

Baugrunduntersuchung
Baugrundbeurteilung
Betriebshof Gröpelingen
Teilprojekt 1: Umsteigeanlage

Projekt Nr.: 2957-1-1-18

Auftraggeber: Bremer Straßenbahn AG
Flughafendamm 12
28199 Bremen

Auftragnehmer: Ingenieurgeologisches Büro
underground
Plantage 20
28215 Bremen

Sachbearbeiter: Dipl.-Geol. A. Malkwitz

Datum: 26.06.2018

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang	3
2. Durchgeführte Maßnahmen	5
3. Bodenaufbau	6
3.1 Kleinrammbohrungen Halle 1 bis Halle 3	6
3.2 Kleinrammbohrungen Gleis 1-1 bis Gleis 1-4	6
4. Einordnung der Böden	8
4.1 Eigenschaften der Böden	8
4.2 Homogenbereiche	9
4.3 Abschätzung der Bodenkennwerte	10
4.4 Bodenverunreinigungen	10
5. Gründung	11
5.1 Baugrundrisiko	12
5.2 Geotechnische Kategorie	12
6. Herstellung der Verkehrsflächen	13
6.1 Frostsicherheit	13
6.2 Tragfähigkeit	14
6.3 Hinweise zur Ausführung	15
6.4 Empfehlungen zur Ausführung der Gleisanlagen	16
7. Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung	17
7.1 Baugrube	17
7.2 Erdarbeiten	17
7.3 Durchlässigkeit des Untergrundes	17
7.4 Festlegung der Expositionsklasse nach EN 206	18
7.5 Wiederverwendbarkeit von Bodenaushub für bautechnische Zwecke	18
7.6 Befahrbarkeit	18

Tabellen

Tabelle 1: Eigenschaften der Homogenbereiche	9
Tabelle 2: Bodenkennwerte (Mittel- und Erfahrungswerte)	10
Tabelle 3: Mehr - und Minderdicken des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12	13
Tabelle 4: BSAG Standardbauweise auf F 2-Untergrund angelehnt an die Bauweise mit Betondecke", Tafel 2, Zeile 1.1. Bk 10 der RStO	14

Anlagen

- Anlage 1: Lageplan
- Anlage 2: Bohrprofile

1. Vorgang

Die Bremer Straßenbahn AG beabsichtigt den Betriebshof Gröpelingen umzugestalten und neu zu ordnen.

In diesem Zusammenhang wurden im Jahre 2016 bereits geotechnische Untersuchungen durchgeführt:

- Ingenieurgeologisches Büro underground; August 2016:
Baugrunduntersuchung Baugrundbeurteilung, Neubau Betriebshof und Umsteiganlage Gröpelingen in Bremen

Um die in den genannten Berichten erlangten Ergebnisse zu verdichten und auch das Umfeld der Baumaßnahme mit einzubeziehen, wurde das Ingenieurgeologische Büro underground mit einer Erkundung des Untergrundes im gesamten Bereich, der von der Neugestaltung des Betriebshofes betroffen ist, beauftragt.

Dabei wurden von Seiten des AG drei Teilbereiche unterschieden:

- Teilbereich 1: Städtebauliche Umfeldanpassung (grüner Bereich)
- Teilbereich 2: Betriebshof (blauer Bereich)
- Teilbereich 3: Umsteiganlage (roter Bereich)

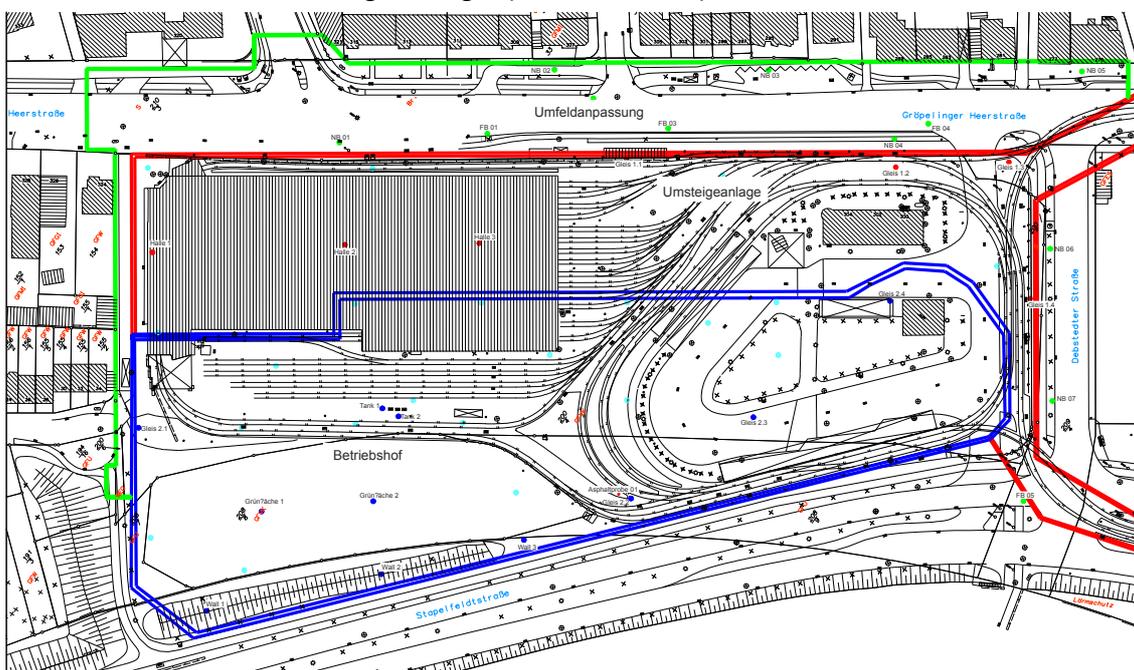


Bild 1: Darstellung der Teilbereiche

Das Untersuchungskonzept sieht vor, für jeden Teilbereich eine weiterführende Baugrunduntersuchung, eine weiterführende Orientierende Untersuchung sowie eine Einstufung der Böden hinsichtlich der Wiederverwertung/Entsorgung nach den Richtlinien der LAGA vorzunehmen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die weiterführende Baugrunduntersuchung im Teilbereich 1 (Umsteigeanlage).

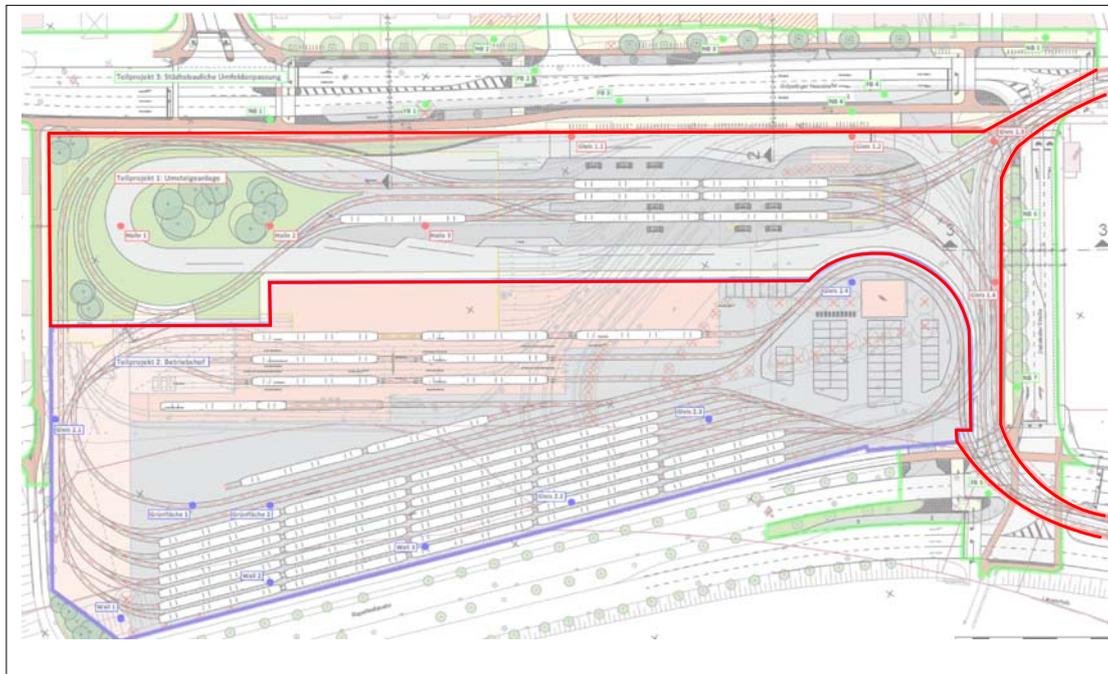


Bild 2: Teilbereich Umsteigeanlage mit den aktuellen Planungen

Der Untersuchungsumfang sowie die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen wurden durch den AG festgelegt.

Außerdem wurde für den hier untersuchten Bereich eine Abfalltechnische Bewertung (Abfalltechnische Einordnung BV BSAG Gröpelingen Teilprojekt 1: Umsteigeanlage Ingenieurgeologisches Büro underground; Juli 2018) sowie eine weiterführende Orientierende Untersuchung (Weiterführende Orientierende Untersuchung BV BSAG Gröpelingen Teilprojekt 1: Umsteigeanlage Ingenieurgeologisches Büro underground; Juli 2018)

Nach der Durchführung sämtlicher geotechnischen Untersuchungen wurde eine historische Recherche aufgrund der langjährigen gewerblichen Nutzung des Grundstücks erstellt (Historische Recherche des BSAG Betriebshofes Gröpelingen, Bremen, Dr. Pirwitz Umweltberatung, Juli 2018) und vorgelegt.

Im Folgenden werden im Abgleich mit der früheren Baugrunderkundung Aussagen zur Tragfähigkeit des Untergrundes getroffen und vorläufige Gründungsempfehlungen gegeben.

2. Durchgeführte Maßnahmen

Im Rahmen der vorliegenden geotechnischen Untersuchungen wurden im März 2018 insgesamt 7 Kleinrammbohrungen (KRB) bis in Tiefen von maximal 9,00 m u. GOK niedergebracht.

Drei der Kleinrammbohrungen (Halle 1 bis Halle 3) lagen in der bestehenden Halle, vier (Gleis 1.1 bis Gleis 1.4) im Bereich der bestehenden bzw. geplanten Gleisanlagen (s. Anlage 1).

Das Bohrgut wurde fortlaufend ausgelegt und bemustert.

Der Wasserstand wurde in den offenen Bohrlöchern gemessen.

Aus den Proben aus den Kleinrammbohrungen wurden zwei Mischproben zusammengestellt.

Die Mischproben wurden gemäß den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (i. F. LAGA) im Vollumfang der LAGA M 20 Boden im Feststoff und Eluat untersucht. Die Abfalltechnische Bewertung wird in einem eigenen Bericht vorgelegt.

3. Bodenaufbau

Im Zuge der Untersuchungen wurden im Gelände die wichtigsten bodenkundlichen Kenngrößen der erbohrten Schichten erfasst. Die Bestimmungen erfolgten auf der Grundlage der Bodenkundlichen Kartieranleitung und DIN 4022 T.3. Die Ergebnisse sind in Bohrprofilen dokumentiert (s. Anlage 2).

Die Ansatzpunkte der Bohrungen sind dem Lageplan (Anlage 1) zu entnehmen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen folgendes Bild des oberflächennahen Bodenaufbaus:

3.1 Kleinrammbohrungen Halle 1 bis Halle 3

Die Kleinrammbohrung Halle 1 wurde in der Reparaturgrube, die beiden anderen Kleinrammbohrungen Halle 2 und Halle 3 wurden in der Wartungshalle durchgeführt.

Unterhalb einer 0,28 m bis 0,30 m mächtigen Betonabdeckung tritt eine organoleptisch unauffällige Sandauffüllung auf, die im Bereich der Kleinrammbohrungen Halle 2 und Halle 3 von einem geringmächtigen aufgefüllten Schluff unterlagert wird. Die Basis dieser Auffüllung liegt zwischen +2,74 m NN und +2,36 m NN.

Bis zur Endteufe folgen Sande mit unterschiedlichen Korngrößenzusammensetzungen in die gelegentlich geringmächtige, maximal 0,50 m mächtige Torfhorizonte eingeschaltet sein können.

3.2 Kleinrammbohrungen Gleis 1-1 bis Gleis 1-4

Einmal, im Bereich der Kleinrammbohrung Gleis 1-1, tritt eine Schotterabdeckung, einmal im Bereich der Kleinrammbohrung Gleis 1-2 eine Pflasterabdeckung auf. Im Bereich der Kleinrammbohrung Gleis 1-3 und Gleis 1-4 fehlt eine Abdeckung.

Darunter tritt eine organoleptisch unauffällige Sandauffüllung auf, die zwischen 0,70 m und 2,40 m mächtig ist. Im Bereich der Kleinrammbohrung Gleis 1-2 liegt unterhalb des Pflasters eine Magerbetonschicht.

Die Basis der Sandauffüllung liegt zwischen +4,54 m NN und +3,11 m NN.

Bis zur Endteufe folgen Sande mit unterschiedlichen Korngrößenzusammensetzungen in die gelegentlich in größerer Tiefe Auelehmhorizonte, die maximal 0,90 m mächtig sein können.

Nach den Ergebnissen der Rammsondierungen aus dem Jahre 2016 sind die aufgefüllten Sande und die Dünensande mit Schlagzahlen n_{10} zwischen 0,5 und 2 überwiegend sehr locker bis locker gelagert. Gelegentlich treten in diesen oberflächennahen Sanden auch mitteldichte Partien auf. Die Sande der Weserterrasse sind mit Schlagzahlen n_{10} zwischen 5 und 20 mitteldicht bis dicht gelagert.

Organoleptische Auffälligkeiten wie Verfärbungen und/oder Gerüche wurden nicht festgestellt. Oberflächennah treten gelegentlich Bauschutt, Beton und /oder Schotter auf.

Die Abfolge der Schichten und deren Mächtigkeiten ist in den Bohrprofilen (s. Anlage 2) detailliert aufgeführt.

Wasserstände wurden in den Kleinrammbohrungen in Tiefen zwischen +1,65 m NN bis +1,97 m NN angetroffen. Einmal wurde auch ein Wasserstand von +3,16 m NN angetroffen. Dabei handelt es sich vermutlich um den Stauwasserstand ansonsten um Grundwasserstände zum Zeitpunkt der Untersuchungen. Mit schwankenden Wasserständen ist zu rechnen.

In der Untersuchung von 2016 wurden in den temporären Pegeln ein Wasserstand zwischen +1,40 mNN und 1,44 mNN ermittelt.

Nach den Angaben der Baugrunderkarte Bremen liegt der Grundwasserstand bei rund +0,75 mNN, der zu erwartende Grundwasserhöchststand bei etwa +1,50 mNN.

4. Einordnung der Böden

4.1 Eigenschaften der Böden

Nach den Ergebnissen der Geländeansprache sind den angetroffenen Böden unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten folgende Eigenschaften zuzuordnen:

Aufgefüllter Sand [SE, SU]:

Dichte:	überwiegend sehr locker bis locker
Scherfestigkeit:	mittel
Zusammendrückbarkeit:	mittel
Wasserempfindlichkeit:	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit:	mittel bis groß
Frostempfindlichkeit	F 1 bis F 2
Verdichtbarkeit:	mäßig bis gut
Tragfähigkeit:	gering bis mäßig

Aufgefüllter Schluff [UM, SU*]:

Konsistenz:	steif
Scherfestigkeit:	gering bis mittel
Zusammendrückbarkeit:	mittel bis groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	gering
Frostempfindlichkeit	F 3
Verdichtbarkeit:	schlecht
<u>Tragfähigkeit:</u>	gering bis mittel

Sande der Bremer Düne [SE, SU]:

Dichte:	überwiegend locker
Scherfestigkeit:	mittel
Zusammendrückbarkeit:	mittel bis gering
Wasserempfindlichkeit:	gering bis mittel
Wasserdurchlässigkeit:	mittel bis groß
Frostempfindlichkeit	F 1 bis F 2
Verdichtbarkeit:	mäßig bis gut
Tragfähigkeit:	gering bis mäßig

Auelehm (OU):

Konsistenz:	weich bis steif
Scherfestigkeit:	gering
Zusammendrückbarkeit:	groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	sehr gering
Verdichtbarkeit:	nicht verdichtbar
Tragfähigkeit:	gering

Torf, zersetzt (HZ):

Konsistenz:	-
Scherfestigkeit:	gering bis sehr gering
Zusammendrückbarkeit:	sehr groß
Wasserempfindlichkeit:	groß
Wasserdurchlässigkeit:	gering
Frostempfindlichkeit	F 3
Verdichtbarkeit:	nicht verdichtbar
Tragfähigkeit:	sehr gering

schluffiger Sand (SU):

Dichte:	mitteldicht
Scherfestigkeit:	mittel bis groß
Zusammendrückbarkeit:	gering
Wasserempfindlichkeit:	mittel
Wasserdurchlässigkeit:	mittel
Frostempfindlichkeit	F 1 bis F 2
Verdichtbarkeit:	mäßig bis gut
Tragfähigkeit:	gut

enggestufter Sand (SE):

Dichte:	mitteldicht bis dicht
Scherfestigkeit:	groß
Zusammendrückbarkeit:	gering
Wasserempfindlichkeit:	gering bis mittel
Frostempfindlichkeit	F 1
Wasserdurchlässigkeit:	mittel bis groß
Verdichtbarkeit:	mäßig bis gut
Tragfähigkeit:	gut

4.2 Homogenbereiche

Im Folgenden werden die im untersuchten Bereich angetroffenen Böden entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche eingeteilt. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Tabelle 1: Eigenschaften der Homogenbereiche

Homogenbereich	1	2	3	4
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung überwiegend nichtbindig, selten bindig	Sande der Bremer Düne	vereinzelt Weichschichten	Sande der Weserterrasse
UK Schicht Tiefenlage mNN	+2,36 bis +4,54	ca. -1,00 bis ca. +2,20	ca. -1,00 bis ca. +1,00	bis min. -12,10
Bodengruppe nach DIN 18196	[SE], [SU], [SU*], [UM]	SE, SU	OU, HZ	SE, SU
Massenanteil an Steinen und Blöcken	< 5 %	< 5 %	< 5 %	< 5%
Konsistenz	-		weich	-
Lagerungsdichte	sehr locker bis locker	locker		mitteldicht bis dicht

4.3 Abschätzung der Bodenkennwerte

Nach den Ergebnissen der Rammkernsondierbohrungen und der Rammsondierungen können, unter Einbeziehung von Erfahrungswerten bezüglich der anstehenden Böden, für die erdstatischen Berechnungen die in der folgenden Tabelle 2 aufgeführten Bodenkennwerte (cal-Werte) angesetzt werden.

Tabelle 2: Bodenkennwerte (Mittel- und Erfahrungswerte)

Bodenart	Boden- gruppe	Wichte cal γ / γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel cal ϕ' [°]	Kohäsion cal c' [kN/m ²]	Steife- modul cal E_s [MN/m ²]	empfohlener Rechenwert Steifemodul E_s [MN/m ²]
Aufgefüllter Sand, und Dünensand sehr locker bis locker	[SE], [SU]	17 / 8	27,5	-	5 - 10	8
Dünensand locker bis mitteldicht	[SE], [SU]	18 / 8	30,0	-	15 - 30	20
Torf, zersetzt, mäßig vorbelastet	HZ	12 / 2	22,5	5 - 10	1- 2	1,5
Auelehm, weich	OU	15 / 5	20,0	5 - 10	1,5 - 3	2,5
schluffiger Sand, mitteldicht	SU	20 / 11	32,5		30 - 60	40
Sand, mitteldicht	SE	19 / 11	32,5	-	30 - 60	40

4.4 Bodenverunreinigungen

Im Bereich der Sandauffüllung wurden geringe Anteile an bodenfremde Bestandteile angetroffen sowie Lagen von Bauschutt und RC-Material angetroffen. Ansonsten keine Hinweise wie Verfärbungen oder Gerüche festgestellt, die auf eine Bodenverunreinigung hindeuten.

In Zusammenhang mit den vorliegenden Untersuchungen wurde auch die Belastungssituation der Böden auf dem Grundstück behandelt. Die Ergebnisse der altlastentechnischen Untersuchungen werden in einem separaten Bericht dargestellt.

5. Gründung

Nach dem vorliegenden Konzept zur Umgestaltung des Betriebshofes soll die Umsteiganlage an die Gröpelinger Heerstraße verlegt werden. Anschließend an die Umsteiganlage soll eine Halle errichtet werden. An der Stapelfeldstraße ist die Herstellung einer Abstellanlage angedacht.

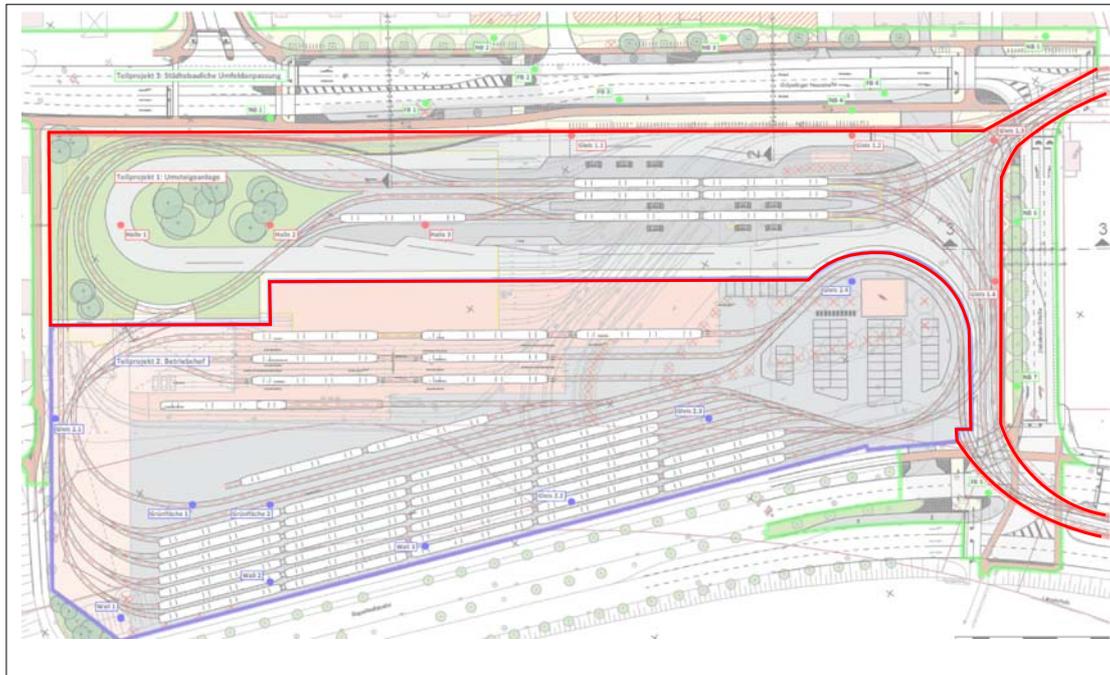


Bild 3: Konzept der Umgestaltung

Der im vorliegenden Bericht behandelte überplante Bereich umfasst die Fläche der geplanten Umsteiganlage (rot markierter Bereich).

Hier soll der Bestand rückgebaut werden und eine Umsteiganlage für Busse und Straßenbahnen entstehen.

Für die Gleisanlagen und die von Bussen befahrenen Flächen wird ein Aufbau angelehnt an die Richtlinien der RSTO 12 Bauweise mit Betondecke, Tafel 2 Zeile 1.1 zugrunde gelegt. Für die Schottertragschicht der Betontragplatte wird ein Tragfähigkeitsnachweis in Form eines Verformungsmoduls E_{v2} von 120 MN/m^2 gefordert.

5.1 Baugrundrisiko

Aufgrund der naturgemäß nur stichprobenartigen Betrachtung des Baugrundes kann nicht ausgeschlossen werden, dass in Teilbereichen der überplanten Fläche Schwankungen der Schichtmächtigkeiten vorhanden sind, die durch die Baugrunduntersuchung nicht erfasst wurden. Dieser Umstand und andere Abweichungen von den festgestellten Verhältnissen sowie anthropogene Einflüsse wie Fundamentreste, Keller, Bunker und andere Reste früherer Nutzungen werden unter dem Begriff des Baugrundrisikos zusammengefasst.

Im vorliegenden Fall wird das Baugrundrisiko in erster Linie durch die lockere Lagerung der oberflächennahen nichtbindigen Böden und die gelegentlich auftretenden Weichschichten geprägt. Das Baugrundrisiko ist als leicht überdurchschnittlich anzusehen.

5.2 Geotechnische Kategorie

Unter der geotechnischen Kategorie nach DIN 4020 ist die Einstufung zu verstehen, die bautechnische Maßnahmen hinsichtlich ihres Schwierigkeitsgrades bezüglich Bauwerk und Baugrund sowie den Wechselwirkungen und der Wechselwirkung der Maßnahmen mit der Umgebung bewertet.

- Geotechnische Kategorie 1: Einfache Bauwerke und einfache Baugrundverhältnisse
- Geotechnische Kategorie 2: Bauwerke oder Baugrundverhältnisse mittleren Schwierigkeitsgrades, die eine ingenieurmäßige Bearbeitung mit geotechnischen Kenntnissen und Erfahrungen verlangen
- Geotechnische Kategorie 3: Bauwerke oder Baugrundverhältnisse hohen Schwierigkeitsgrades, die vertiefte geotechnischen Kenntnisse und Erfahrungen verlangen

Die geplanten bautechnischen Maßnahmen können nach den Vorgaben der DIN 4020 "Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke" in die geotechnische Kategorie 2 (GK 2) eingestuft werden.

6. Herstellung der Verkehrsflächen

Im Folgenden sollen Empfehlungen für den Aufbau der Gleisanlagen und der mit Bussen befahrenen Flächen entsprechend der aktuell gültigen RStO 12 gegeben werden. Diese Flächen sollen mit Fahrbahnbeton angelehnt an die Richtlinien der RStO 12 Bauweise mit Betondecke, Tafel 2 Zeile 1.1. hergestellt werden. Die Flächen sollen den Anforderungen der Belastungsklasse Bk 10 genügen. Als grundlegendes Kriterium ist nach RStO 12 eine ausreichende Tragfähigkeit des Planums gefordert. Diese ist durch ein Verformungsmodul von mind. 45 MN/m² nachzuweisen. Der Aufbau ist frostsicher durchzuführen. Durch die vorgeschlagene Vorgehensweise soll eine Wiederverwendung bautechnisch geeigneter Böden und ein dem Bodenaufbau angepasstes Prüfprogramm bei der Herstellung des Planums eine ökonomisch günstige Ausführung der Erdarbeiten ermöglicht werden. Um die fachgerechte Umsetzung dieses Konzeptes zu gewährleisten, ist es nach unserer Erfahrung ratsam, bei der Planung und Überwachung der Arbeiten den Baugrundgutachter hinzuzuziehen.

6.1 Frostsicherheit

Nach den Ergebnissen der Untersuchungen wird das Planum (aufgefüllte schluffige und enggestufte Sande) in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 eingestuft. Die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (aus Frostschutzkriterien) wird für die Bauklasse Bk 10 über den Grundwert von 55 cm definiert, der zusätzlich von den örtlichen Gegebenheiten beeinflusst wird. In Tabelle 3 sind die örtlichen Gegebenheiten aufgeführt, die jedoch betreffend der Bauausführung zum Teil auf Annahmen beruhen, die von planerischer Seite zu prüfen sind.

Tabelle 3: Mehr- und Minderdicken des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12

Örtliche Verhältnisse		Mehr- oder Minderdicken
Frosteinwirkung	Zone I	± 0 cm
kleinräumige Klimaunterschiede	keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund	kein Grund- oder Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	± 0 cm
Lage der Gradiente	Gelände bis Damm ≤ 2,0 m	± 0 cm
Entwässerung /Ausführung der Randbereiche	über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5 cm

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus liegt damit bei 50 cm für die Bauklasse Bk 10. In Bereichen, in denen die Entwässerung über Rinnen und Abläufe geführt wird, kann die Mindestdicke um 5 cm reduziert werden.

6.2 Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit des Planums der angetroffenen Böden ist aufgrund der lockeren Lagerung der angetroffenen Sande als mäßig einzustufen. Zudem wird die Tragfähigkeit durch die gelegentlich eingelagerten Schlufflagen eingeschränkt.

In den Bereichen sandiger Böden kann das geforderte Verformungsmodul E_{v2} von mind. 45 MN/m² nach fachgerechter Verdichtung des Planums erreicht werden.

Die Fahrbahndecken der mit Bussen befahrenen Flächen sollen angelehnt an die Richtlinien der RStO 12 "Bauweise mit Betondecke", Tafel 2, Zeile 1.1. Bk 10 hergestellt werden.

Abweichend von der Bauweise der RStO soll die Fahrbahn in der Standardbauweise der BSAG (Tabelle 4) ausgeführt werden:

Tabelle 4: BSAG Standardbauweise auf F 2-Untergrund angelehnt an die Bauweise mit Betondecke", Tafel 2, Zeile 1.1. Bk 10 der RStO

Bauweise mit Pflasterdecke Bk 10	Mindestdicke [cm]	Mindestwert E_{v2} [MN/m ²] OK Schicht
Fahrbahnbeton	21	-
Vliesstoff		-
Betontragplatte (unbewehrt)	20	-
Schottertragschicht 0/32	25	120
Frostschuttschicht	15	-
Σ frostsicherer Oberbau :	81	
Planum	-	45

Um das Risiko von Setzungen durch die lockeren nichtbindigen Böden zu reduzieren, sind diese Böden bis in eine Tiefe von 1,0 m unterhalb der Planumsebene zu verdichten.

6.3 Hinweise zur Ausführung

Der vorhandene oberflächennahe Boden ist aufgrund der gelegentlich auftretenden schluffigen Böden nicht ohne Weiteres für einen Wiedereinbau als Frostschutzschicht gemäß den Regeln der RStO geeignet.

Die Böden mit großen schluffigen Anteilen und bindige Böden sind für die Verwendung im Bereich des Oberbaus nicht geeignet.

Die Sande mit Bauschuttanteilen sind nach den technischen Regeln nicht oder nur bedingt geeignet, da Kriterien wie Verwitterungsbeständigkeit und Frost- Tauwechselbeständigkeit bei Bauschutt in der Regel nicht erfüllt werden.

Die Sande ohne schluffige oder bodenfremde Bestandteile sind nach den Ergebnissen der Korngrößenanalysen teilweise für einen Wiedereinbau in die Frostschutzschicht geeignet. Diese Böden können nach Prüfung der Frostschutzkriterien und der Verdichtbarkeit als Frostschutzschicht eingesetzt werden.

Folgende Vorgehensweise wird für die Ausführung empfohlen:

- Rückbau der alten Oberflächenbefestigung
- Kontrollierter Aushub des Bodens bis OK Planum
- Intensive Verdichtung der anstehenden Böden bis in eine Tiefe von min. 1,0 m unterhalb der Planumsebene; Durch die Verdichtung sollte eine Lagerungsdichte D von min. 0,35 erreicht werden. Um auch tieferliegende Schwächezonen der Sande zu erfassen, wird empfohlen, die Verdichtung mittels Walzenzügen durchzuführen.
- Bautechnisch augenscheinlich für einen Wiedereinbau geeignete Böden (helle Sande) sollten separiert und geprüft werden.
- stark schluffige bzw. bindige Böden sind für den Wiedereinbau im Bereich der Frostschutzschicht als nicht geeignet anzusehen.
- bauschutthaltige Böden sind für einen Wiedereinbau nur bedingt geeignet; aus ökonomischen Gründen kann eine Wiederverwertung bei geringen Bauschuttanteilen nach genauer Prüfung dieses Materials erwogen werden.
- Prüfung des Planums auf Tragfähigkeit (statische Lastplattendruckversuche). Festlegung der Bereiche, in denen eine Baugrundverbesserung für das Erreichen der Mindestanforderungen an das Verformungsmodul E_{v2} von mind. 45 MN/m^2 in der Ebene des Planums notwendig wird. Nach Eichung auf den unterschiedlichen Untergründen mittels statischen Lastplattendruckversuchen

kann das Planum flächenhaft kostengünstig und schnell mittels dynamischer Plattendruckversuche geprüft werden.

- Festlegung des technisch und ökonomisch sinnvollen Aufbaus des Oberbaus durch die Herstellung von Probefeldern mit unterschiedlichen Aufbauten und Prüfung durch Lastplattendruckversuche
- Wiederaufbau mit begleitenden Qualitätskontrollen

6.4 Empfehlungen zur Ausführung der Gleisanlagen

Im Bereich der Gleisanlagen soll der BSAG-Standardaufbau wie in Tabelle 7 beschrieben ausgeführt werden.

Die Herstellung der Flächen ist für den Bereich des Gleisbaus in einer für die Herstellung der Verkehrsflächen (Abschnitt 5.2) analogen Vorgehensweise auszuführen.

7. Hinweise und Empfehlungen zur Bauausführung

7.1 Baugrube

Bei der Herstellung von Baugruben ist die DIN 4124 zu beachten. Bei Arbeiten an bestehenden Fundamenten ist die DIN 4123 zu beachten.

7.2 Erdarbeiten

Bei den Erdarbeiten ist darauf zu achten, dass die angetroffenen Untergrundverhältnisse mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung übereinstimmen, da Abweichungen naturgemäß nicht auszuschließen sind. Im Zweifelsfall sollte der Gutachter benachrichtigt werden.

Die Aushubsohlen der Baugruben sind durch den Gutachter zu prüfen.

Für die Umsetzung der vorgeschlagenen Baugrundverbesserung ist im Bereich der aufgefüllten Böden ein Bodenmanagement auszuführen, um die bautechnisch für einen Wiedereinbau geeigneten Böden (nichtbindiges Material ohne oder geringen humosen Anteilen) von den nicht geeigneten Böden (bindige Böden, stark humose Böden) zu trennen.

Der Erfolg der Baugrundverbesserung und vor allem der Verdichtung der eingebauten Austauschböden der anstehenden Sandböden ist in jedem Fall nach Abschluss der Arbeiten zu prüfen. Für Verdichtungsprüfung sollten leichte Rammsondierung als Fremdüberwachung ausgeführt werden.

7.3 Durchlässigkeit des Untergrundes

Nach ATV liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich in einem k_f - Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s.

Der Untergrund im Bereich des untersuchten Grundstückes weist eine Durchlässigkeit auf, die diesen Anforderungen entspricht.

Eine Versickerung des Regenwassers ist prinzipiell möglich.

Aufgrund des relativ großen Grundwasserflurabstandes rund 4,50 m ist die Realisierung von Rigolen und Schachtversickerungen möglich.

7.4 Festlegung der Expositionsklasse nach EN 206

Bei einer Flachgründung ist aufgrund der anstehenden Böden und dem ausreichend großen Grundwasserflurabstand nicht mit einem chemischen Angriff nach EN 206 zu rechnen.

Bei einer Tiefgründung binden die Gründungskörper in die grundwasserführende Schichten ein. Ein chemischer Angriff durch aggressives Grundwasser ist dann möglich. In diesem Fall ist das Grundwasser entsprechend zu untersuchen.

7.5 Wiederverwendbarkeit von Bodenaushub für bautechnische Zwecke

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist der weitaus größte Teil der nichtbindigen Auffüllung wiederverwendbar und kann verdichtet wieder eingebaut werden.

Bindige Böden sind abzufahren.

7.6 Befahrbarkeit

Nach Entfernen der Oberflächenbefestigung ist ein Befahren der Fläche nur noch eingeschränkt möglich. Die enggestuften, schluffarmen Sande sind für auf Ketten laufende Fahrzeuge gut befahrbar.

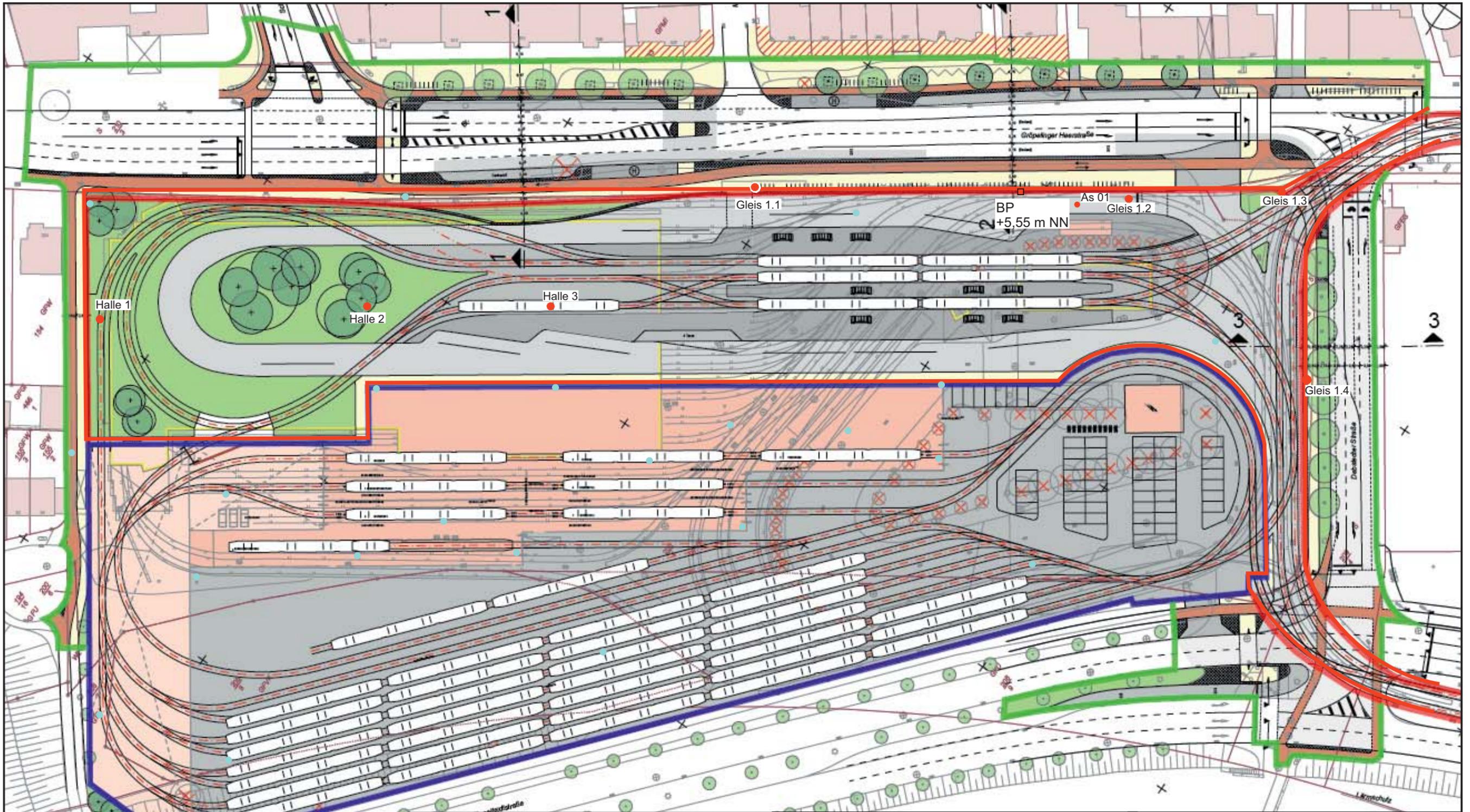
Beim Befahren durch Reifen neigen die Sande jedoch zum Ausweichen. Soll eine gute Befahrbarkeit durch bereifte Fahrzeuge erreicht werden, wird empfohlen eine Tragschicht aus gebrochenem Material einzubauen.

Ingenieurgeologisches Büro
underground

- Malkwitz -

Anlage 1:

Lageplan



Legende:	
BP ■ +5,55 m NN	Bezugspunkt der Höhenvermessung
Halle 03 ●	Kleinrammbohrung mit Bezeichnung
As 01 ●	Asphaltprobe mit Bezeichnung
●	Kleinrammbohrung 2016
—	Teilprojekt 1: Umsteiganlage

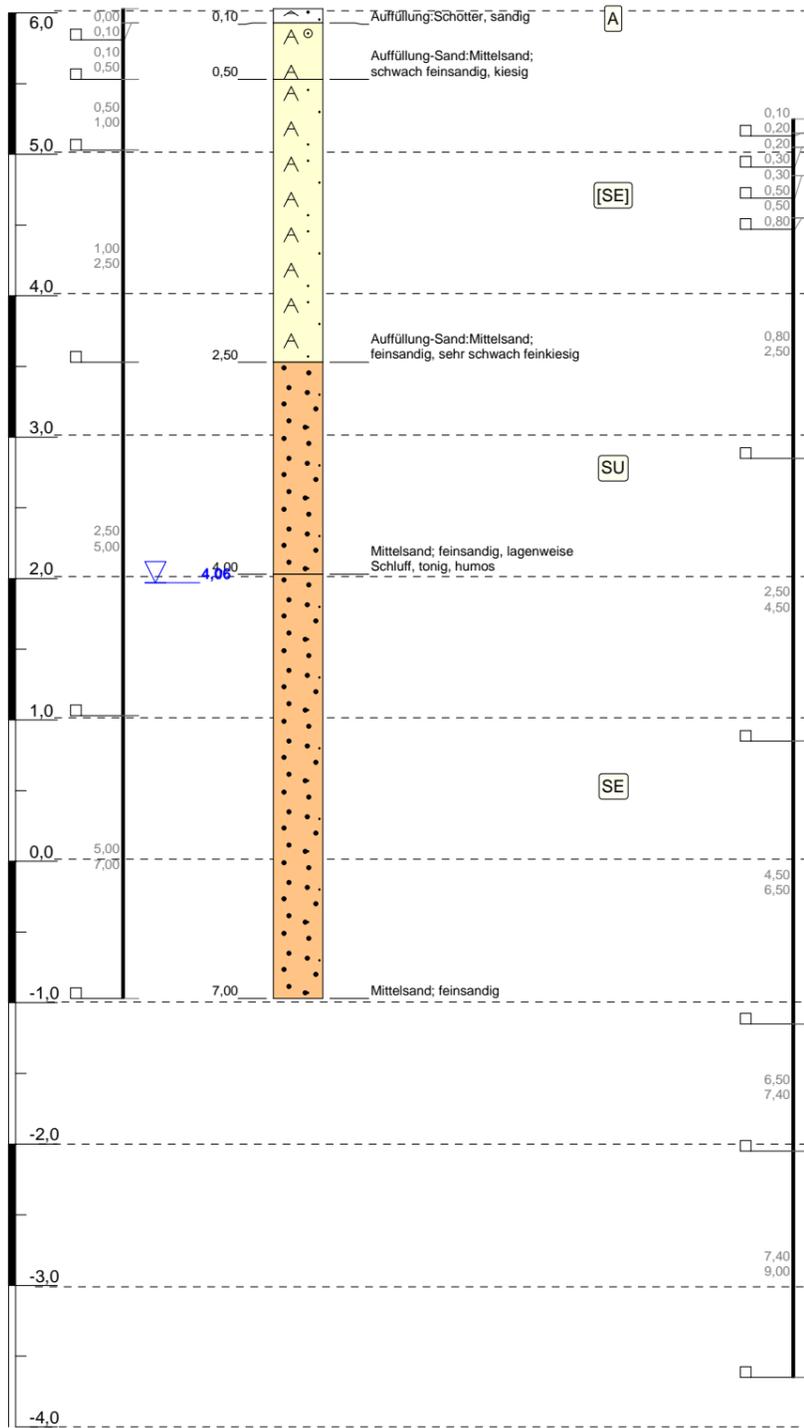
Gefertigt: 03/18	Maßstab: ohne
Auftraggeber: Bremer Straßenbahn AG Flughafendamm 12 28199 Bremen	
aufgestellt von:  Ingenieurgeologisches Büro underground GbR Tel.: 0421/533053 Fax: 0421/533054	

Anlage 1 Lageplan der Kleinrammbohrungen
Projekt: Neubau Betriebshof und Umsteiganlage Gröpelingen, Teilprojekt 1: Umsteiganlage
Proj. Nr.: 2957-1-3-18

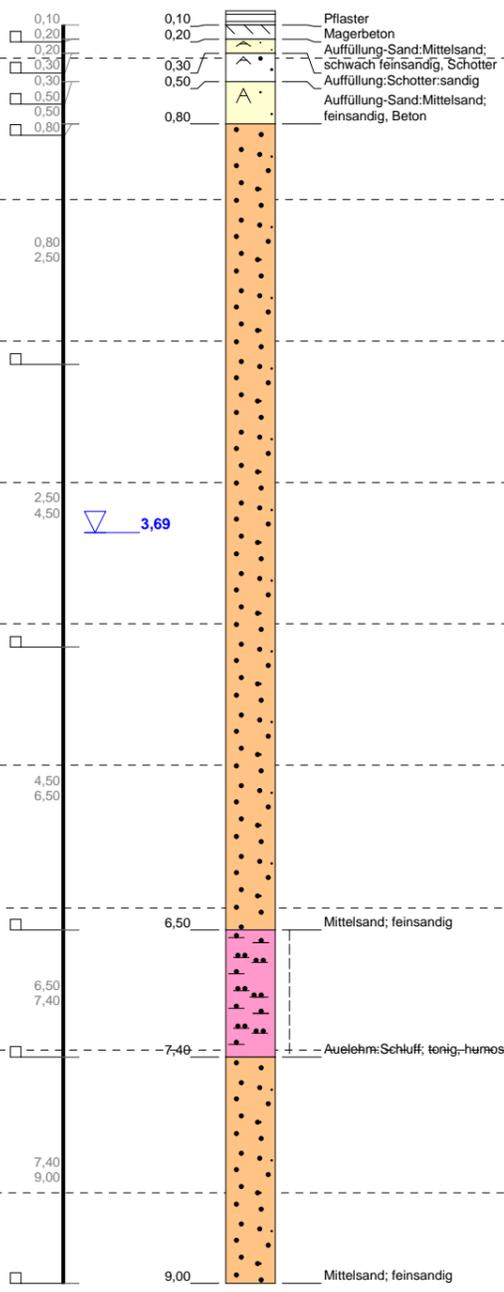
Anlage 2:

Bohrprofile

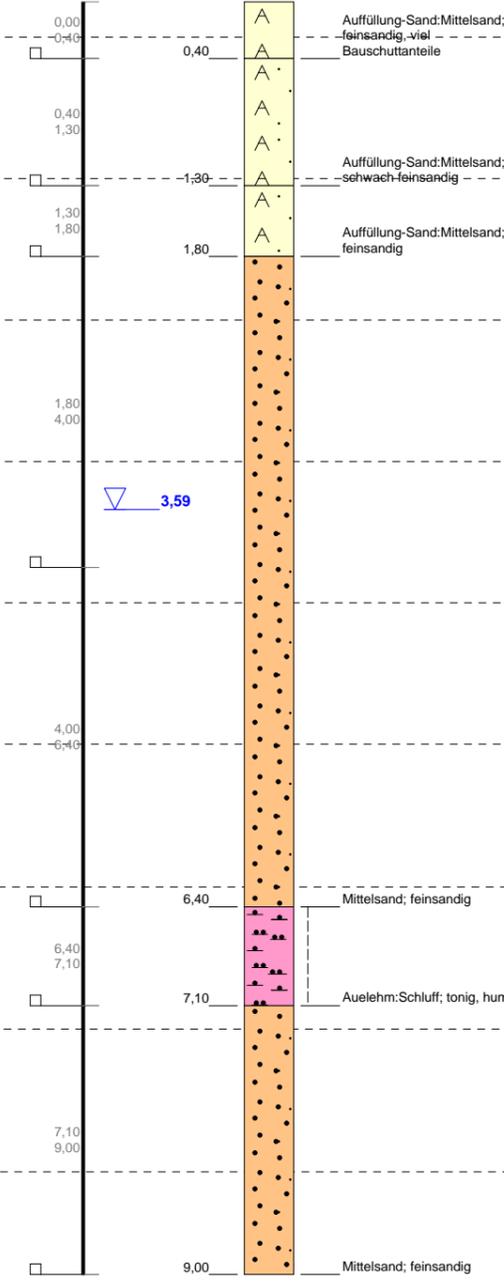
m NN
Gleis 1.1
 +6,03 m NN



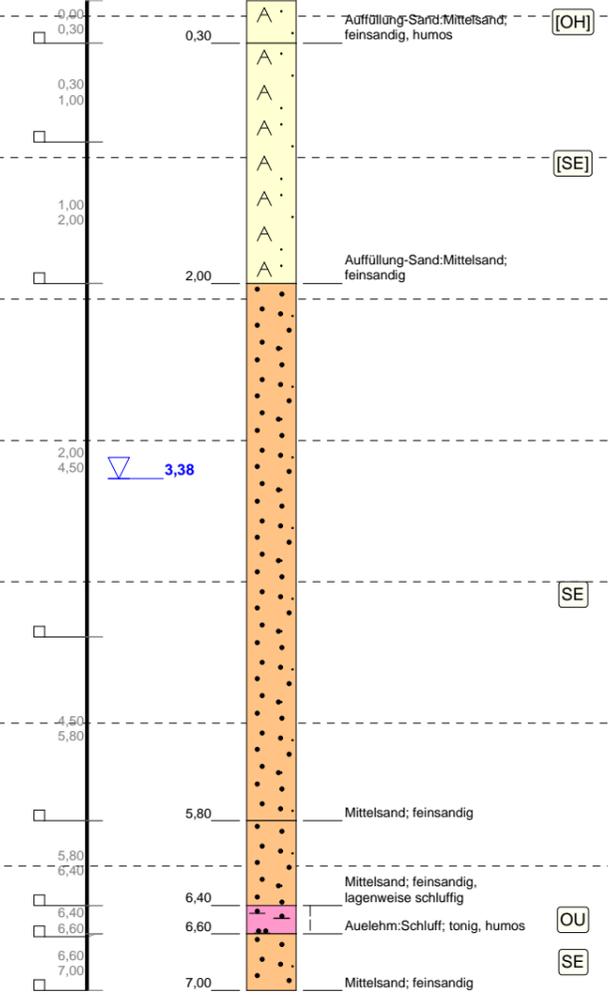
Gleis 1.2
 +5,34 m NN



Gleis 1.3
 +5,25 m NN



Gleis 1.4
 +5,11 m NN



SE Bodengruppe nach Geländeansprache
 Konsistenz nach Bodenansprache
 Lagerung nach Bohrwiderstand

☞ breiig
 ☞ weich
 | steif
 | halbfest
 || fest

• sehr locker, locker
 ∞ mitteldicht, dicht

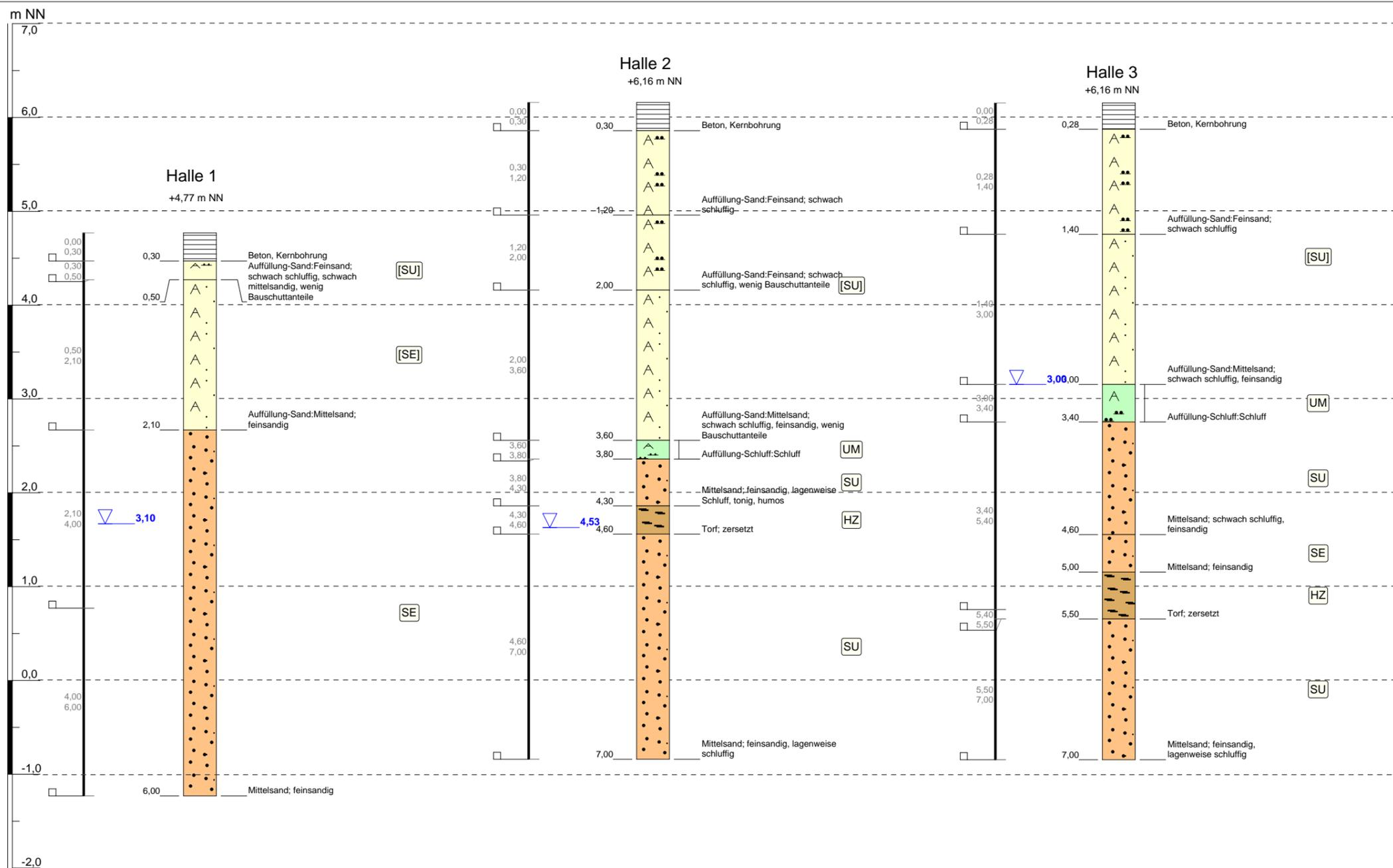
▽ 1,26 Wasserstand im Bohrloch

Maßstab 1:50

Anlage 1: Bohrprofile mit Lageplan

Projekt: BV BSAG Betriebshof Gröpelingen
 Teilprojekt 1: Umsteiganlage

Proj. Nr.: 2957-3-18



SE Bodengruppe nach Geländeansprache

Konsistenz nach Bodenansprache	Lagerung nach Bohrwiderstand
☞ breiig	• sehr locker, locker
☞ weich	∞ mitteldicht, dicht
steif	
halbfest	
fest	

▽ 1,26 Wasserstand im Bohrloch

Maßstab 1:50

Anlage 1: Bohrprofile mit Lageplan

Projekt: BV BSAG Betriebshof Gröpelingen
Teilprojekt 1: Umsteiganlage

Proj. Nr.: 2957-3-18