant ist hier die Verlegung einer einzelnen 20 kV-Leitung.

Kabelverlegung: Bei der Kabelverlegung sind die Vorgaben der DIN 18322 ('Kabelleitungstiefbauarbeiten') zu beachten. Insbesondere sei hier auf das Kapitel 3.5.3 'Legen von Kabelschutzrohren und Herstellen von Kabelkanälen' hingewiesen.

Wasserhaltung: Bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen wird vermutlich ganz überwiegend der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder Stau-/Schichtwasser zu fassen und abzuleiten.

In niederschlagsintensiveren Perioden mit Wasserständen nahe des Bemessungswasserstandes kann die zusätzliche Installation einer 'geschlossenen Wasserhaltung' erforderlich werden, was in einem LV als Eventualposition mit abgefragt werden sollte.

Grundwasser muss grundsätzlich bis 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden. Vorgeschlagen und gutachterlicherseits eindeutig favorisiert wird der Einsatz eines Vakuumverfahrens bei Errichtung einer 'geschlossenen Wasserhaltung'. Bei den zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwerten der zu entwässernden oberflächennahen Böden von $k_f \sim 10^{-9}$ bis $> 10^{-4}$ m/s handelt es sich um Verhältnisse, welche teilweise den Grenz-Anwendungsbereich einer Vakuum-Absenkungsanlage darstellen.

Das Lanzenprofil sollte so ausgebildet sein, dass auch kurzzeitige GW-Anstiege, z.B. nach intensiven Niederschlagsereignissen, abgefangen werden können. Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Es wird die Verwendung von Bohrfiltern empfohlen.

Aufgrund der wechselnden Feinkornanteile sind die vorgefundenen Böden hinsichtlich der Wasserabsenkung als eindeutig 'schwierige Böden' zu klassifizieren. Es sollte die Verwendung von sog. 'Oto-Filtern' geprüft werden. Die Einbindetiefe der Lanzen bedarf der Spezifizierung durch den Absenker.

Von großer Wichtigkeit ist eine ausreichende Vorlaufzeit der Vakuumanlage. Die GW-Absenkung muss bis mindestens 0,5 m unter tiefster Aushubsohle reichen. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien

der Absenktrichter unterhalb der Grabensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

Zur Angebotskonkretisierung sollte den angefragten Firmen das Bodengutachten zur Verfügung gestellt werden. Die Auswahl des geeigneten Verfahrens ist letztlich allein Sache des Auftragnehmers.

Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden). Es gelten die hinweisgebungen des Kapitels 6.1 bezüglich der Erlaubnisbeantragung und Wiederversickerung anfallender Wässer.

Auftriebsicherheit: Aufgrund der Lage der Rohre im Schwankungsbereich der Untergrundnässe ist der Faktor 'Auftrieb' zu berücksichtigen. Die Auftriebsicherheit beträgt mind. $n_a = 1,1$.

Schneidbestückung / Bodenlösung: Die Lösung der Böden im Leitungsgraben sollte rückschreitend und mit einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Verbau: Nach DIN 4124 sind Baugruben ab Tiefen von $> 1,25$ m zu böschen oder zu verbauen. Dort wo keine Gefährdung von Bauwerken und/oder Gebäuden existiert, kann ganz überwiegend ein herkömmlicher Verbau nach DIN 4124 ('Normverbau') eingebracht werden.

Außerhalb bestehender Straßen- und Wegetrassen bzw. in Bereichen/Abschnitten mit ausreichend Abstand kann der Leitungsgraben in geböschter Bauweise errichtet werden. Die Böschungen können unter $\beta = 45^\circ$ hergestellt werden, sofern die Böden nicht wassergesättigt vorliegen.

Bei einem Abböschchen ist die Verkleidung der Baugrubenwände mit einer windgesicherten Folie als Schutz vor Aufweichungen notwendig. Wassergesättigte bzw. nicht entwässerte Bereiche dürfen nicht geböscht werden und erfordern einen Verbau nach DIN 4124. Die Böschungskanten sollten auf einer Mindestbreite von $b \geq 2$ m lastfrei gehalten werden.

Sollten örtlich sehr geringe Abstände des zu öffnenden Leitungsgrabens zu Verkehrswegen/Versorgungstrassen Dritter vorliegen (ggf. außerhalb des hier betrachteten Teilgebietes), sollte ein verformungsarmer Gleitschienenverbau eingesetzt werden (Erdruehdruckansatz E_0). Die in Tabelle 18a/b (bodenmechanische Kennwerte) aufgeführten Werte sollten grundsätzlich zur Bemessung des Verbaus herangezogen werden.

Baugrundverbesserung / Geotextil: Die Gründungsverhältnisse im Bereich der geplanten Maßnahmen werden für die Planleitung als deutlich verbesserungsbedürftig angesehen.

Für die Baugrundverbesserung wird im gesamten Trassenbereich eine **Schotter- bzw. Kies-Sandschicht in einer Stärke von 30 cm** empfohlen. **Der Leitungsgraben ist daher durchgängig entsprechend tiefer auszukoffern.**

Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen sollte mindestens 0,5 m betragen und das Geotextils sollte seitliche soweit 'hochgezogen' werden, dass es oberhalb der Verfüllung der Leitungszone mit einer Überlappung von mindestens 0,5 m eingeschlagen werden kann.

Örtlich erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 3** ausreichend (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >150 g/m²; Stempeldurchdrückkraft > 1,5 kN).

Der zusätzliche Einbau von Geogittern zur langfristigen technischen Sicherung/Bewehrung wird hingegen nicht als erforderlich eingeschätzt.

Material zur Baugrundverbesserung / Verdichtungsgerät: Das Auftragsmaterial zur Gründung bzw. Ersatzmaterial bei einem sonstigen Bodenaustausch sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch mit begrenztem Größtkorn bestehen (z.B. 0/22 oder 0/32 mm Kies-Sand-Gemisch, rundkörnig). Das Material sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; Forderung Mindestgüte: Frostschutzschicht) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ erfolgen.

Das Verdichtungsgerät ist AN-seits derart auszuwählen, dass konsistenzverringende Schwingungseinträge in die unterlagernden bindigen Böden vermieden werden. Es wird daher von der Verwendung entsprechend 'leichter' Gerätschaften ausgegangen.

Gründung der Leitung: Die Gründungsverhältnisse im Bereich der angenommenen Leitungszone werden hinsichtlich der dort oberflächennah anstehenden bindigen Böden (Fluviatilschluffe) zwar als überwiegend homogen, aufgrund der zumeist (sehr) geringen Konsistenzen jedoch als deutlich verbesserungsbedürftig angesehen (Baugrundverbesserung siehe oben). Dazu kommt die Herstellung einer 'Sowieso'-Bettung für die Leitung.

Für die eigentliche Bettung wird der Einbau einer **Sandschicht in einer Stärke von 10 cm** notwendig werden. Hier kann bei der ausschließlichen Verlegung von Kabeln derselbe Sand wie in der Leitungszone verwendet werden.

Bettungssand / Herstellen der Leitungszone: Sobald Kabel- und Rohrverbindungen bzw. ihre Auflager belastet werden können, ist die Leitungszone unverzüglich herzustellen. Stoffe, welche die Leitungen beschädigen können, dürfen nicht verbaut werden. Da ausschließlich Kabel verlegt werden, sollte ein Sand der Gesteinskörnung 0/2 mm verwendet werden (sog. 'Kabelsand').

Bei der Verlegung von Kabelschutzrohren kann alternativ ein Mineralgemisch mit einem Größtkorn von maximal 8 mm gewählt werden (Gesteinskörnung 0/8 mm).

In der Leitungszone ist bis 15 cm oberhalb des Scheitels der Leitungen ausschließlich händisch zu verdichten.

Von der Verwendung hydraulisch abbindender Stoffe in der Leitungszone wird aktuell nicht ausgegangen.

Grabenverfüllung: Ab 30 cm oberhalb des Leitungsscheitels darf maschinell verdichtet werden.

Unter Beachtung der oberhalb der Leitungstrasse verlaufenden Verkehrswege und zur Minimierung einer Drainagewirkung des Kanalgrabens wird zur Vermeidung von späteren Setzungen-/Setzungsdifferenzen empfohlen, den *Leitungsgaben* mit einem raumbeständigem und verdichtungsfähigem Material (Verdichtbarkeitsklasse V1 gem. ZTV-A) zu verfüllen. In Frage für ein Mineralgemisch kommen hier z.B. Güteschotter, Vorabsiebungsmaterial, Bankettenmaterial bzw. Mischungen der vorgenannten Baustoffe.

Dieses Material ist lagenweise einzubringen und mittels adäquater Verdichtungsgeräte zu verdichten. Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gemäß ZTVE-StB 17 Proctordichten zwischen 97 und 98 % (bis 1 m unter Planum) und 100 % der einfachen Proctordichte (< 1 m unter Planum) einzuhalten.

Die alternative Verwendung von 'Flüssigboden' zur Grabenverfüllung wird maßnahmenbezogen von Seiten des IB KLEEGRÄFE nicht favorisiert.

6.9 Neubau Radwegbrücke / Spühlbohrung

Planung: Im Zuge der Gesamtmaßnahme ist die Errichtung einer Radwegbrücke aus Aluminium (Länge = ca. 20 m) über den Schornreuter Kanal geplant.

Detaillierte Planunterlagen (Schnitte, Gründungsteufen, etc.) zu dem eigentlichen Bauvorhaben liegen dem AN nicht vor. Exakte Ausschachtungstiefen / Fundamenteinbindungen sind dem AN nicht bekannt. Die in [U18] prinzipiell dargestellte Gründung wird nur orientierend herangezogen.

Dieses (Teil-)Bauvorhaben muss (mindestens) in die **Geotechnische Kategorie 2 (GK 2)** eingeordnet werden.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S60 bis BS S63 und die vorhandenen Planunterlagen [U18] und [U19] berücksichtigt. Die Bohrungen BS S60 und BS S61 wurden am westlichen Ufer des Schornreuter Kanals angesetzt, die Bohrungen BS S62 und BS S63 am östlichen Ufer. Die Bohrungen wurden zudem mit einem Abstand von bis zu etwa 10 m zu den geplanten Widerlagerstandorten versetzt niedergebracht, um ggf. weitere Gründungsalternativen beurteilen zu können.

Relevante Höhendaten:

aktuelle GOK	BS S61 / Nähe westliches Widerlager: +374,29 mNHN	BS S62 / Nähe östliches Widerlager: +375,32 mNHN
	i.M. +374,81 mNHN	
geplante OK Fahrbahn Brücke	ca. +375,80 mNHN	
aktuelle Sohle Schornreuter Kanal	+372,79 mNHN (02.12.2022, Messung IB KLEEGRÄFE)	
OK Wasserspiegel Schornreuter Kanal	+373,17 mNHN (02.12.2022, Messung IB KLEEGRÄFE)	
OK tragfähiger Boden (min. mitteldicht gelagerter Fluviatil-Kies)	BS S60: 3,60 m u.GOK / +371,10 mNHN BS S61: 3,10 m u.GOK / +371,19 mNHN BS S62: 5,60 m u.GOK / +369,72 mNHN BS S63: 5,70 m u.GOK / +369,62 mNHN	
Grundwasser (Nov. 2022)	Im Mittel: 1,39 m u.GOK / +373,11 mNHN	
Bemessungswasserstand _{Grundwasser}	0,6 m unter GOK (siehe Kapitel 2.2)	
Bemessungswasserstand _{Stauwasser}	aktuelle GOK (siehe Kapitel 2.2)	

Tabelle 28: Relevante Höhenangaben

Verkehrstechnische Annahmen: Primär wird die Brücke fußläufig bzw. von Fahrradverkehr zu nutzen sein. Weiterhin wird vermutlich eine Befahrbarkeit für Fahrzeuge bis 6 t zGG erforderlich (Schneeräumfahrzeuge). Es wird davon ausgegangen, dass die Widerlager herkömmliche Fundamente erhalten sollen. Angaben zu horizontalen Spannungen die abzutragen sind, liegen nicht vor.

Bodenverhältnisse auf (Flach-)Gründungsniveau: Bei einer Flachgründung mit einer frostfreien Fundamenteinbindung von mind. ca. 1,0 m unter örtlicher GOK liegen durchgängig gründungsungeeignete weich-breiige oder weiche Fluviatilschluffe vor. Eine Verbesserung der Baugrundgüte erfolgt erst deutlich unterhalb einer herkömmlichen Gründungstiefe. Zudem verspringt die Oberkante der tragfähigen Böden von der West- zur Ostseite des Schornreuter Kanals um rund 1,5 m.

Grundwasser wurde im Mittel bei 1,39 m unter aktueller GOK (= +373,11 m NHN) erbohrt (Stand: Nov. 2022). Es ist davon auszugehen, dass g.g. GW-Stände oder höher permanent vorliegen. Deutlich geringere GW-Stände werden nicht erwartet.

Bei einer Flachgründung ist von einer periodischen und bei einer Tiefgründung von einer permanenten Grund- bzw. Stauwasserbeeinflussung der Gründungselemente auszugehen. Bemessungswasserstand_{Grundwasser}: 0,6 m u.GOK; Bemessungswasserstand_{Stauwasser}: aktuelle GOK (ohne Berücksichtigung extremer Hochwasserereignisse).

Baugrundbeurteilung: Die Baugrundverhältnisse werden von den zuoberst anstehenden weich-breiig bis weich konsistenten Fluviatilschluffen gekennzeichnet. Unter oben genannten Annahmen kommen die Fundamente bei einer Flachgründung in den g.g. bindigen Geogenböden zum Liegen.

Die vorgenannten Böden sind als schlecht tragfähiger Boden mit deutlichem sowie differierendem Setzungspotenzial einzustufen und gründungstechnisch nicht geeignet.

Ablehnung Flachgründung (Widerlager): Im Bereich der BS S60 und BS S61 stehen unmittelbar gründungsgeeignete Bodenschichten erst ab ca. 3,1 – 3,6 m u.GOK an. An den Ansatzpunkten BS S62 und BS S63 liegt der unmittelbar tragfähige Horizont mit ca. 5,6 – 5,7 m u.GOK nochmals deutlich tiefer. Ein 'Abrücken' der Fundamentstandorte aus dem unmittelbaren Nahbereich des Schornreuter Kanals wird nicht als zielführend angesehen, da auch in einiger Entfernung zum Kanal keine günstigeren Bodenverhältnisse nachgewiesen werden konnten.

Vorgenannte Tiefen sind für eine (Streifen-)Fundamentgründung, o.ä. nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem bautechnischem und wirtschaftlichem Aufwand

(Stichworte Verbauten, Wasserhaltung, Tieferführungen, etc.) zu erreichen. Hier wird eine Gründung, auf Grund der anzunehmenden Lasten, mittels einer sog. Spundwandgründung empfohlen (siehe unten – Kapitel 6.9.1).

Auf Grundlage der bislang vorliegenden Daten sollte das Vorhaben (mindestens) in die Geotechnische Kategorie GK 2 eingestuft werden.

6.9.1 Spundwandgründung

Aufgrund der Rahmenbedingungen im Bereich der Bohrung BS S60 – S63 (Widerlager) wird eine herkömmliche Flachgründung abgelehnt, da mit hohen und differierenden, nicht bauwerksverträglichen Setzungsbeträgen gerechnet werden muss.

Fundamenttieferführungen bis auf tragfähigen Grund sind infolge der räumlichen Situation und der erheblichen Tiefe technisch nur sehr schwer bis nicht möglich und aufgrund des technisch-wirtschaftlichen Aufwandes nicht zu empfehlen.

Es wird bei der Spundwandgründung im Randbereich der Widerlager-Grundfläche eine Spundwand mit Schloss in notwendiger Länge eingebracht. Der Lastabtrag erfolgt ganz überwiegend über die Mantelreibung. Ergänzend kann ein Spitzenwiderstand angesetzt werden. Der Spundwand-Kopf befindet sich Überflur. Auf dieser horizontal bündig abschließenden Spundwand werden ein Rost und die Widerlager-Betonbauteile aufgelegt. Die genaue Einbindeteufe ist vom Statiker festzulegen.

Das Massendefizit innerhalb der von der Spundwand umfassten Fläche bis zum aufliegenden Rost sollte - nach einer Entfernung der Organikböden - mit einem verdichtungsfähigen Mineralgemisch oder Magerbeton aufgefüllt werden.

Bei Verwendung eines Mineralgemisches (´Schotter´ oder Kies-Sand-Gemisch) sollte der Einbau in Lagen von max. 30 cm erfolgen. Dieses Material ist gemäß ZTV-E StB auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Die Verdichtung sollte mittels Plattendruckversuche überprüft und kontrolliert werden.

Der Lastabtrag erfolgt ganz überwiegend über die Mantelreibung. Untergeordnet kann die Last über die Aufstandsfläche der Spundung (´Spitzendruck´) abgetragen werden. Bei der Einbringung erfolgt eine Pfropfenbildung unterhalb der Spundwand innerhalb der sog. ´umhüllenden´ Fläche. Als diese ´Umhüllende´ sollten 50 % der ´Fläche´ zwischen den max. Spundwandausbuchtungen (Abstand der Profilausweitung) angesehen werden.

Die Spundung wird ab einer geringen Tiefe einer permanenten Grundwasserbeeinflussung ausgesetzt sein, was bei der Wahl der Stahlqualität zu berücksichtigen ist.

In den folgenden Tabellen 29 und 30 sind die bodenmechanischen Eckdaten für die statische Festlegung der Spundwandlängen angegeben, wobei aufgrund der verschiedenartigen Untergrundverhältnisse die Widerlager getrennt betrachtet werden.

gemittelte ca.-Angaben Bereich BS S60/S61 (m unter aktueller GOK / m NHN)		Bruchwert der Mantelreibung q_{sk}	seitliche Bettung $k_{s,h}$	Bruchwert Spitzendruck $q_{b,k}$
bis ca. 3,35 m / bis +371,15 mNHN	Aufweichungen	0 kN/m ²	3 MN/m ³	-
bis ca. 7,6 m / bis +366,90 mNHN	Fluviatilkies (+/- mitteldicht)	20 kN/m ²	35 MN/m ³	2,5 MN/m ²
bis max. 10 m / bis +364,30 mNHN*	Fluviatilschluff (steif-halbfest)	30 kN/m ² *	8 MN/m ³ *	2,0 MN/m ² *

Tabelle 29: Kenndaten 'Spundwandgründung' Bereich BS S60/S61 (westliches Widerlager)

* = bei Durchführung von Austauschbohrungen sind die Werte anzupassen

gemittelte ca.-Angaben Bereich BS S62/S63 (m unter aktueller GOK / m NHN)		Bruchwert der Mantelreibung q_{sk}	seitliche Bettung $k_{s,h}$	Bruchwert Spitzendruck $q_{b,k}$
bis ca. 5,65 m / bis +369,65 mNHN	Aufweichungen	0 kN/m ²	3 MN/m ³	-
bis ca. 8,6 m / bis +366,70 mNHN	Fluviatilkies (+/- mitteldicht)	20 kN/m ²	35 MN/m ³	2,5 MN/m ²
bis max. 10 m / bis +365,30 mNHN*	Fluviatilschluff (steif-halbfest)	30 kN/m ² *	8 MN/m ³ *	2,0 MN/m ² *

Tabelle 30: Kenndaten 'Spundwandgründung' Bereich BS S62/S63 (östliches Widerlager)

* = bei Durchführung von Austauschbohrungen sind die Werte anzupassen

Austauschbohrungen: Hingewiesen wird aus Erfahrung darauf, dass ungefähr ab DPH-Schlagzahlen $n_{10} \geq 20$ eine Spundwand aufgrund des Widerstandes nicht ohne zusätzlichen technischen Aufwand wesentlich tiefer eingebaut werden kann. Entsprechende Verhältnisse werden für das westliche Widerlager (BS S60/BS S61) in Tiefen ab 9,0/9,5 m u.GOK erwartet. Im Bereich des östlichen Widerlagers (BS S62/BS S63) muss ungefähr ab 9,5/10,0 m u.GOK mit entsprechenden Verhältnissen gerechnet werden.

Daher werden - sollte bis in betreffende Tiefen gespundet werden müssen - ab DPH-Schlagzahlen von ca. $n_{10} \geq 20$ u.U. linienförmige Einbringhilfen (wie z.B. Austauschbohrungen o.ä.) vermutlich notwendig. Diesbezüglich besteht planungsfortschreitend Klärungsbedarf. Die in den Tabellen 29 und 30 genannten Kennwerte sind in diesem Fall für Austauschmaterial und -tiefe anzupassen.

Widerlager-Hinterfüllung: Hinzuweisen ist darauf, dass innerhalb der Widerlager-Hinterfüllbereiche alle vorhandenen organischen und anthropogenen Böden vollständig entfernt werden müssen, um Sackungen (Schrumpfsetzungen) zu vermeiden.

Die anfallenden Fluviatilschluffe sind (ohne eine vorlaufende Bodenaufbereitung) diesbezüglich nicht für einen Wiedereinbau geeignet. Auch ein Aufmischen mit Schotter/Kies-Sand-Gemischen oder eine Verwendung in 'Sandwich-Bauweise' erscheinen nicht geeignet, um eine ausreichende bodenmechanische Eignung herzustellen.

Der Einbau sollte in Lagen von max. 30 cm erfolgen. Das hangende Material ist auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Die Verdichtung sollte mittels Plattendruckversuchen überprüft und kontrolliert werden.

Trockenhaltung der Bauwerke: Bei der Betonwahl potenzieller Roste und Widerlager-Betonbauteile muss berücksichtigt werden, dass diese periodisch mit Hochwasser in Kontakt treten können. Die Spundwand steht zumindest permanent innerhalb des Grundwassers. Dies ist bei der Stahlauswahl zu berücksichtigen.

Frostschutz: Im Außenwandbereich der aufgelegten Roste / Widerlagerbauteile sollten bei Bodenandeckung eine Frostschutzschürze der Mindesteinbindetiefe von 1,0 m eingebracht werden ('umlaufende Frostschutzschürze' im Andeckbereich).

§ 49 WHG-/BayWG Art. 30-Anzeige: Bei einer Einbringung der Spundwände und Widerlager in den Grundwasserschwankungsbereich wird eine Anzeige der Erdaufschlüsse gemäß § 49 WHG bzw. abweichend davon nach Art. 30 Bayerisches Wassergesetz (BayWG) erforderlich.

Voraussetzungen für Tiefbauer: Im Folgenden wird eine „Checkliste“ - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - für die tiefbautechnische Errichtung bzw. den Einbau der Spundwanddielen angegeben:

- Verkehrsicherung / Baustellensicherung
- ausreichende Einrichtungsfläche, (ggf. *abschließbarer* Lagerplatz; auch: *standsichere* Material-Stellfläche)
- teilweise: Erdarbeiten bauseits
- mit Schwerg Gerät befahrbare Arbeitsebene (Bagger)
- Kabelpläne, Leitungsfreiheit, Ver-/Umlegen von Leitungen oder Stilllegung, etc.
- **bescheinigte Kampfmittelfreiheit**
- schriftliche Freigabe, ggf. Freigabe vom Prüfenieur
- Beseitigung von Verunreinigungen/Kontaminationen (auch diesbezügliche Arbeitsschutzmaßnahmen)
- Beachtung der Stahl-/Grundwasser-Betonaggressivität bei der Wahl der Spundbohlen
- Nachverdichtung / Begradigung der AE-Flächen nach Spundwand-Arbeiten
- ggf. Beweissicherungsverfahren bauseits
- ggf. Entfernung von Hindernissen
-

Alternative Tiefgründungsverfahren:

Folgende Alternativen zu oben beschriebenen Spundwandgründung werden nur namentlich genannt, eine ausführliche - an die Maßnahme angepasste - Beschreibung, kann auf Wunsch des AG nach konkreten Planunterlagen nachgereicht werden.

Alternativen zu Spundwandgründung (vermutl. deutlicher Mehraufwand):

- Ramppfahlgründung
- Bohrfahlgründung

6.9.2 Leitungsverlegung mittels Spülbohrung

Planung: Planerischerseits wurde der Vorschlag unterbreitet, die Querung der zu verlegenden Mittelspannungsleitung unthhalb des Schornreuter Kanals mittels Spülbohrung zu realisieren. Detaillierte Planunterlagen (Schnitte, Gründungsteufen, etc.) liegen dem IB KLEEGRÄFE nicht vor, daher müssen diesbezüglich entsprechende Annahmen getroffen werden.

Dieses (Teil-)Bauvorhaben muss (mindestens) in die **Geotechnische Kategorie 2 (GK 2)** eingeordnet werden.

Für die Durchführung von Horizontalspülbohrungen liegt eine Vielzahl von Regelwerken vor, aus denen die allgemeinen Randbedingungen bei der Planung und Ausführung zu entnehmen sind. Im Wesentlichen handelt es sich um die: DIN 18324 („Horizontalspülbohrarbeiten“), das DVGW-Arbeitsblatt GW 321 („Steuerbare horizontale Spülbohrverfahren für Gas - und Wasserrohrleitungen“), das DWA Arbeitsblatt A 125 („Rohrvortrieb und verwandte Verfahren“; inhaltlich weitgehend identisch mit dem DVGW-Arbeitsblatt GW 304) und die Technischen Richtlinien des DCA („Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD – Projekten“).

Vorbemerkungen: Es wird von einer Leitungsverlegung mittels Spülbohrung im HDD-Verfahren ausgegangen. Im Bereich zwischen den Bohrungen BS S61 und BS S62 erfolgt dabei die Unterquerung des Schornreuter Kanals.

Es erfolgen nun zunächst orientierende Hinweisgebungen zur Verlegung eines Kabelschutzrohr (Annahmen: Material HDPE; DN 125) im Spülbohrverfahren.

Mindestüberdeckungen: Hinsichtlich einer erforderlichen Tiefenlage wird in den o.g. Regelwerken entweder keine Vorgabe gegeben oder auf die Technischen Richtlinien des DCA verwiesen, in denen eine Überdeckung vom 10- bis 15-fachen Bohrlochdurchmesser empfohlen wird. Eine Überdeckung <5 m sollte hinsichtlich der Gefahr von Spülungsausbrüchen im Einzelfall geprüft werden.

Es wird daher im Folgenden davon ausgegangen, dass unterhalb der Sohle des Schornreuter Kanals (= ca. +372,8 m NHN) ein Mindestabstand von 5 m bis zur Leitungstrasse eingehalten wird. Am tiefsten Punkt der Trasse wird somit eine Höhenkote von etwa $\leq +367,8$ m NHN zu durchfahren sein.

Empfehlung Geräteauswahl: In der Vortriebsstrecke werden oberflächennah in erster Linie weich bis weich-breilig konsistente bindige Böden vorliegen, die einen deutlichen Verbesserungsbedarf nach sich ziehen (deutlicher Überschneidung des Bohrkanals, siehe unten).

Zur Tiefe hin werden mindestens mitteldicht bis z.T. dicht gelagerte, +/- verlehmt Fluviatilkieste und steif bis halbfest konsistente Fluviatilschluffe erwartet, die keinen nennenswerten Verbesserungsbedarf besitzen (herkömmlicher Überschneidung des Bohrkanals, siehe unten).

Die angetroffenen Verhältnisse sind bei der Verlegung der Leitung zu berücksichtigen.

Die einzusetzende Bohranlage sollte bei den anvisierten Haltungslängen und den herzustellenden Bohrlochdurchmessern sowie den zur Tiefe hin anstehenden und zu durchbohrenden Böden (dicht gelagerte Fluviatilkieste oder halbfest konsistente Fluviatilschluffe) eine Leistung von mindestens 100 kN Druck- und Zugkraft aufweisen.

Ein wegen reduziertem oder fehlendem Bohrfortschritt und/oder Abweichungen aus der Bohrtrasse erzwungener (wiederholter) Bohrkopfwechsel wird im Hinblick auf den garantierten Baufortschritt als äußerst ungünstig angesehen.

Es wird empfohlen, einen Bohrkopf vom Typ *Medium Drill Head (MDH)* oder vergleichbar für die Pilotbohrung einzusetzen.

Vorgenannter Bohrkopftyp ist in Bezug auf ggf. bereichsweise anstehende dichter gelagerte Böden als ausreichend leistungsfähig zu sehen. Der Einsatz eines Bohrkopfes vom Typ *Soft Drill Head (SDH)* oder vergleichbar erscheint nach aktuellem Untersuchungsstand bereichsweise unterdimensioniert.

Eine wirtschaftliche und technisch optimale Lösung ist mit der ausführenden Bohrfirma unter zu Hilfenahme dieses Gutachtens zu klären.

Angefragte Unternehmen sollten vorab zu einer Stellungnahme aufgefordert werden, ob eine Durchführung der Maßnahme mit den beschriebenen Gerätschaften unter Berücksichtigung der firmenseits tatsächlich vorhandenen Geräten umsetzbar erscheint.

Für die Aufweitung der Pilotbohrung können in den verschiedenen Haltungen eine unterschiedliche Bohrkopfauswahl und ggf. unterschiedlich viele 'Durchgänge' erforderlich werden. Grundsätzlich wird der Einsatz von Kegel- oder Stufenräumern für kiesig-sandige Böden und von Flügelräumern in bindigen Böden empfohlen. Aufweitwerkzeuge wie 'Felsräumer' oder 'hole-opener' werden im Zuge der Maßnahme vermutlich nicht zu verwenden sein.

Geeignete Systeme sollten im Detail mit der ausführenden Firma abgesprochen werden.

Verfahrenseignung: Die o.g. Böden sind für Rohrvortriebe im HDD-Verfahren nach DWA-A 125 grundsätzlich als 'geeignet' einzustufen. Ein als HDD-Spülbohrung vorgesehener Vortrieb kann mit diesem Verfahren in der Regel ausgeführt werden.

Verklebungspotenzial: Für die zu durchörternden, weich bis halbfest konsistenten bindigen Böden ergibt sich entsprechend den Indikationsbereichen ein mehrheitlich mittleres bis allenfalls lokal hohes Verklebungspotenzial.

Überschnitt des Bohrkanals: Der Überschnitt des Bohrkanals muss ausreichend groß gewählt werden. Der Bohrkanaldurchmesser sollte im Normalfall um 30 % größer als der größte einzuziehende Rohrleitungsdurchmesser gewählt werden. In weniger standfesten Böden (oberflächennah bzw. in weichen Fluviatilschluffen) kann ein Überschnitt von bis zu 50 % erforderlich sein.

Bohr- und Stützsuspension / Ortungsgeräte: Die Auswahl obliegt letztlich dem AN. Den angefragten Firmen sollte zur konkreten Angebotsgestaltung das vorliegende Gutachten beigelegt werden.

Abfuhr Bohrspülgut: Es muss eine fachgerechte Entsorgung des zwischengelagerten Bohrspülgutes erfolgen. Hierfür wird in der Regel ein Entsorgungsnachweis durch eine Fachfirma benötigt.

Ballastierung: Die Ballastierung ist für anfallendes Grundwasser bis zum 'ungünstigsten' Bemessungswasserstand zu rechnen (hier: Stauwasser bis GOK).

Wasserhaltung: Bei Verhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schicht-/Stauwasser für die Erstellung von Start- oder Zielgruben zu fassen und abzuleiten.

Für den Fall deutlich höherem Stau-/Schichtwasserandrang (bei schlechten Witterungsverhältnissen bzw. bei Wasserständen nahe des Bemessungswasserstandes) kann zur *Sicherung* von Baugruben ggf. der Einsatz einer aufwändigen 'geschlossenen Wasserhaltung' bzw. eines Vakuum-/Brunnenverfahrens notwendig werden. Diesbezüglich sei auf die Anmerkungen in Kapitel 6.1 verwiesen. Der Hochwasserfall wird hier nicht näher betrachtet.

Schneidbestückung / Bodenlösung: Die Lösung der Böden im Bereich der Start- und Zielgrube sollte mit einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Für die Lösung möglicher oberflächennaher Schotterung/Füllkiese und/oder Versiegelungen wird der Einsatz eines zahnbestückten Löffelbaggers empfohlen. Empfohlen wird die Verwendung eines Hydraulikbaggers mit einem Einsatzgewicht von $\geq 15t$.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauersicherung sind nach DIN 4123 einzuhalten.

Verbau: Nach DIN 4124 sind Baugruben erst ab Tiefen von > 1,25 m zu böschen oder zu verbauen. Die vorliegenden Böden können - soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Sofern in Teilbereichen kritische Versorgungsleitungen im Nahbereich möglicher Baugruben verlaufen sollten, sollte dort bei entsprechenden Baugrubentiefen ein verformungsarmer Verbau eingesetzt werden (Erdruhedruckansatz E_0). Die in Tabelle 18a/b (bodenmechanische Kennwerte) aufgeführten Werte sollten grundsätzlich zur Bemessung des Verbaus herangezogen werden.

Das IB KLEEGRÄFE empfiehlt dringend bei der Errichtung von Verbauten eine erfahrene Fachfirma zu wählen. Diesbezüglich angefragten Firmen sollte das Gutachten zur Angebotskonkretisierung zur Verfügung gestellt werden.

Nach der DWA-A-125 muss die Oberkante eines Verbaus der Start- und Zielgruben bis mindestens 10 cm über dem oberen Betriebswasserstand liegen (BWo + 0,10 m). Dieser ist mit dem Wasserstand des Schonreuter Kanals zu korrelieren.

Gründung: Es ist mit der ausführenden Firma abzuklären, ob das herzustellende Planum speziellen Anforderungen hinsichtlich der Standfestigkeit (Stichworte Verformungs-/Bettungsmoduln) genügen muss. Entsprechend kann die Herstellung eines abgestimmten Unterbaus notwendig werden (z.B. Einbau eines Bettungspolsters oder einer Sauberkeitsschicht). Hieraus resultieren ggf. weitere Maßnahmen, wie z.B. Verdichtungsprüfungen in Form von (dynamischen) Plattendruckversuchen.

Bodenpressung: Es sollte eine einheitliche max. 'Bodenpressung' $\sigma_{zul.}$ auf dem Gründungsniveau der Leitung und von Bauwerken von $\sigma_{E,k} = 170 \text{ kN/m}^2$ nicht überschritten werden, um lastinduzierte Gesamtsetzungen zu minimieren bzw. Setzungsunterschiede zu vermeiden.

Wiedereinbaueignung von Auffüllungen und Böden: Anfallende 'bindige Böden' (aufgefüllt oder geogen) sind unabhängig von einer gegebenen chemischen Wiedereinbauzulässigkeit (siehe Kapitel 4.0) in unaufbereiteter Form nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaueeignet. In setzungsempfindlichen Bereichen sollte stattdessen ein verdichtungsfähiges Mineralgemisch lagenweise eingebaut werden.

Graben-/Grubenverfüllung: Ab 30 cm oberhalb des Leitungsscheitels darf maschinell verdichtet werden.

Zur Vermeidung von späteren Setzungen- bzw. Setzungsdifferenzen wird empfohlen, den *Leitungsraben* oberhalb der Leitungszone mit einem raumbeständigen und verdichtungsfähigen Material (Verdichtbarkeitsklasse V1 gem. ZTV-A) zu verfüllen. In Frage für ein Mineralgemisch kommen hier z.B. Kies-Sand-Gemische, Güteschotter, Vorabsiebungsmaterial, Bankettenmaterial bzw. Mischungen der vorgenannten Baustoffe.

Dieses Material ist lagenweise einzubringen und mittels adäquater Verdichtungsgeräte zu verdichten. Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gemäß ZTVE-StB Proctordichten zwischen 97 und 98 % (bis 1 m unter Planum) und 100 % der einfachen Proctordichte (< 1 m unter Planum) einzuhalten.

Die alternative Verwendung von 'Flüssigboden' zur Grabenverfüllung wird maßnahmenbezogen von Seiten des IB KLEEGRÄFE nicht favorisiert.

Material zur Baugrundverbesserung / Verdichtungsgerät: Das Auftragsmaterial zur Gründung bzw. Ersatzmaterial bei einem sonstigen Bodenaustausch sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch mit begrenztem Größtkorn bestehen (z.B. 0/22 oder 0/32 mm Kies-Sand-Gemisch, rundkörnig). Das Material sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; Forderung Mindestgüte: Frostschuttschicht) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ erfolgen.

Das Verdichtungsgerät ist AN-seits derart auszuwählen, dass konsistenzverringende Schwingungseinträge in die unterlagernden bindigen Böden vermieden werden. Es wird daher von der Verwendung entsprechend 'leichter' Gerätschaften ausgegangen.

Ingenieurgeologische Abnahmen werden angeraten. Hierbei sollte eine Überprüfung der vorliegenden Bodenverhältnisse im Bereich der Start-/Zielgruben auf Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen erfolgen. Der tragfähige Baugrund muss nachgewiesen werden. Bei Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen kann kurzfristig eine Anpassung der zu treffenden Maßnahmen gegeben werden.

6.10 Neubau ND18 inkl. Kreisverkehr

Planung: Die Planung sieht die Neuerrichtung der Kreisstraße ND18 vor. Die Plantrasse führt dabei bogenförmig südlich um den Standort des geplanten Paketentrums herum. Die Neubautrasse erstreckt sich dabei etwa vom Wendehammer am westlichen Ortsausgang von Weichering bis zu einem Punkt westlich des geplanten Paketentrums, wo die Plantrasse über einen neu zu errichtenden Kreisverkehr in die (zu ertüchtigende) Bestandstrasse überführt werden soll. Südlich des Kreisverkehrs wird zudem die Errichtung von zwei Bushaltestellen geplant.

Vorgesehen wird eine Gesamtfahrbahnbreite von 7 m (jeweils 3,5 m pro Fahrtrichtung). Die Querneigung ist im eigentlichen Trassenverlauf mit 2,5 % in nördlicher oder südlicher Richtung geplant. Im Bereich des Kreisverkehrs werden Querneigungen zwischen ca. 2,5 % bis 4,6 % vorgesehen.

Nördlich parallel zur Straßentrasse wird die Errichtung eines Geh-/Radweges vorgesehen. Der Radweg erhält eine Breite von 2,5 m und eine durchgehende Querneigung von 2,5 % in nördlicher Richtung. Unterhalb des Radweges wird eine Leitungstrasse (u.a. Mittelspannungskabel, Telekommunikationskabel und Trinkwasserleitung) vorgesehen. Die vorgenannte Mittelspannungsleitung ist an einem Punkt im östlichen Trassenbereich in die bestehende Freileitung zu überführen.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S67, BS S69, BS S70, BS S72, BS S74, BS S76 und BS S78 bis BS S82 und die Querschnitte F-F und G-G der vorhandenen Planunterlagen [U20] bzw. alternativ [U15] und [U16] berücksichtigt.

Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen nur für die g.g. Querschnitte und das Umfeld des Kreisverkehrs vor. Höhenzwangspunkte liegen aufgrund des vollständigen Neubaus dieses Trassenabschnittes nicht vor. Den vorliegenden Planunterlagen zufolge wird die zukünftige Fahrbahnoberkante oberhalb der bestehenden Geländeoberkante vorgesehen.

Für die hier geplanten Fahrwege wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen.

Baureifmachung / Rodung / Rückbau **Bestandsbauwerke:** Im Bereich des geplanten Kreisverkehrs und südlich davon sowie am östlichen Trassenende sind vor Beginn des Straßenaus zunächst Rodungsarbeiten in deutlichem Umfang auszuführen.

Innerhalb des östlichen Waldstücks konnten zudem die Überreste mehrerer Gebäude erkannt werden (siehe Fotodokumentation, Seite 38). Eine vor Ort Recherche hat ergeben, dass sich bei den angetroffenen Gebäuderesten sehr wahrscheinlich um Bauteile aus der Zeit des 2. Weltkriegs handelt, die im weitesten Sinne der weiter südlich gelegenen ehem. 'Luftwaffen-Munitionsanstalt VII/4' (Muna Weichering) zugerechnet werden können. Es wurde hier die Vermutung geäußert, dass es sich wohlmöglich um Wohngebäude handeln könnte.

Die noch erhaltenenen Gebäudeteile stellen sich allesamt als Betonbauteile dar und weisen Wandstärken von ca. 0,3 m auf. Stellenweise konnten Armierungseisen erkannt werden. Die unterirdischen Bauten wurden möglicher (unqualifiziert) verfüllt, liegen möglicherweise aber auch, wie die Erdgeschossdecken, eingestürzt vor. Auch die Innenbereiche der Gebäude liegen mittlerweile mit Bäumen bewachsen vor. Eine Bestandsaufnahme zum Ist-Zustand ist diesbezüglich nicht möglich.

Außerhalb der eigentlichen Gebäudestrukturen konnten an zwei Stellen betonierte Schächte erkannt werden, die über Steigeisen verfügen. Hier kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich hierbei um 'Notausstiege' unterirdischer Räume handelt. Die Existenz von unterirdischen Anlagenteilen, d.h. Kellern und höchstwahrscheinlich bunkerähnlicher Strukturen, konnte insoweit verifiziert werden.

Zur Qualität der verwendeten Baustoffe, d.h. zur Festigkeit der Bauteile und damit hinsichtlich eines möglichen lösungstechnischen Mehraufwandes, liegen dem IB KLEEGRÄFE keine Hinweise vor. Sollten tatsächlich Bauwerke mit einer entsprechenden Schutzwirkung vor Ort errichtet worden sein, so muss jedoch mit erheblichen Festigkeiten der Strukturen gerechnet werden (Stichwort 'blauer' Beton), die (mindestens) den Einsatz von Stemmarbeiten erforderlich machen werden.

Für die weiteren Hinweisgebungen wird davon ausgegangen, dass sämtlicher Baum-/ Buschbestand samt Wurzelballen und alle sonstigen Bauteile ober- und unterirdisch (mitsamt Fundamenten, Bodenplatten, Schächten, Kanälen, etc.) aus den überplanten Flächen vollständig entfernt worden sind.

Dabei entstandene Massendefizite sind lagenweise mit einem geeigneten Mineralgemisch qualifiziert derart rückzufüllen, dass keine negative Beeinflussung der Lastabtragsbereiche der Straßen-/Wegetrassen zu erwarten ist (siehe unten).

Entfernung von Überschussmassen: Die vorhandenen, aufgefüllten Mutterböden sind in einer mittleren Mächtigkeit von rund 0,30 – 0,35 m abzuschleifen. Eine Wiederverwendung in gleicher Funktion ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht zulässig (siehe 'MP Mutterboden 5' in Kapitel 4.3).

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 75/77 cm bzw. 76/81 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn der Straße bzw. bis mindestens 40 cm unterhalb der Oberkante Fahrbahn des Radweges zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Die o.g. Arbeiten zum Rückbau sind von den Ausführungen dieses Abschnittes ausgenommen. Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung' / 'Flachlöffel'), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau 'vor-Kopf' gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollten nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schichtwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböschet / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböschet werden.

Massendefizit ausgleich / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen der Anlage 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Massendefizitenausgleich / bodenmechanische Anforderungen: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden. Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$ in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Aufgrund des zu empfehlenden Einbaus eines bewehrenden Geogitters (siehe unten) erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 3** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht > 150 g/m²; Stempeldurchdrückkraft $> 1,5$ kN) für die Teile der Fahrwege (siehe unten) und die Trasse des Radweges ausreichend.

In den übrigen, nicht mit Geogitter bewehrten Abschnitten erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht > 300 g/m²; Stempeldurchdrückkraft $> 3,5$ kN) angezeigt.

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Geogitter: Zur langfristigen Sicherung wird aufgrund der der vorgefundenen Untergrundverhältnisse in Teilen des hier relevanten Untersuchungsabschnittes der Einbau einer Lage Geogitter auf Erdplanum geraten. Der Einbau der g.g. Geogitterlage sollte für den Bereich des Kreisverkehrs sowie für die Strecke der hier relevanten Kreisstraße ND18 von BS S67 bis BS S72 (= ca. aktuell bewaldetes Feuchtgebiet) vorgesehen werden.

Im in den übrigen hier beschriebenen Trassenabschnitten und im Bereich des Radweges kann auf den Einbau eines Geogitters verzichtet werden. Entsprechend ist hier ein GRK 5-Geotextil zur Trennung von Erdplanum und Auftragsmaterial einzubauen.

Eine mit Geogittern bewehrte Tragschicht bietet eine hohe Eigensteifigkeit und damit eine deutliche Reduzierung von Setzungsdifferenzen. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass Setzungen durch die Bewehrung nicht verhindert werden. Setzungen können jedoch vergleichsmäßig und lokale Senkungsbereiche (z.B. Bereiche mit erhöhten Organikgehalten und/oder geringen Konsistenzen) überbrückt werden.

Bei Verwendung eines klassifizierten Tragschichtmaterials kommt es zu einer Verzahnung des Korngerüstes mit der offenen Geogitterstruktur. Eine Auflockerung des Korngerüstes an der Unterseite des Tragschichtmaterials wird dadurch reduziert und der innere Reibungswinkel des Schüttgutes bleibt erhalten.

Aufgrund der im Gesamtpaket notwendigen 'Bewehrung' der Tragschicht sowie der zu erwartenden (hohen) Verkehrsbelastung sollten knotensteife, gestreckte und monolithische Polypropylen-Geogitter mit Längs- und Quer-Höchstzugkräften von mindestens 30 kN/m ausgeschrieben werden. Die Maschenweiten sind auf das einzusetzende Größtkorn abzustimmen. Es ist die herstellereigene Verlegeanleitung zu beachten.

Für eine Befahrung und die Durchführung von Verdichtungsprüfungen ist in der Regel eine Überschüttung einer Geogitterlage von ca. 20-30 cm notwendig.

Planung Straßenbau: Es wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen eine Belastungsklassenzuordnung für den Umbau der Kreisstraße ND18 gemäß RStO 12 ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen', Ausgabe

2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angesetzt. Der zu errichtende Kreisverkehr ist folglich mindestens in die Belastungsklasse Bk32 einzuordnen. Der Radweg wird nach der aktuellen RStO 12 keiner herkömmlichen Belastungsklasse zugeordnet. Stattdessen wird hier die Tafel 6 der RStO 12 herangezogen.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Fahrwege in Schwarzdeckenbauweise (‘Bauweisen mit Asphaltdecke’ gemäß Tafel 1 RStO 12).

Kreisstraße ND18:	Belastungsklasse Bk10
neuer Kreisverkehr:	Belastungsklasse Bk32
Radweg:	gem. Tafel 6 RStO 12

Bei diesbezüglich deutlich anderen bzw. aktuelleren Planungsansätzen wird um Benachrichtigung gebeten, um die nachfolgenden Hinweisgebungen anpassen zu können.

Anmerkung zum geplanten Ausbau: Grundsätzlich ist durch den AG zu prüfen, ob ggf. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen von den Regelungen der RStO in den Abschnitten 3.1 bis 3.3.5 abgewichen werden soll (siehe RStO 12 – Abschnitt 3.3.6: Besonderheiten).

Verhältnisse auf dem Planum: In Höhe des zukünftigen Erdplanums muss im Bereich der geplanten Fahrwege mit der Vorlage wechselhaft zusammengesetzter Böden gerechnet werden. Nach Abzug der Oberböden werden sowohl +/- verlehnte Fluviatilkieste, als auch bindige Fluviatilschluffe anstehen.

Verbreitet wird mit einem - unterschiedlich starken - Massendefizit bis zur Unterkante des RStO-Aufbaus gerechnet.

Sämtliche Böden sollten sicherheitshalber und einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (‘sehr frostempfindlich’) gestellt werden.

Nach der ZTVE-StB sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm in der Bk10 bzw. Bk32. Im Bereich des Radwegs ergibt sich als Ausgangswert eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 30 cm.

Planumsentwässerung: Der hier relevante Teil der Trasse der ND18 wird als vollständiger Neubau geplant. Die Anlage einer Planumsentwässerung im Zuge der Neuerrichtung der Flächen ist ohne erheblichen Mehraufwand möglich und wird daher zur Ausführung empfohlen. Die anstehenden Böden sind nicht überall ausreichend durchlässig, um keinen Aufstau von ggf. seitlich in den Oberbau eindringenden Sickerwässern befürchten zu müssen.

Entsprechende Maßnahmen werden in den 'Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung' (RAS-Ew) und den 'Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau' (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer diesbezüglichen 'Mehrdicke' von 5 cm. Kleinräumige Klimaunterschiede werden demgegenüber nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' anzunehmen ist, bzw. nicht auszuschließen ist. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahnen, wie aktuell praktiziert und in den Plänen dargestellt, über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Diesbezüglich kann somit keine Minderdicke angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
' <u>Grund-</u> oder <u>Schichtenwasser</u> dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Mulden/Böschungen	+/- 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 31: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Kreisstraße ND18:** **75 cm**
- **neuer Kreisverkehr:** **75 cm**
- **Radweg** **40 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt zunächst ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet zunächst keine Angaben zu funktionsspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschuttschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschuttschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und offensichtliche Auflockerungen oder Aufweichungen, d.h. bindige Böden in weich-breiiger Konsistenz, zu entfernen.

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum zumindest bereichsweise einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ vorausgesetzt. Bereichsweise werden auf Erdplanum +/- verlehnte Fluvialtkiese vorliegen. Diese sind – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den g.g. Sollwert zu erreichen. Gleiches gilt für Bereiche, in denen vorab ein Massendefizitausgleich von mehr als ca. 0,3 m vorgenommen worden ist.

Daneben werden hingegen auch bindige Böden vorliegen, die oberflächennah in geringen Konsistenzen anstehen und den o.g. Sollwert erfahrungsgemäß nicht erreichen werden.

Eine Untergrundverbesserung sollte daher zunächst für 80% der überplanten Flächen vorab einkalkuliert werden.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden örtlichen Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 30 cm starken Schotter- oder Kies-Sand-Lage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 30 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschutzschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (in den Belastungsklassen Bk10 und Bk32; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert.

Auf OK Frostschutzschicht des Radweges wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 80$ MPa gefordert. Bei Belastung durch Fahrzeuge für Wartung und Unterhaltung ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 100$ MPa nachzuweisen.

Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem entsprechenden Planum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95$ % und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - inklusive ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommenen Belastungsklassen unmaßstäblich skizziert (Schwarzdeckenbauweisen nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3). Die Asphaltdecke beinhaltet in den Belastungsklassen Bk10 auf Bk32 eine Binderschicht.

Es wird jeweils die Bauweise mit eingebautem Geogitter skizziert.

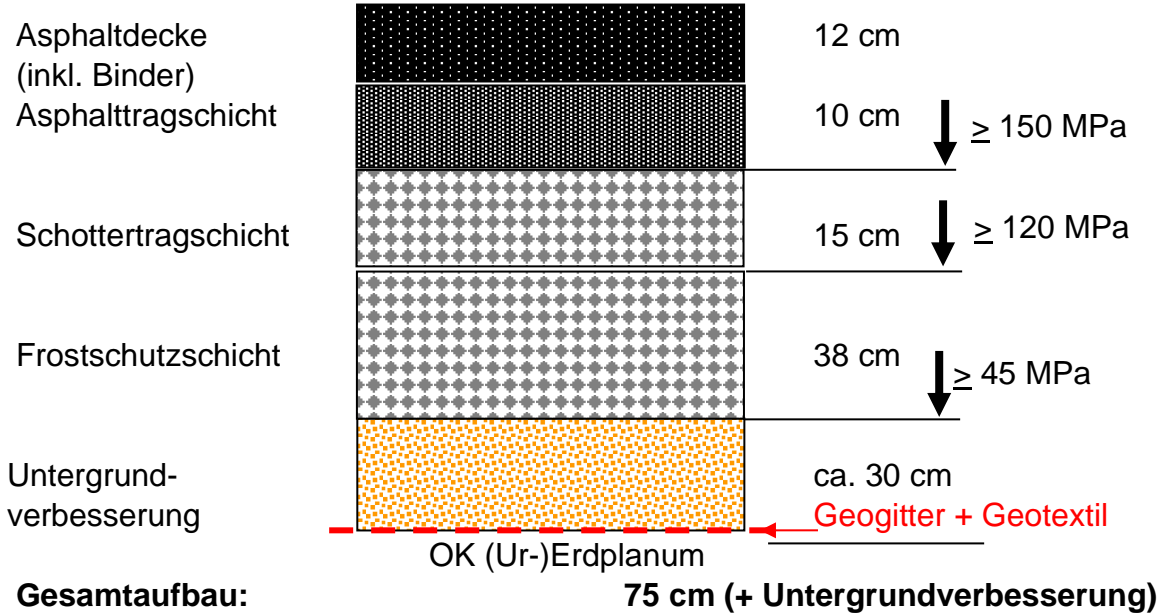
Alternativ zu einer (möglichst geringmächtigen) Aufbauvariante mit einer Schottertragschicht, wird auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen eine Bauweise mit sog. 'Kiestragschicht' aufgeführt (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 4).

Aufgrund der funktionsspezifischen Mindestmächtigkeit der 'Kiestragschicht' von 20 cm in der Belastungsklasse Bk10, wird eine Anpassung der Schichtmächtigkeit in der darunterliegenden Frostschutzschicht erforderlich, um die Anhaltswerte der Tabelle 8 der RStO für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel hinreichend zu berücksichtigen.

Aus diesem Grund ergibt sich eine geringe Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 2 cm auf insgesamt 77 cm in der Belastungsklasse Bk10 auch bei einer Bauweise mit Schottertragschicht bzw. eine minimale Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 1 cm bzw. 6 cm auf insgesamt 76 / 81 cm in der Belastungsklasse Bk32.

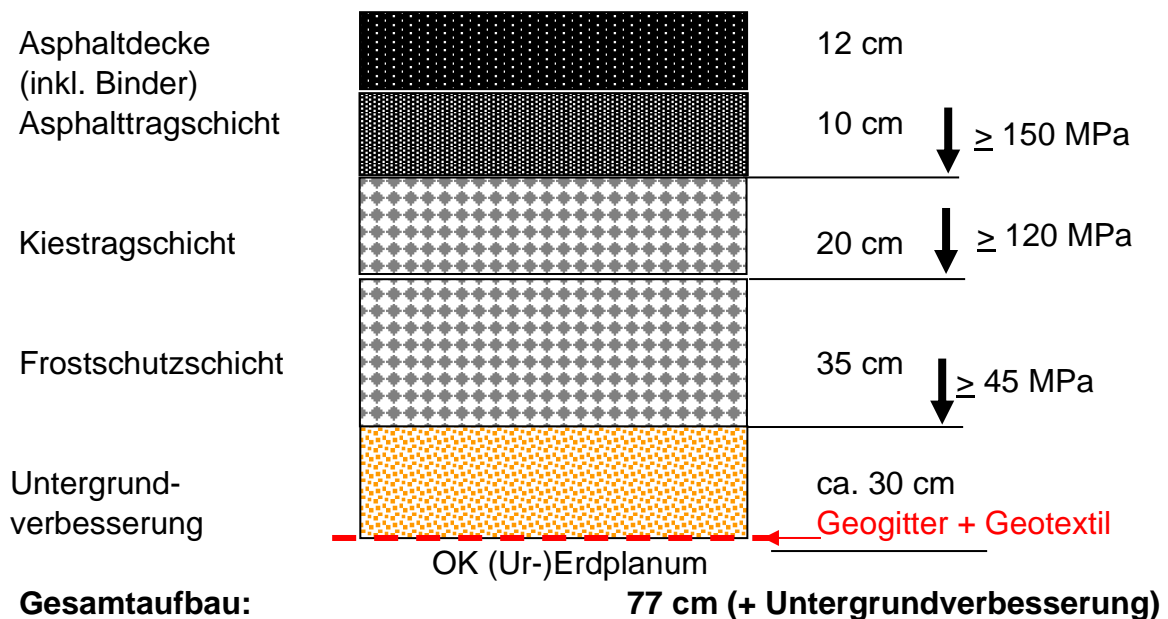
Belastungsklasse Bk10

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



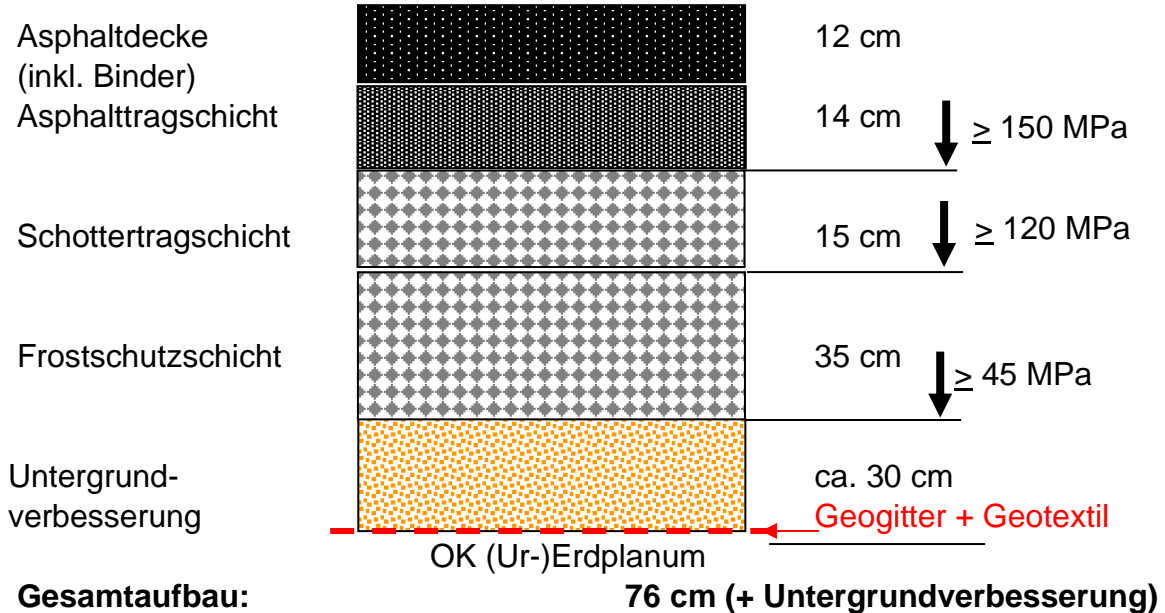
Belastungsklasse Bk10

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



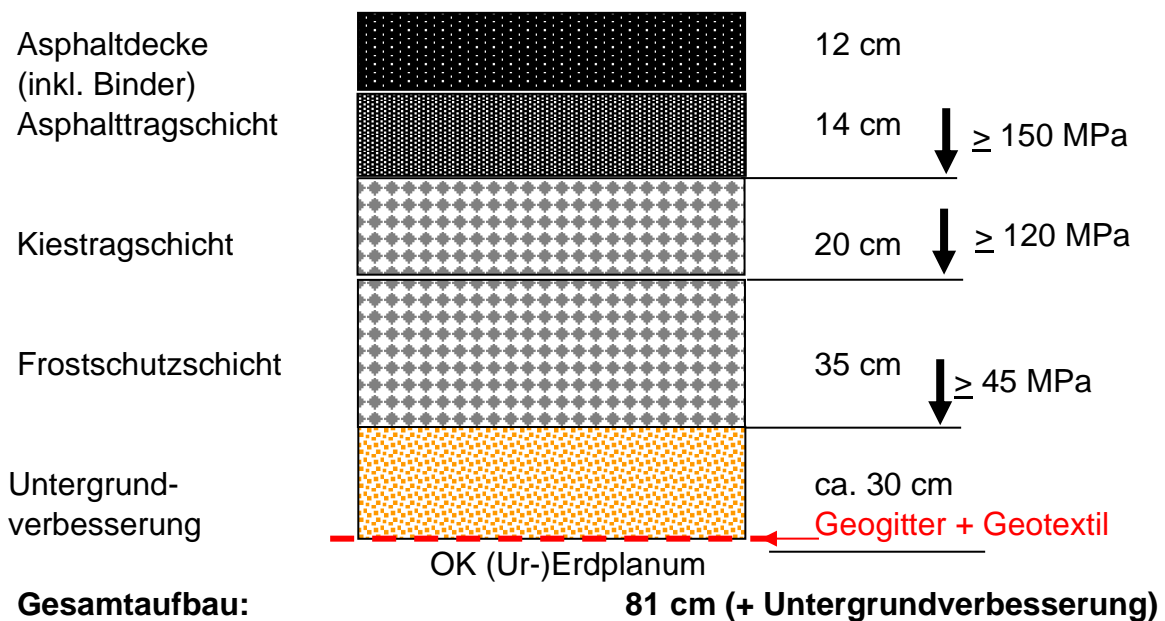
Belastungsklasse Bk32

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



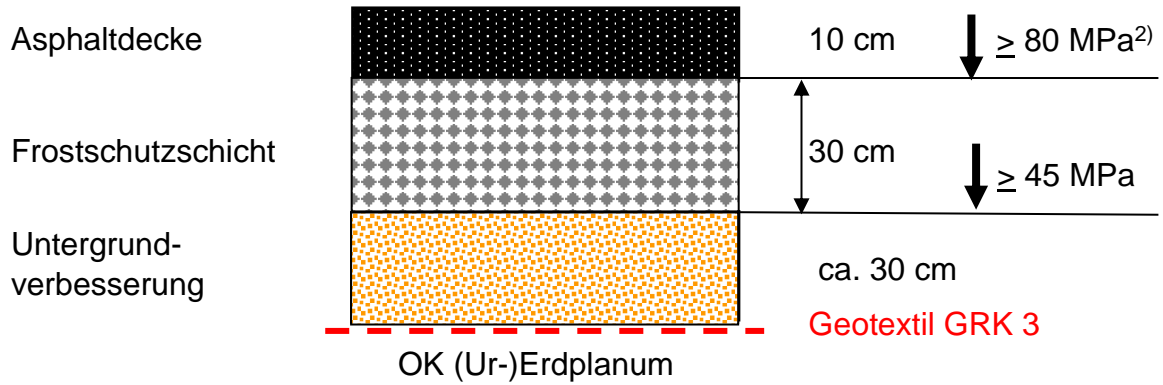
Belastungsklasse Bk32

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



Radweg (Asphaltbauweise)

OK Geh-/Radweg (Schemaskizze; unmaßstäblich)



Gesamtaufbau: 40 cm (+ Untergrundverbesserung)

²⁾ = siehe Bemerkung oben, 100 MPa bei Belastung durch Wartungsfahrzeuge

6.11 Umbaumaßnahme im östlichen Bestand der Kreisstraße ND18

Planung: Gegenüber dem Ist-Zustand soll die neue Fahrbahn der Kreisstraße ND18 in weiten Teilen aus der Bestandstrasse heraus verschwenkt und in die Neubautrasse übergeleitet werden. Im Bereich der ausgebauten Kreisstraße wird eine Gesamtfahrbahnbreite von 7 m (jeweils 3,5 m pro Fahrtrichtung) vorgesehen. Teile des vorhandenen Wendehammers zur Bebauung am 'Biberweg' sind im Zuge der Maßnahme umzubauen.

Der Bereich der in nordwestlicher Richtung führenden, bestehenden Kreisstraße, wird als 'Sackgasse' um- und z.T. zurückgebaut und soll zukünftig lediglich als 4 m breiter Wirtschaftsweg fungieren.

Nördlich parallel zur Straßentrasse der ND18 wird die Errichtung eines Geh-/Radweges vorgesehen. Der Radweg erhält eine Breite von 2,5 m und eine durchgehende Querneigung von 2,5 % in nördlicher Richtung.

Unterhalb des Radweges wird eine Leitungstrasse (u.a. Mittelspannungskabel, vermutlich auch Telekommunikationskabel und Trinkwasserleitung) vorgesehen. Die vorgenannte Mittelspannungsleitung ist am östlichen Trassenende als Erdkabel weiter zu führen.

Vorbemerkungen: Es werden die Verhältnisse an den Ansatzpunkten BS S83 bis BS S92 und der Querschnitt B-B der vorhandenen Planunterlage [U20] berücksichtigt.

Exakte Höhenangaben der zu errichtenden Decken liegen nicht vor. Höhenzwangspunkte stellen die Übergänge der geplanten Fahrbahnen an den Bestand dar. Es wird davon ausgegangen, dass die zukünftige Fahrbahnoberkante weitgehend annähernd höhengleich zur bestehenden Fahrbahn errichtet werden soll. Für den Radweg werden in gewissem Umfang Massendefizite auszugleichen sein.

Für die hier geplanten Fahrwege wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen.

Entfernung der Versiegelungen / Überschussmassen: Die zu lösenden Abschnitte der bestehenden Schwarzdeckenversiegelung sollten gemäß den Empfehlung aus Kapitel 3 behandelt werden. Sollten beim Ausbau organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden - womit nach aktuellem Kenntnisstand zumindest im Umfeld der Ansatzpunkte BS S90 und BS S91 gerechnet wird - so sind die entsprechenden Massen zu separieren und der Bodengutachter ist hinzuzuziehen. Außerhalb der Bestandstrasse vorliegende (aufgefüllte) Mutterböden sind abzuschleppen. Eine Wiederverwendung in gleicher Funktion ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht zulässig (siehe 'MP Mutterboden 5' in Kapitel 4.3).

Nach Abzug von (Füll-)Oberböden sind Überschussmassen bis mindestens 75/77 cm unterhalb der späteren Oberkante Fahrbahn der Straße bzw. bis mindestens 40 cm unterhalb der Oberkante Fahrbahn des Radweges zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten).

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffierung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollten nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ‘offenen Wasserhaltung’ im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder zutretendes Schichtwasser zu fassen und abzuleiten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können - sofern nötig und soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

Massendefizitausgleich / chemische Anforderungen: Vorbehaltlich genehmigungsbehördlicher Vorgaben wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Erdbaustoffe mit einer Klassifizierung gemäß aktuellem Verfüll-Leitfaden Bayern – Boden Z0 (Standortkategorie A) verwendet werden.

Im Hinblick auf die ab dem 01.08.2023 maßgebliche Mantelverordnung wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass Erdbaustoffe mit Materialwerten bis maximal BM-0* oder BG-0* in den entsprechenden Einbauweisen von Anhang 2, Tabelle 5 der EBV eingesetzt werden.

Massendefizitausgleich / bodenmechanische Anforderungen: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich von Massendefiziten unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus eingesetzt werden. Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik,

bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$ in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von $E_{v2} > 70 - 80$ MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Probefelder: Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abzustimmen. Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist vorab durch die Anlage von ausreichend groß dimensionierten und hinreichend dokumentierten **Probefeldern** zu verifizieren.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom größtenteils bindigen Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches ein Geotextil aufgelegt werden. Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Sinnvoll erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >300 g/m²; Stempeldurchdruckkraft $> 3,5$ kN).

Für den Radweg erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 3** ausreichend (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >150 g/m²; Stempeldurchdruckkraft $> 1,5$ kN).

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Planung Straßenbau: Es wird gemäß den vorliegenden Planunterlagen eine Belastungsklassenzuordnung für den Umbau der Kreisstraße ND18 gemäß *RStO 12* (‘Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen’, Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angesetzt.

Der Radweg wird nach der aktuellen RStO 12 keiner herkömmlichen Belastungsklasse zugeordnet. Stattdessen wird hier die Tafel 6 der RStO 12 herangezogen.

Die in einen Wirtschaftsweg umzufunktionierende Bestandstrasse der ND18 wird hierbei nachfolgend nicht betrachtet.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Fahrwege in Schwarzdeckenbauweise (‘Bauweisen mit Asphaltdecke’ gemäß Tafel 1 RStO 12).

Kreisstraße ND18: Belastungsklasse Bk10
Radweg: gem. Tafel 6 RStO 12

Bei diesbezüglich deutlich anderen bzw. aktuelleren Planungsansätzen wird um Benachrichtigung gebeten, um die nachfolgenden Hinweisgebungen anpassen zu können.

Anmerkung zum geplanten Ausbau: Grundsätzlich ist durch den AG zu prüfen, ob ggf. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen von den Regelungen der RStO in den Abschnitten 3.1 bis 3.3.5 abgewichen werden soll (siehe RStO 12 – Abschnitt 3.3.6: Besonderheiten).

Verhältnisse auf dem Planum: In Höhe des zukünftigen Erdplanums kann im Bereich der vorhandenen Fahrstraße in erster Linie mit der Vorlage von (deutlichen) Restmächtigkeiten an Füllkiesen gerechnet werden. Außerhalb der bestehenden Fahrtrasse bzw. in den Anbaubereichen wird mit der Vorlage bindiger Geogenböden und – nach Abzug von Oberböden – bereichsweise mit einem Massendefizit bis zur Unterkante des RStO-Aufbaus gerechnet.

Sämtliche Böden sollten einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (‘sehr frostempfindlich’) gestellt werden.

Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich. Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm in der Bk10.

Planumsentwässerung: Im Bereich der Trasse der ND18 ist – allein schon aufgrund der teilweisen deutlichen Verschwenkungen aus der Bestandstrasse heraus – ein ‘grundhafter’ Neubau vorgesehen. Die Anlage einer Planumsentwässerung im Zuge der Neuerrichtung der Flächen ist daher ohne erheblichen Mehraufwand möglich und daher wird zur Ausführung empfohlen. Die anstehenden Böden sind nicht überall ausreichend durchlässig, um keinen Aufstau von ggf. seitlich in den Oberbau eindringenden Sickerwässern befürchten zu müssen.

Entsprechende Maßnahmen werden in den 'Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung' (RAS-Ew) und den 'Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau' (ZTV Ew-StB) beschrieben.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt. Es ergibt sich die Notwendigkeit einer diesbezüglichen 'Mehrdicke' von 5 cm. Kleinräumige Klimaunterschiede werden demgegenüber nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' anzunehmen ist, bzw. nicht auszuschließen ist. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

Es wird davon ausgegangen, dass die Entwässerung der Fahrbahnen, wie aktuell praktiziert und in den Plänen dargestellt, über Mulden, Gräben bzw. Böschungen erfolgt. Diesbezüglich kann somit keine Minderdicke angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
' <u>Grund-</u> oder <u>Schichten</u> wasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Mulden/Böschungen	+/- 0 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 10 cm

Tabelle 32: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärken aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Kreisstraße ND18:** **75 cm**
- **Radweg** **40 cm**

Vorgenannte Mächtigkeit des Straßenaufbaus berücksichtigt zunächst ausschließlich den Aspekt der Frostsicherheit. Sie beinhaltet zunächst keine Angaben zu funktionsspezifischen Mindeststärken einzelner Schichten oder Mindestdicken die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlich werden können.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschutzschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter/Kies-Sand: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und offensichtliche Auflockerungen oder Aufweichungen, d.h. bindige Böden in weich-breiiger Konsistenz, zu entfernen.

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum außerhalb der bestehenden Trassenabschnitte weitgehend einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmoduln sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt. Verbreitet werden auf Erdplanum gewisse Restmächtigkeiten an Füllkiesen der Bestandstrasse vorliegen. Diese sind – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den g.g. Sollwert zu erreichen. Gleiches gilt für Bereiche, in denen vorab ein Massendefizitausgleich von mehr als ca. 0,3 m vorgenommen worden ist.

Außerhalb der Bestandstrasse werden hingegen bindige Böden vorliegen, die oberflächennah in geringen Konsistenzen anstehen und den o.g. Sollwert erfahrungsgemäß nicht erreichen werden.

Eine Untergrundverbesserung sollte daher zunächst für 80% der hier planten Flächen vorab einkalkuliert werden.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden örtlichen Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 30 cm starken Schotter- oder Kies-Sand-Lage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 30 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.

Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150$ MPa gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschutzschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120$ MPa (in der Belastungsklasse Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert.

Auf OK Frostschutzschicht des Radweges wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 80$ MPa gefordert. Bei Belastung durch Fahrzeuge für Wartung und Unterhaltung ist ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 100$ MPa nachzuweisen.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Beim Aushub werden recht heterogene, verbreitet auch bindige Böden anfallen. Diese Böden sind nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig.

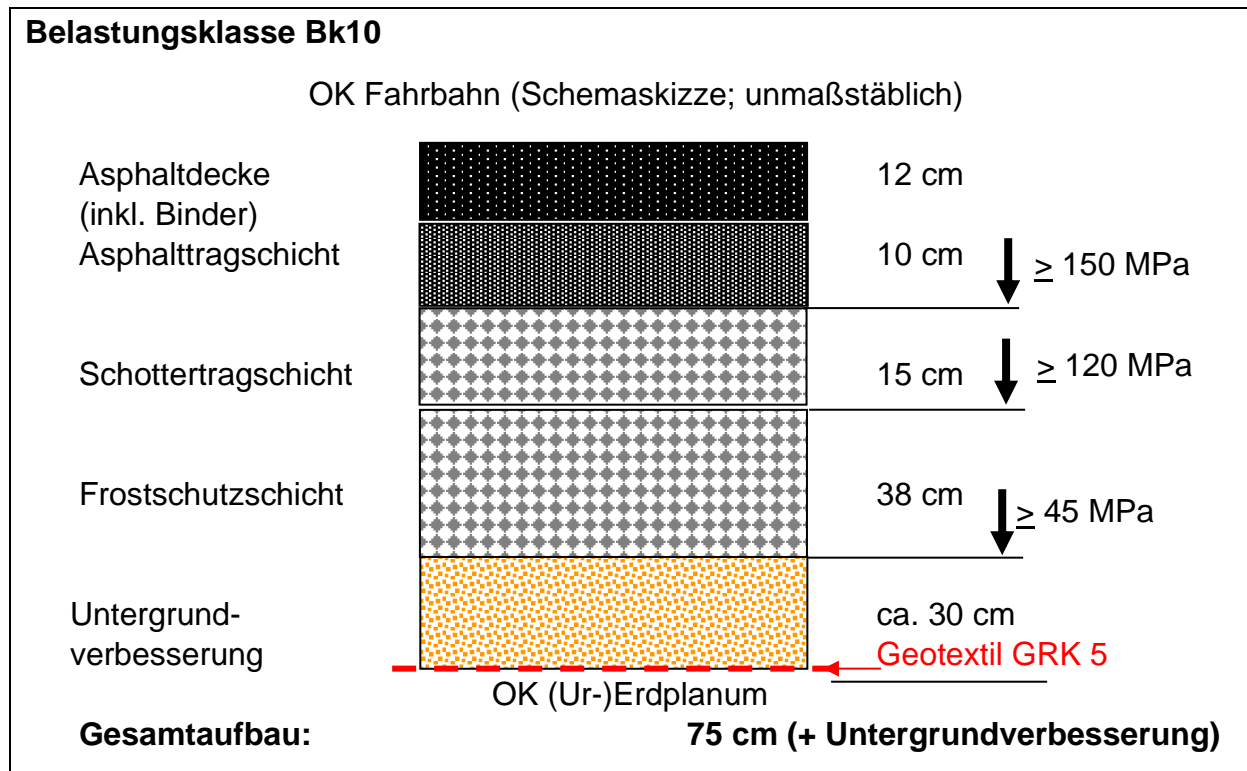
Die z.T. bindigen Böden erreichen ohne Aufbereitung nicht die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95$ % und es sind Verformungsmodule $E_{v2} \leq 45$ MPa zu erwarten. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) nicht erfüllt.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grün- bzw. landwirtschaftlichen Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so können potenzielle ausgehobene bindige, +/- verlehnte oder organische Materialien wiederverfüllt werden. Entstehende Sackungen sind dort ggf. nachzuarbeiten. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke.

Hinweise zur (chemischen) Wiedereinbauzulässigkeit und zur entsorgungstechnischen Klassifizierung der Böden sind Kapitel 4 zu entnehmen.

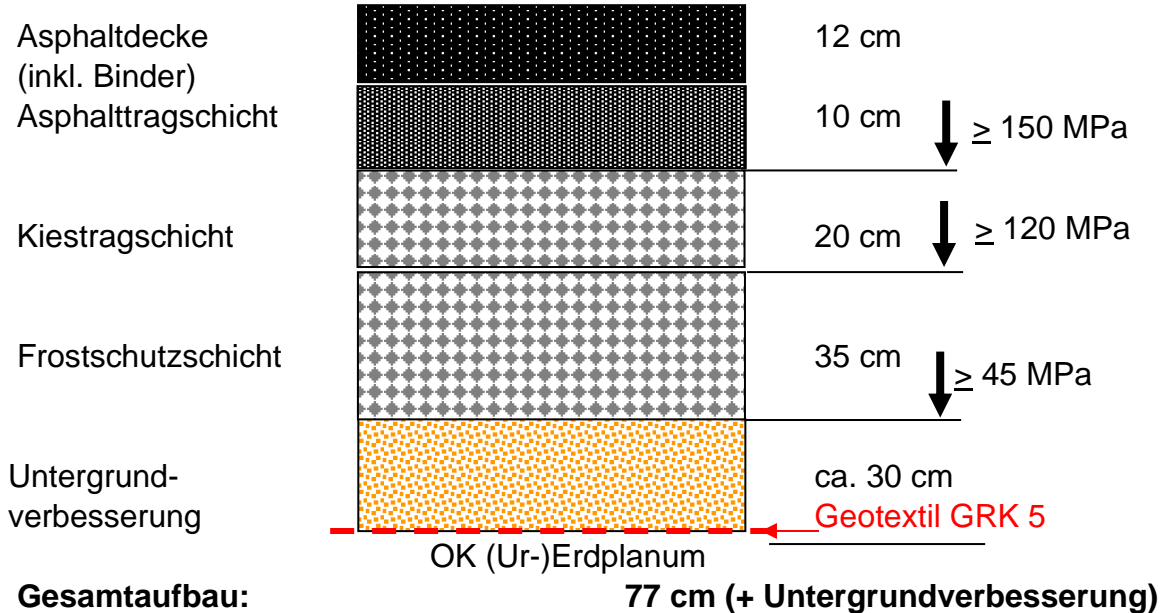
Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - inklusive ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 3). Die Asphaltdecke beinhaltet in der Belastungsklasse Bk10 eine Binderschicht.

Alternativ zu einer (möglichst geringmächtigen) Aufbauvariante mit einer Schottertragschicht, wird auf Grundlage der vorhandenen Planunterlagen eine Bauweise mit sog. 'Kiestragschicht' aufgeführt (Schwarzdeckenbauweise nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 4). Aufgrund der funktionspezifischen Mindestmächtigkeit der 'Kiestragschicht' von 20 cm in der Belastungsklasse Bk10, wird eine Anpassung der Schichtmächtigkeit in der darunterliegenden Frostschutzschicht erforderlich, um die Anhaltswerte der Tabelle 8 der RStO für die aus Tragfähigkeitsgründen erforderlichen Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel hinreichend zu berücksichtigen. Hieraus ergibt sich eine geringe Mehrdicke des Gesamtaufbaus von 2 cm auf insgesamt 77 cm.



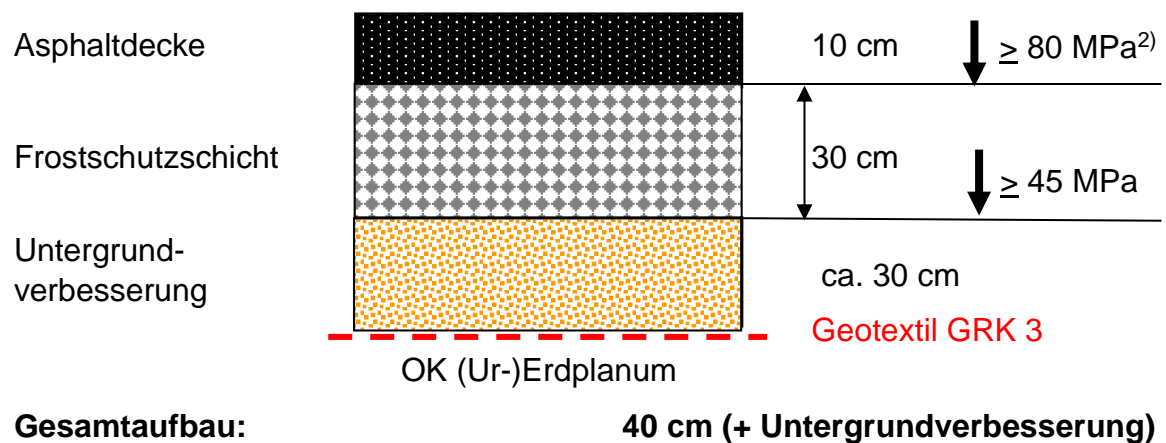
Belastungsklasse Bk10

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



Radweg (Asphaltbauweise)

OK Geh-/Radweg (Schemaskizze; unmaßstäblich)



²⁾ = siehe Bemerkung oben, 100 MPa bei Belastung durch Wartungsfahrzeuge

ANLAGE 1.1 – 1.4

Lageplan (1:1.000)

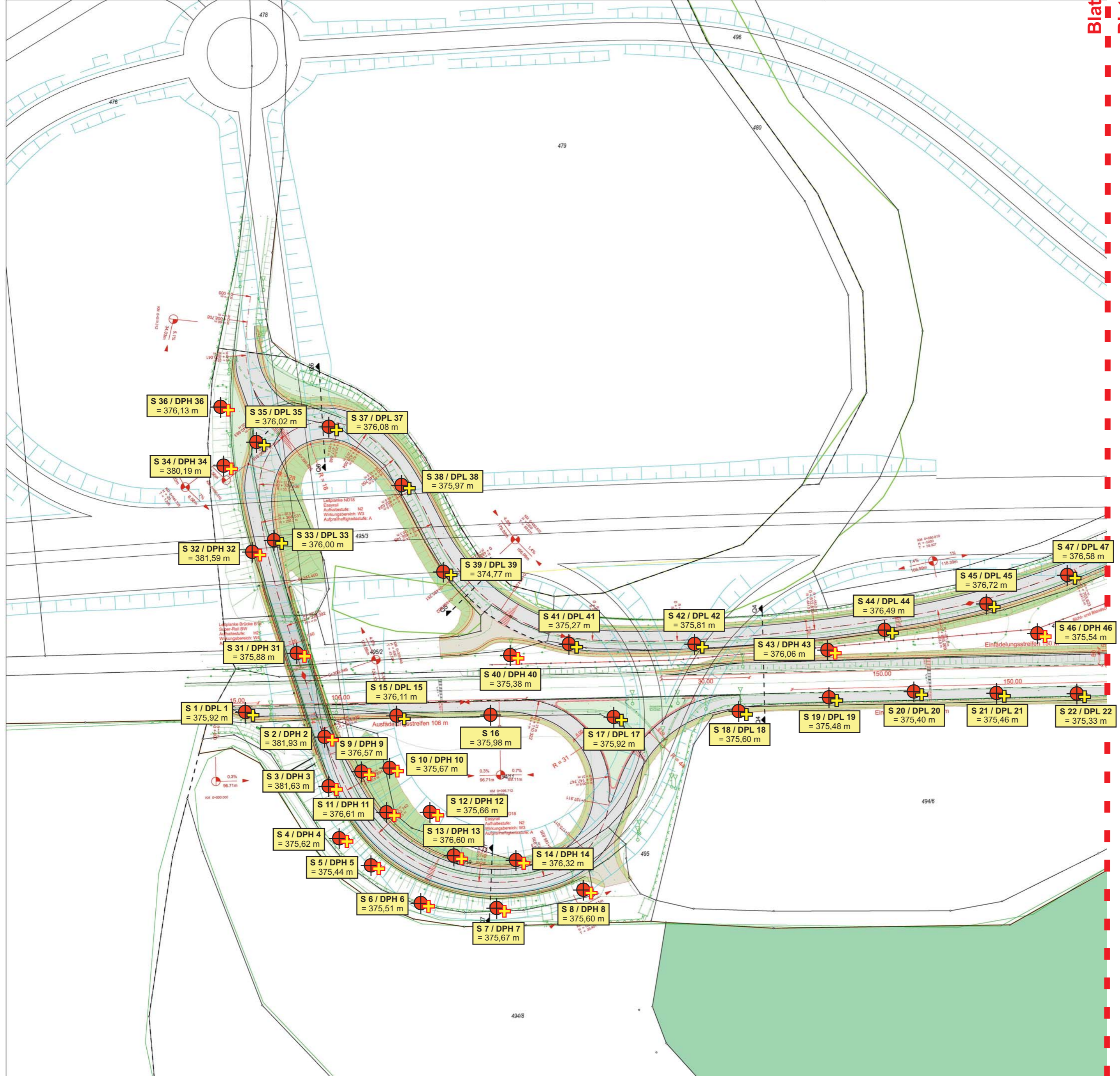


Maßstab
1 : 1.000

10 m



Blatt 1
Blatt 2



Zeichenerklärung:

- BS Kleinbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1
- DPL Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-2
- DPH Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-2

KLEEGRÄFE
 Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Lageplan

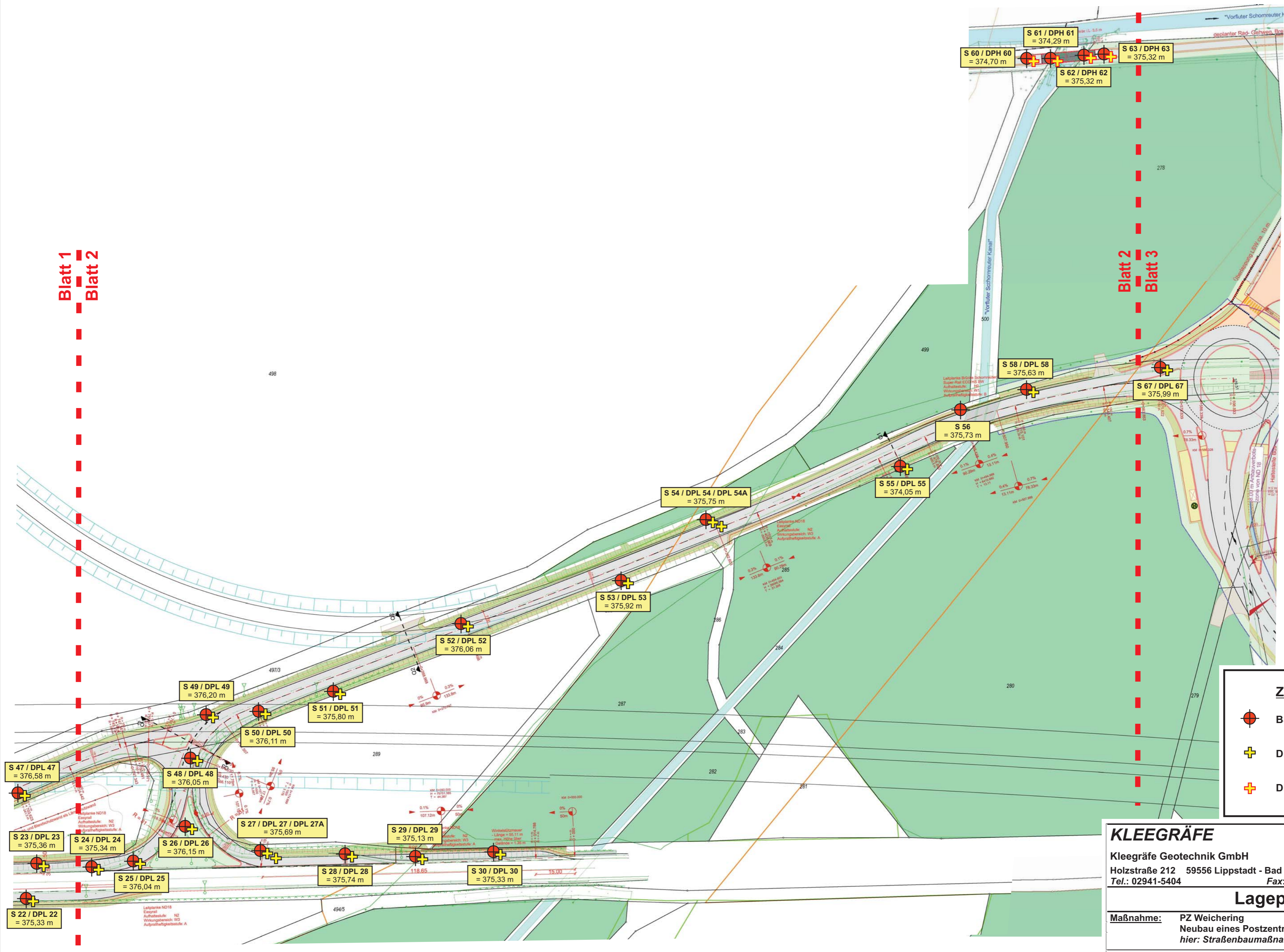
Maßnahme: PZ Weichering Neubau eines Postzentrums hier: Straßenbaumaßnahmen	Bearb.-Nr. 201252
	A 3
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Anlage: 1.1
Auftraggeber: DEUTSCHE POST DHL REAL ESTATE DEUTSCHLAND GMBH Godesberger Allee 157 53175 Bonn	Blatt: 1
	März 2023
	Klee/Mey/Gebb M. 1 : 1.000

Weichering

N

Maßstab
1 : 1.000

10 m



Blatt 1
Blatt 2

Blatt 2
Blatt 3

Zeichenerklärung:

- BS Kleinbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1
- DPL Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-2
- DPH Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-2

KLEEGRÄFE
KleeGräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Lageplan		
Maßnahme:	PZ Weichering Neubau eines Postzentrums hier: Straßenbaumaßnahmen	Bearb.-Nr. 201252 A 3
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Anlage: 1.2
Auftraggeber:	DEUTSCHE POST DHL REAL ESTATE DEUTSCHLAND GMBH Godesberger Allee 157 53175 Bonn	Blatt: 1 März 2023 Klee/Mey/Gebb M. 1 : 1.000

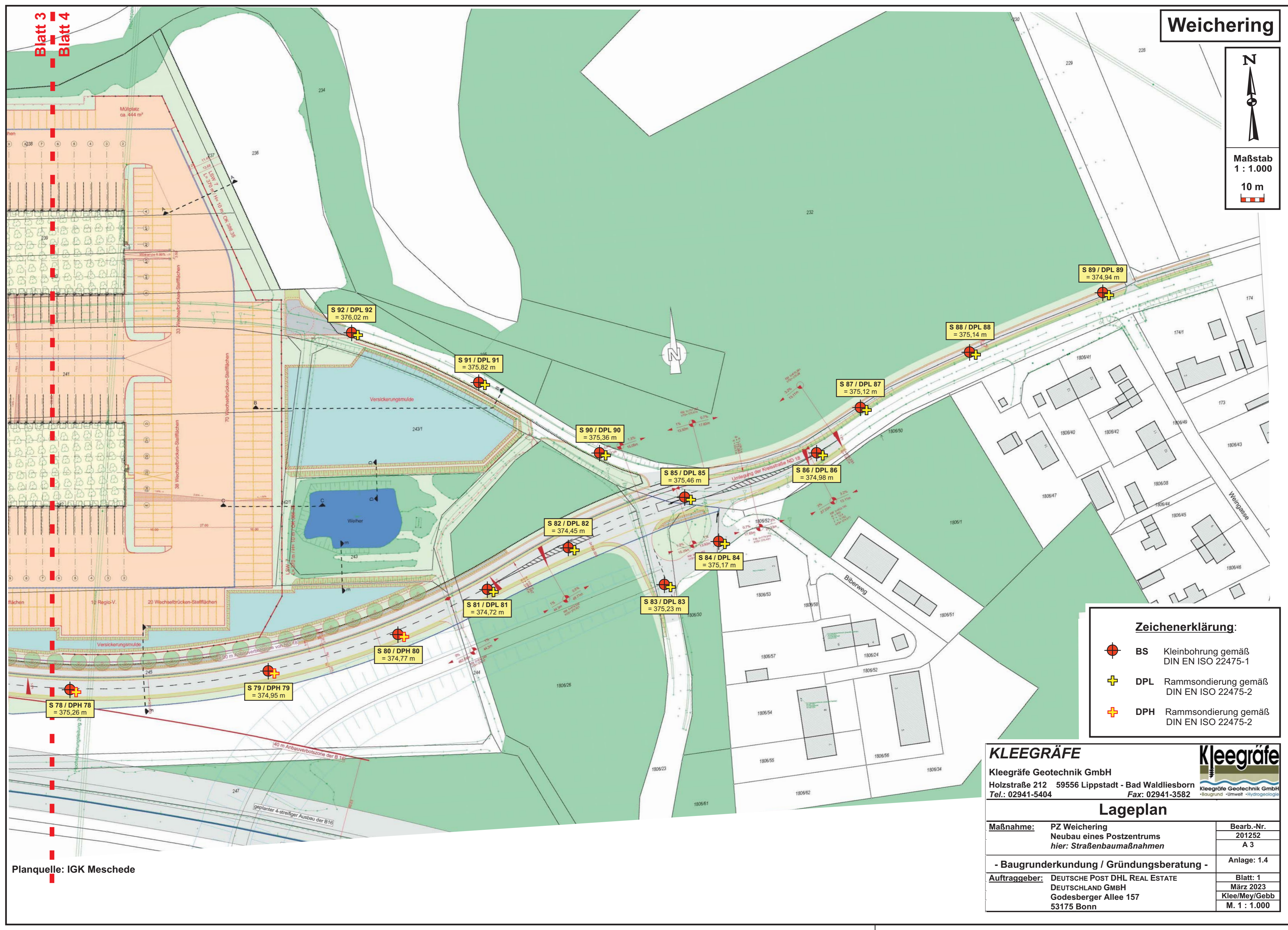
Planquelle: IGK Meschede

Weichering



Maßstab
1 : 1.000
10 m

Blatt 3
Blatt 4



Zeichenerklärung:

- BS Kleinbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1
- DPL Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-2
- DPH Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-2

KLEEGRÄFE
KleeGräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Lageplan

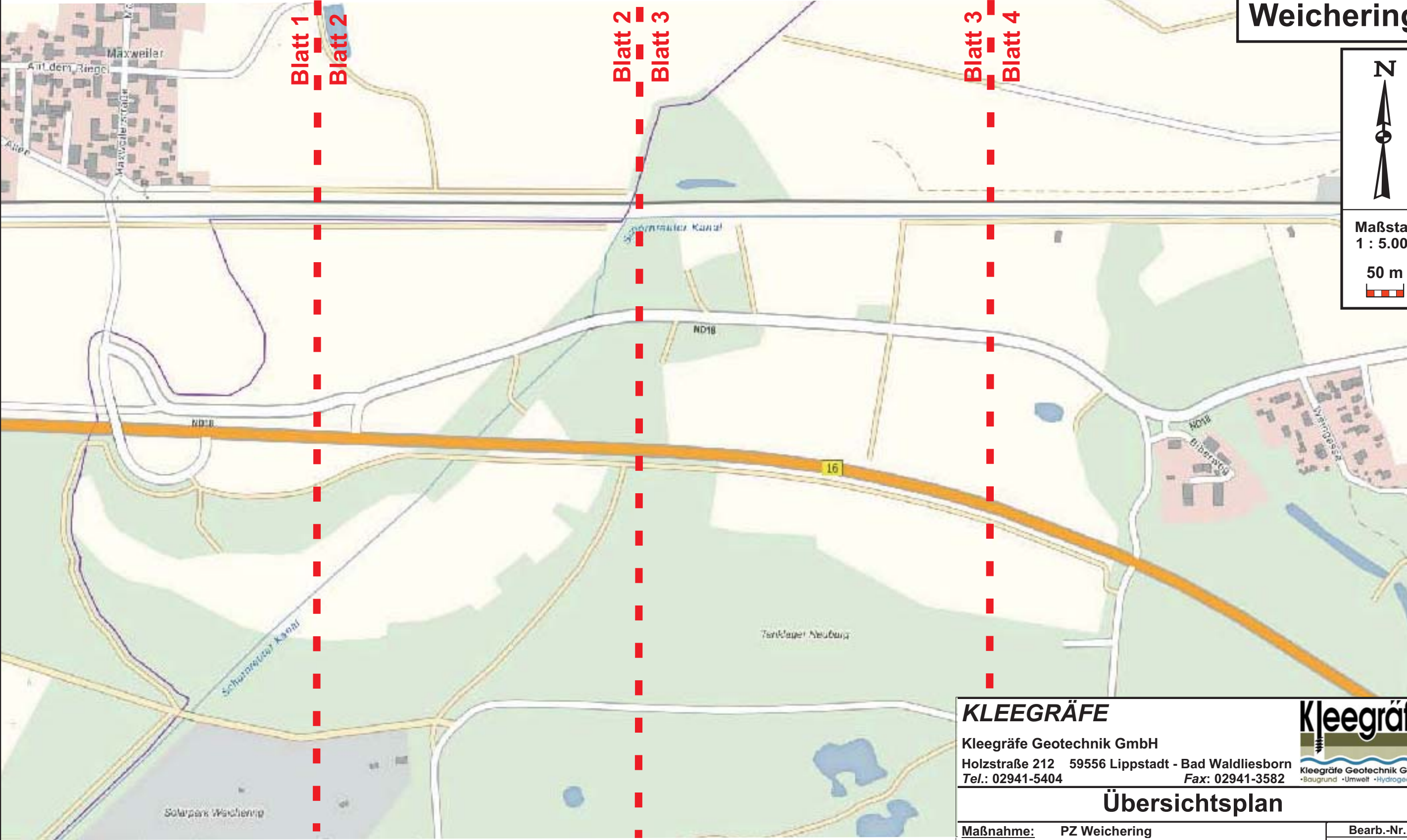
Maßnahme: PZ Weichering Neubau eines Postzentrums hier: Straßenbaumaßnahmen	Bearb.-Nr. 201252
	A 3
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Anlage: 1.4
Auftraggeber: DEUTSCHE POST DHL REAL ESTATE DEUTSCHLAND GMBH Godesberger Allee 157 53175 Bonn	Blatt: 1
	März 2023
	Klee/Mey/Gebb M. 1 : 1.000

Planquelle: IGK Meschede

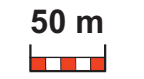
ANLAGE 1.5

Übersichtsplan (1:5.000)

Weichering



Maßstab
1 : 5.000



KLEEGRÄFE

KleeGräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



Übersichtsplan

Maßnahme: PZ Weichering Neubau eines Postzentrums hier: Straßenbaumaßnahmen	Bearb.-Nr. 201252
	A 3
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Anlage: 1.5
Auftraggeber: DEUTSCHE POST DHL REAL ESTATE DEUTSCHLAND GMBH Godesberger Allee 157 53175 Bonn	Blatt: 1
	März 2023
	Klee/Mey/Gebb M. 1 : 5.000