






## Erläuterungsbericht Geologie und Geotechnik

Vorhabenbezeichnung: **Lückenschluss Erding – Flughafen München  
und Walpertskirchener Spange,  
Planfeststellungsabschnitt 4.2**

Streckennummer/Strecke: **5601 / Markt Schwaben - Flughafen München  
(von Bahn-km 12,5+35 bis 18,3+00)**  
**5606 / Abzw Obergeislbach – Erding  
(von Bahn-km 7,0+30 bis 8,9+55)**

### NUR ZUR INFORMATION

Eingereicht im Namen und Auftrag von		
<b>Vorhabenträger</b>  <b>DB NETZE</b> DB Netz AG Richelstraße 3 80634 München	<b>Vorhabenträger</b>  <b>DB NETZE</b> DB Station&Service AG Bahnhofsmanagement München Bayerstraße 10a, 80335 München	<b>Vorhabenträger</b>  <b>DB NETZE</b> DB Energie GmbH Richelstraße 3 80634 München
<b>Vorhabenträger</b>  <b>DB NETZE</b> DB Netz AG, Großprojekte Süd Richelstraße 3 80634 München	<b>Verantwortliche Planungsgemeinschaft</b> Ingenieurgesellschaft Östliche Schienenanbindung Flughafen München  <b>OBERMEYER</b> PLANEN + BERATEN GmbH OBERMEYER Planen + Beraten GmbH, Postfach 201542, 80015 München  München, den 20.03.2020, gez. ppa. Lochbihler	
Datum: 20.03.2020.      Unterschrift: ...gez. i.V. Pfeifer.....	<b>Ersteller</b> Baugeologisches Büro Bauer GmbH Domagkstraße 1a, 80807 München  München, den 20.03.2020, gez. i.A. Rauh	



## Inhaltsverzeichnis

## Seite

<b>1</b>	<b>ANLASS UND ÜBERBLICK ÜBER DAS VORHABEN.....</b>	<b>1</b>
1.1	Anlass und Überblick .....	1
1.2	Aufgabenstellung .....	1
<b>2</b>	<b>GEOLOGISCHER / HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK.....</b>	<b>3</b>
2.1	Allgemeine geologische Verhältnisse .....	3
2.2	Allgemeine hydrogeologische Verhältnisse .....	4
2.3	Altablagerungen, Altlastenverdachtsflächen, weitergehende chemische Untersuchungen .....	6
2.4	Rohstoffe .....	6
2.5	Erdbebenzone .....	6
<b>3</b>	<b>UNTERSUCHUNGSUMFANG .....</b>	<b>7</b>
3.1	Projektspezifische Untersuchungen .....	7
3.1.1	Bohrungen .....	7
3.1.2	Sondierungen .....	8
3.1.3	Schürfe .....	8
3.1.4	Feldversuche - Hydraulische Bohrlochversuche .....	8
3.1.5	Bodenmechanische Laboruntersuchungen .....	9
3.1.6	Chemische Laboruntersuchungen .....	9
3.2	Verwendete Untersuchungen aus Fremdprojekten .....	9
<b>4</b>	<b>BEURTEILUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISS.....</b>	<b>10</b>
4.1	Eigenschaften der anstehenden Böden / Bodenschichten .....	10
4.1.1	Oberboden / Mutterboden.....	10
4.1.2	Auffüllung.....	11
4.1.3	Deckschichten .....	11
4.1.4	Verwitterungsschichten.....	12
4.1.5	Quartäre Kiese.....	12
4.1.6	Moräne.....	13
4.1.7	Bindige Tertiärschichten .....	14
4.1.8	Nichtbindige Tertiärschichten .....	15
4.2	Geotechnische Streckenabschnitte .....	16
4.3	Ingenieurbauwerke .....	19

<b>5</b>	<b>HYDROLOGIE, HYDROGEOLOGIE UND WASSERWIRTSCHAFT .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUMAßNAHME .....</b>	<b>21</b>
6.1	Geotechnische Streckenabschnitte 1-4 gem. Kap. 4.2 .....	21
6.1.1	Dammaufstandsfläche .....	21
6.1.2	Entwässerung .....	21
6.1.3	Gründung des Fahrwegs .....	22
6.1.4	Baugruben .....	22
6.1.5	Wasserhaltung .....	23
6.1.6	Beeinflussung bestehender Bauwerke .....	23
6.2	Geotechnische Streckenabschnitte 5-8 gem. Kap. 4.2 .....	23
6.2.1	Gründung Dammaufstandsfläche .....	23
6.2.2	Entwässerung .....	24
6.2.3	Gründung des Fahrwegs .....	24
6.2.4	Baugruben .....	24
6.2.5	Wasserhaltung .....	25
6.2.6	Beeinflussung bestehender Bauwerke .....	25
6.3	Ingenieurbauwerke .....	25
6.3.1	EÜ Sempt / S-Bahn .....	25
6.3.2	Stützwände (Tunnel Erding) .....	26
6.3.3	Trog Erding .....	27
6.3.4	Tunnel Erding (offene Bauweise) .....	27
6.3.5	Neues Stationsbauwerk Erding / S-Bahn und überregionaler Verkehr .....	28
6.3.6	Tunnel Sempt / S-Bahn und überregionaler Verkehr .....	29
6.3.7	Trog Sempt / S-Bahn und überregionaler Verkehr .....	30
6.3.8	EÜ Geh- und Radweg Langengeisling / S-Bahn und überregionaler Verkehr .....	31
6.3.9	EÜ Fehlbach / S-Bahn und überregionaler Verkehr .....	32
6.3.10	Trog Wasserturm / überregionaler Verkehr .....	33
6.3.11	Tunnel Wasserturm, offene Bauweise / überregionaler Verkehr .....	34
6.3.12	Tunnel Wasserturm, bergmännische Bauweise / überregionaler Verkehr .....	34
6.4	Baugruben .....	37
6.5	Baustraßen .....	37
6.6	Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial .....	38
<b>7</b>	<b>AUSWIRKUNG DER BAUWERKE AUF DAS GRUNDWASSER .....</b>	<b>39</b>



## Tabellenverzeichnis

## Seite

Tab. 1	Überblick der Ingenieurbauwerke im PFA 4.2. ....	19
Tab. 2	Bauwerk EÜ Sempt - Bauwerksdaten und Geologie .....	25
Tab. 3	Bauwerk Stützwände (Tunnel Erding) - Bauwerksdaten und Geologie .....	26
Tab. 4	Bauwerk Trog Erding - Bauwerksdaten und Geologie.....	27
Tab. 5	Bauwerk Tunnel Erding - Bauwerksdaten und Geologie .....	28
Tab. 6	Neues Stationsbauwerk Erding - Bauwerksdaten und Geologie .....	29
Tab. 7	Bauwerk Tunnel Sempt - Bauwerksdaten und Geologie .....	30
Tab. 8	Bauwerk Trog Sempt - Bauwerksdaten und Geologie.....	31
Tab. 9	Bauwerk EÜ Geh- und Radweg Langengeisling - Bauwerksdaten und Geologie .....	32
Tab. 10	Bauwerk EÜ Fehlbach - Bauwerksdaten und Geologie.....	32
Tab. 11	Bauwerk Trog Wasserturm - Bauwerksdaten und Geologie.....	33
Tab. 12	Bauwerk Tunnel Wasserturm offene Bauweise (Süd) - Bauwerksdaten und Geologie .....	34
Tab. 13	Bauwerk Tunnel Wasserturm bergmännische Bauweise - Bauwerksdaten und Geologie.....	35

## Anlagenverzeichnis zugehöriger Anlagen

<b>Anl. Nr.</b>	<b>Bezeichnung</b>
-----------------	--------------------

22.1.2	Lageplan Geologie und Geotechnik, Strecke 5601, Bahn-km 12,5+35 – 18,3+00, Strecke 5606, Bahn-km 7,0+30 – 8,9+55 / M 1:5.000
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

22.1.3	Höhenplan Geologie und Geotechnik, Strecke 5601, Bahn-km 12,5+35 - 18,3+00 / M 1:5.000/500
--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

22.1.4	Höhenplan Geologie und Geotechnik, Strecke 5606, Bahn-km 7,0+30 - 8,9+55 / M 1:5.000/500
--------	---------------------------------------------------------------------------------------------

## Abkürzungsverzeichnis

### Sonderzeichen

%	Prozent
<	kleiner
>	größer

### A

Abzw	Abzweigstelle
AG	Aktiengesellschaft
Anl.	Anlage

### B

BAM	Bayerische Asphalt-Mischwerke GmbH & Co. KG
BBodSchV	Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung
Bf	Bahnhof
Bft	Bahnhofsteil
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz)
BoVEK	Bodenverwertungs- und Entsorgungskonzept

### D

DB AG	Deutsche Bahn AG
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nenndurchmesser

### E

ED	Einkaufsdatenbank / Straße des Landkreis Erding (Kreisstraße)
EN	Europäische Norm
ER	Erdinger Ringschluss
EÜ	Eisenbahnüberführung

### G

GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasser
GWM	Grundwassermessstelle

## **H**

HW10	statistisch ermittelter Wert eines 10-jährigen Hochwassers
HW100	statistisch ermittelter Wert eines 100-jährigen Hochwassers
HW100+0,3	Bemessungswasserstand

## **K**

Kap.	Kapitel
KG	Korngemisch
km	Kilometer

## **L**

l/s	Liter pro Sekunde
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall

## **M**

m	Meter
M	Maßstab

## **N**

Nr.	Nummer
-----	--------

## **P**

PFA	Planfeststellungsabschnitt
-----	----------------------------

## **R**

Ril	Richtlinie
-----	------------

## **T**

Tab.	Tabelle
TM	Technische Mitteilung

## **V**

v. a.	vor allem
-------	-----------

## **Z**

Z	Zuordnungsklasse
ZTV	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen
ZTVE-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

## **1 ANLASS UND ÜBERBLICK ÜBER DAS VORHABEN**

### **1.1 Anlass und Überblick**

Seit der Inbetriebnahme des Flughafens München 1992 sind zum einen erhebliche Steigerungen im Passagieraufkommen zu verzeichnen, zum anderen ist für den Flughafenbereich und die angrenzenden Kommunen eine stetige Zunahme von Arbeitsplätzen kennzeichnend. Aus dieser auch für die Zukunft prognostizierten Entwicklung ergibt sich die Notwendigkeit, den bisher hohen Anteil des öffentlichen Verkehrs durch eine verbesserte Schienenanbindung des Flughafens zu halten und weiter auszubauen.

Das Vorhaben Lückenschluss Erding – Flughafen München umfasst den Neubau einer zweigleisig elektrifizierten Bahnstrecke zwischen dem Bf Erding und dem Flughafen München, eines Abzweiges für die überregionale Anbindung in Richtung Mühldorf, eines neuen Haltepunktes für den überregionalen Verkehr in Erding, die Verlegung des bestehenden Bahnhofs Erding um ca. 700 m nach Norden, eines neuen Bahnhofs in Schwaigerloh sowie einer Abstell- und Wendeanlage nördlich des Gewerbegebietes Schwaigerloh.

Der hiermit zur Planfeststellung beantragte Planfeststellungsabschnitt 4.2 umfasst den Aus- bzw. Neubau der Strecke Markt Schwaben – Bf München Flughafen Terminal vom bestehenden Bf Altenerding bei Bahn-km 12,5+35 bis zur nordwestlichen Stadtgrenze Erding bei Bahn-km 18,3+00 sowie den eingleisigen Neubau der Walpertskirchener Spange von Bahn-km 7,0+30 bis zur Einfädelung Erding Nord bei Bahn-km 8,9+55.

Die betrachteten Streckenabschnitte der S-Bahnstrecke Markt Schwaben – Flughafen München und der Walpertskirchener Spange liegen in der Gebietskörperschaft der Großen Kreisstadt Erding.

Eine detaillierte Beschreibung der Trassenlage sowie der geplanten Maßnahmen sind Anl. 1 der Planfeststellungsunterlagen zu entnehmen.

### **1.2 Aufgabenstellung**

Die Bearbeitungsschwerpunkte dieses Berichtes ergeben sich aus den Erfordernissen der Genehmigungsplanung. Neben der Erfassung und Darstellung des Untergrundaufbaus, der Grundwasserverhältnisse sowie der Gewässer werden die sich hierdurch ergebenden bautechnischen Konsequenzen dargestellt und beurteilt.

Zu diesem Zweck wurden u.a. ein Aufschlussprogramm konzipiert und dessen Ausführung überwacht, Feld- und Laboruntersuchungen durchgeführt und ausgewertet, sowie geotechnische Berechnungen und Modellierungen durchgeführt.

Ziel ist es, eine nachhaltige und wirtschaftliche Planung von Strecke und Ingenieurbauwerken zu ermöglichen.

## **2 GEOLOGISCHER / HYDROGEOLOGISCHER ÜBERBLICK**

### **2.1 Allgemeine geologische Verhältnisse**

Das gesamte Projektgebiet wird von Lockergesteinen aufgebaut, die in der jüngeren Erdgeschichte (seit ca. 10 Millionen Jahren) abgelagert bzw. gebildet wurden.

Bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen wechselten dabei Zeiten der Ablagerung mit Zeiten der Erosion. So fand zunächst im Jungtertiär unter warmem, fast tropischem Klima die Ablagerung von Kiesen, Sanden, Schluffen und Tonen statt. Das Landschaftsbild damals kann man sich als ausgedehntes Seen- und Flussgebiet vorstellen, dessen Hauptflussrichtung Ost-West war. Flüsse pendelten hin und her, Altwasserarme verlandeten und trockneten ein. Die damals entstandenen Ablagerungen werden geologisch als Obere Süßwassermolasse (OSM) bezeichnet.

Bei den tertiären Bodenschichten handelt es sich überwiegend um eine Wechselfolge von Kiesen, Sanden, Schluffen, Tonen und Mergeln mit unterschiedlicher horizontaler und vertikaler Ausdehnung. Erkundet wurden auch Kalkkonkretionen (überwiegend Kieskorngroße), die vor allem in den Böden mit Feinsand- und Schluffkorngroße auftreten. Im Planfeststellungsabschnitt 4.2 sind häufig Kiese und Sande des Tertiärs erbohrt worden. An der Basis des Quartärs kann aufgearbeitetes und umgelagertes, tertiäres Material angetroffen werden.

Die tertiären Sedimente sind wegen der Auflast ihrer ursprünglichen, heute aberodierten Überlagerung überkonsolidiert. Über die tatsächliche Höhe der ursprünglichen Überlagerung gibt es unterschiedliche Angaben. Es ist aber davon auszugehen, dass sie im Projektgebiet mindestens 100 m - eher mehr - betrug. Daher sind die tertiären Sande und Kiese dicht gelagert. Die bindigen Tertiärböden (Schluffe, Tone, Mergel) sind überwiegend von halbfester, selten fester Konsistenz.

Vor etwa 5 Millionen Jahren endete die Ablagerung und die Abtragung und Erosion dieser Sedimente der Oberen Süßwassermolasse begann. Dabei wurde eine Landoberfläche mit stark welligem Relief geschaffen, das auch Steilhänge von mehreren Metern Höhe aufweisen kann.

Das Klima wurde kontinuierlich kühler und steuerte auf die Kaltzeiten/Eiszeiten des Quartär zu, die vor ca. 2,5 Millionen Jahren begannen und, unterbrochen von verschiedenen Warmzeiten, mit Hilfe von Gletschern und Schmelzwasserströmen, sehr viel Geschiebe und Geröll aus den Alpen ins Vorland transportierten. Die größte Ausdehnung der Gletscher wurde dabei in der vorletzten Eiszeit erreicht, die im süddeutschen Raum Risseiszeit genannt wird. Eine nicht ganz so große Ausbreitung erreichten die Gletscher der letzten, der Würmeiszeit, die ih-

ren Höchststand vor ca. 20.000 Jahren hatte. Im Bereich von Erding findet sich der sog. Erdinger Endmoränenwall, ein Relikt aus der Risseiszeit.

Zum Ende jeder Eiszeit schmolzen die Gletscher im Vorland und weitestgehend auch in den Alpentälern ab und setzten nach und nach ungeheure Schmelzwassermengen frei, die über breite Zopf-Strom-Systeme (braided-river-systems) Gesteine und Geröll als breite Schotterkörper (Sander) im Gletschervorland ablagerten. Dabei wurde selbstverständlich auch die damalige Geländeoberfläche, bestehend aus Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse und älterer quartärer Schotterterrassen, teilweise tief greifend erodiert.

Bei den Schottern der Münchener Sanderfläche handelt es sich überwiegend um sandige Kiese, in die auch feinkörnigere (Sande, Schluffe, Tone) oder rollige Schichten (Rollkieslagen) als Linsen oder Lagen eingeschaltet sein können. Die horizontale Ausdehnung dieser Einlagerungen ist stark wechselhaft, die vertikale Ausdehnung (Schichtmächtigkeit) ist in der Regel auf einige Dezimeter beschränkt und erreicht selten 1 - 3 Meter.

Abgesehen von anthropogenen Eingriffen und Veränderungen, ist die jüngere Flussgeschichte der Isar und der Sempt der jüngste landschaftsprägende Prozess. Dabei kommt es einerseits zur Eintiefung der Flussläufe bis in die quartären und tertiären Ablagerungen und damit verbunden zur Ausbildung verschiedener Terrassenkanten, zum anderen zu ausgedehnten Hochflut- und Aueablagerungen durch immer wiederkehrende Überschwemmungen. Oberflächennahes Grundwasser oder flächenhafte Grundwasseraustritte an der Geländeoberfläche führten zu Bildung von sog. Wiesenalk, Alm, Torfen oder anmoorigen Böden.

Die Konsistenz der natürlichen, bindigen Deckschichten ist als weich bis steif zu bezeichnen. Torfe und organogene Böden sind in ihrer Konsistenz als weich bis breiig einzustufen. Sandige oder kiesige Deckschichten sind in der Regel sehr locker bis locker gelagert.

In den besiedelten Gebieten konnten als oberste Schicht häufig Auffüllungen erkundet werden, die oft aus Kiesen aber auch aus anderen Bodenmaterialien zusammengesetzt sind.

## **2.2 Allgemeine hydrogeologische Verhältnisse**

Die Münchener Schotterebene besitzt, in einem Nord-Süd-Schnitt betrachtet, Keilform und dünnt nach Norden hin aus, bis der Keil gegen das aufragende Tertiäre Hügelland im Norden stößt. Die den quartären Schotterkörper unterlagernden, tertiären Tone, Schluffe, Sande und Kiese weisen deutlich andere Durchlässigkeitseigenschaften als die quartären Schotter auf. Die Tone und Schluffe sind schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig und wirken somit grundwasserstauend; die tertiären Sande und Kiese sind stark durchlässig bis schwach

durchlässig und besitzen, aufgrund ihrer ausgeprägten Schichtung, eine geringere Durchlässigkeit in der Vertikalen als in der Horizontalen. Die quartären Schotter dagegen sind in der Regel sehr stark bis stark durchlässig. Daher beherbergt die Münchner Schotterebene einen weitgehend homogenen, quartären Grundwasserkörper. Dieser weist ein etwas geringeres Gefälle seiner Oberfläche auf als das der Schotterebene. So kommt es noch durch schwankende Grundwasserspiegel immer wieder zu freien Grundwasseraustritten im Bereich des Nordrandes der Schotterebene. An diesen Stellen konnten sich Moorböden bilden und es kommt zur Abscheidung von Seekreide und Wiesenkalk.

Im quartären Grundwasserkörper ist die Wasserdurchlässigkeit aufgrund des sedimentären Gefüges in horizontaler Richtung größer als in vertikaler. Dies ist bei möglichen Grundwasserabsenkungsmaßnahmen und der Versickerung von Niederschlagswasser von Bedeutung. Die Schotter sind je nach Feinkornanteil überwiegend als sehr stark bis stark durchlässig einzustufen.

Natürliche Vorfluter für das Grundwasserstockwerk in den quartären Ablagerungen sind die Isar bzw. die Sempt und die Dorfen. Die Hauptfließrichtung des quartären Grundwassers ist Richtung Nordnordost bis Nordost.

Die quartäre Grundwasseroberfläche liegt bei Normalwasserstand circa zwei bis vier Meter unter der Geländeoberfläche.

Entsprechend der petrographischen Zusammensetzung des Speichergesteins sind die Wässer sehr hart und nicht betonaggressiv.

Wie bereits oben beschrieben, ist im Projektgebiet mit zwei unterschiedlichen Grundwasserstockwerken zu rechnen. Das obere Stockwerk in den quartären Ablagerungen wird vom unteren, meist gespannten Wasser führenden Stockwerk durch schwach bis sehr schwach durchlässige Ton- und Schluff- bzw. Mergelschichten des Tertiärs getrennt. Diese bindigen Trennschichten wurden nur punktuell erkundet. Nicht selten vorkommende natürliche, hydraulische Kurzschlüsse zwischen beiden Grundwasserstockwerken sind somit nicht auszuschließen. Das tertiäre Grundwasser steht in der Regel unter Druck. Daher strömt bei diesen hydraulischen Kurzschlüssen meistens tertiäres Grundwasser nach oben in das quartäre Grundwasserstockwerk.

Die Grundwasserverhältnisse in den tertiären Ablagerungen sind keineswegs so homogen, wie die in den quartären Sedimenten. Teilweise sind es „abgeschlossene“ (d.h. von schwach bis sehr schwach durchlässigen Schichten umgebene) Wasservorkommen, die auf einzelne Sandlinsen beschränkt sind. Andererseits finden sich auch weit aushaltende Sand- oder Kieskörper mit größerer Mächtigkeit, die in sich homogene Grundwasserverhältnisse beherbergen.

Der Druckspiegel liegt meist auf dem Niveau der Grundwasseroberfläche des oberen (quartären) Grundwasserstockwerks.

Tertiäre Sande sind meist stark bis schwach durchlässig; tertiäre Kiese stark durchlässig bis durchlässig. Die Schluffe, Tone und Mergel sind schwach bis sehr schwach durchlässig und stellen einen Grundwasser stauenden Horizont dar.

Generell ist von einer Fließrichtung der tertiären Grundwässer nach Norden bis Nordosten auszugehen.

Trotz der längeren Verweilzeit der tertiären Grundwässer im Speichergestein, ist ihr Mineralisationsgrad deutlich niedriger als der der quartären Grundwässer. Das liegt in erster Linie daran, dass das Hauptgemengteil der tertiären Sedimente Quarz ist, der unter den vorliegenden chemischen Bedingungen nahezu unlöslich ist.

Die quartären Deckschichten sind je nach Kornverteilung als durchlässig bis schwach durchlässig zu bezeichnen.

### **2.3      Altablagerungen, Altlastenverdachtsflächen, weitergehende chemische Untersuchungen**

Zu den Punkten Altablagerungen, Altlastenverdachtsflächen und weitergehende chemische Untersuchungen wurde ein gesonderter Erläuterungsbericht „BoVEK“ als Anl. 22.2 erstellt.

Die geplante Trasse überquert keine ausgewiesene Altlastenverdachtsfläche. Insgesamt gesprochen handelt es sich nach den durchgeführten Untersuchungen bei dem gewählten Streckenabschnitt um offensichtlich unbelastete Flächen ohne Altlastenverdacht.

### **2.4      Rohstoffe**

Als Lagerstätten sind im Bereich des PFA 4.2 nur diejenigen der Massenrohstoffe Kies und Sand zu nennen. Westlich des Bauwerks EÜ Fehlbach verläuft die Trasse nördlich eines Kiesabbaugebietes sowie des Naherholungsgebiets Kronthaler Weiher. Auf der Trasse sind keine Vorrangflächen ausgewiesen.

### **2.5      Erdbebenzone**

Entsprechend der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb von Erdbebenzonen (Gebiet mit sehr geringer seismischer Gefährdung, in dem gemäß den zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6,0 nicht erreicht wird) und der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

### **3            UNTERSUCHUNGSUMFANG**

#### **3.1        Projektspezifische Untersuchungen**

##### **3.1.1     Bohrungen**

###### **Rammkernbohrungen**

Es wurden für das Projekt insgesamt 84 Aufschlussbohrungen nach DIN 4021 im Bereich der Trasse im Rammkern- bzw. Rotationskernbohrverfahren mit Bohrdurchmessern von 178 mm bzw. 146 mm und Tiefen von 6 m bis 45 m unter Ansatzpunkt abgeteuft. 26 Bohrungen wurden als Grundwassermessstellen (GWM) ausgebaut.

Aus dem Plan in Anl. 22.1.2 ist die Lage dieser Bohrungen zur aktuell geplanten Bahntrasse ersichtlich.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen sind - schematisiert vereinfacht dargestellt - in den Schnitten der Anl. 22.1.3 und 22.1.4 höhenbezogen eingezeichnet. Die in den Grundwassermessstellen gemessenen Grundwasserstände sind ebenfalls in den Schnitten eingetragen.

Während der Bohrarbeiten und der nachfolgenden Bodenansprache (Bohrkernaufnahme) wurden Bodenproben in der erforderlichen Güteklasse gemäß der geltenden Normung zur Untersuchung im bodenmechanischen Labor entnommen.

Es erfolgte eine Beprobung der Bohrkern zur vorläufigen abfalltechnischen Einstufung der Böden gemäß den Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Nr. 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen - Technische Regeln. Hierbei wurden die Merkblätter LAGA PN 78/2 und PN 98 sowie die Regelungen in der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) berücksichtigt (siehe hierzu auch Anl. 22.2, BoVEK).

Die Bohrlöcher wurden im Bereich tertiärer Bodenschichten mit Dämmersuspension und im Bereich der quartären Kiese mit dem erbohrten Bodenmaterial sowie abdichtendem Quellton verfüllt.

###### **Kleinrammbohrungen**

Im Zeitraum vom Januar 2007 bis Februar 2008 sind zusätzlich zu den Rammkernbohrungen an ausgewählten Stellen im Bereich der Trasse insgesamt 21 Kleinrammbohrungen mit Tiefen von 4 m bis 6 m abgeteuft worden. Die Kleinrammbohrungen haben einen Schappendurchmesser von 60 mm bis 80 mm. Zum überwiegenden Teil wurden die Kleinrammbohrungen im Bereich der bestehenden Gleisanlagen zur Erkundung des Gleisunterbaus ausgeführt. Teilweise

wurden die Kleinrammbohrungen als Ersatz für die an dieser Stelle nicht ausführbaren Rammkernbohrung durchgeführt.

Aus dem Plan in Anl. 21.1.2 ist die Lage der Kleinrammbohrungen zur geplanten Trasse ersichtlich. Während der Bohrarbeiten erfolgte eine Bodenansprache und Beprobung.

### **3.1.2 Sondierungen**

Für die ergänzende Erkundung der Lagerungsdichten der anstehenden Böden wurden insgesamt 57 schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN 4094-3 im Bereich der Trasse durchgeführt.

Aus dem Plan in Anl. 22.1.2 ist die Lage der Sondierungen zur aktuell geplanten Trasse ersichtlich. Die Rammsondierungen erreichten Tiefen von ca. 2,7 m bis 14,9 m.

Die Ergebnisse aus den Rammsondierungen sind in die Beurteilungen der einzelnen Schichten in Kap. 4 eingeflossen.

### **3.1.3 Schürfe**

Zur Erkundung der Mächtigkeiten von Decklagen und Auffüllungen wurden im Streckenbereich insgesamt 7 Schürfe mit einem Hydraulikbagger abgeteuft. Die Schurftiefen erreichten 1,2 m bis 2,4 m unter GOK.

Aus dem Plan in Anl. 22.1.2 ist die Lage der Schürfe zur geplanten Trasse ersichtlich.

Während der Schurfarbeiten und der Bodenansprache vor Ort wurden Bodenproben der jeweils erforderlichen Güteklasse nach DIN 4021 zur Untersuchung im bodenmechanischen Labor entnommen.

Es erfolgte eine Beprobung des Aushubs zur vorläufigen abfalltechnischen Einstufung der Böden gemäß den Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Nr. 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen - Technische Regeln. Hierbei wurden LAGA PN 78/2 und PN 98 sowie die Regelungen in der BBodSchV berücksichtigt (siehe hierzu auch Anl. 22.2, BoVEK).

### **3.1.4 Feldversuche - Hydraulische Bohrlochversuche**

Zur Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit wurden an 26 Grundwassermessstellen zum Teil mehrstufige Pumpversuche durchgeführt. Die Ergebnisse der Pumpversuche sind in die Beurteilung der einzelnen Schichten eingegangen und werden in der Anl. 22.3 dargestellt und bewertet.

### **3.1.5 Bodenmechanische Laboruntersuchungen**

Von den aus den Bohrungen entnommenen Bodenproben wurden zur Aufbewahrung im Labor insgesamt 1070 Proben ausgewählt. Die Aufbewahrung der entnommenen Proben erfolgte, abhängig von den Anforderungen der Laborversuche, als Sonderproben, Kernproben, Becherproben, Glasproben oder Eimerproben. Von der Gesamtheit der Proben wurden 574 Proben für weitergehende bodenmechanische Untersuchungen ausgewählt und ein umfangreiches bodenmechanisches Laborprogramm zur Klassifizierung und Beurteilung der Böden durchgeführt. Die Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind in die Beurteilung der einzelnen Schichten in Kap. 4 eingeflossen.

### **3.1.6 Chemische Laboruntersuchungen**

Im Hinblick auf die nach der derzeitigen Trassen- und Bauwerksplanung zu erwartenden Erdarbeiten wurde das Bohr- und Probenahmeprogramm konzipiert. Dabei standen auch Befunde aus den Recherchen der vorhandenen Unterlagen zur Verfügung. Hiernach waren im PFA 4.2 keine Altlastenverdachtsflächen bekannt. Die Untersuchungen außerhalb von Altlastenverdachtsflächen waren auf die Bodenbereiche ausgerichtet, die durch den Bau von Bauwerken, und die dadurch entstehenden Erdbewegungen, beeinflusst werden. Dies sind in erster Linie die obersten Deckschichten sowie Oberboden oder oberflächigen Auffüllungen. Im Bereich der Bestandsstrecke Markt Schwaben - Erding wurden zusätzlich Altschotteruntersuchungen durchgeführt.

Zu den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen wurde ein gesonderter Erläuterungsbericht „BoVEK“ als Anl. 22.2 erstellt.

## **3.2 Verwendete Untersuchungen aus Fremdprojekten**

Ergänzend zu den durchgeführten Baugrunduntersuchungen wurden vorhandene Untersuchungsergebnisse bereits durchgeführter Erkundungskampagnen im Bereich des Planfeststellungsabschnitt 4.2 recherchiert, bewertet und fanden Eingang in diesen Bericht.

Es werden die Untersuchungsergebnisse von Aufschlussbohrungen aus den Projekten Flughafen Masterplan Erweiterungsfläche Ost, BAM Siglfing, Kieswerk Kronthaler, Fliegerhorst und ZVWV/WV Erding verwendet. Die Lage dieser Bohrungen ist in den Lageplänen dargestellt. Die Ergebnisse dieser Bohrungen haben in die Unterlagen für die Darstellung des Baugrundes Eingang gefunden.

## **4 BEURTEILUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISSE**

### **4.1 Eigenschaften der anstehenden Böden / Bodenschichten**

Für die Schichtenfolge des Planfeststellungsabschnitts 4 Lückenschlusses Erding – Flughafen München und Walpertskirchener Spange wurde eine einheitliche Nomenklatur festgelegt. Diese stellt sich wie folgt dar:

- Schicht 0: Oberboden / Mutterboden
- Schicht 1: Auffüllungen
- Schicht 2: Deckschichten
- Schicht 3: Verwitterungsschichten
- Schicht 4: Quartäre Kiese und Sande
- Schicht 5: Moräne
- Schicht 6: Tertiäre bindige Schichten
- Schicht 7: Tertiäre nichtbindige Schichten

Entsprechend der oben beschriebenen Schichtenfolge können aufgrund der bisher vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen und der örtlichen Erfahrungen die einzelnen zu erwartenden Bodenarten und ihre Eigenschaften in bautechnischer Hinsicht wie folgt beschrieben und beurteilt werden.

#### **4.1.1 Oberboden / Mutterboden**

Oberboden / Mutterboden inklusive der Grasnarbe werden als Böden der Schicht 0 bezeichnet. Sie sind in der Regel schwach durchlässig bis durchlässig, stark wasser- und frostempfindlich, nicht langzeitstabil und stark kompressibel. Diese Böden gehören nach den Klassifikationsmerkmalen der DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke) in der Regel zur Gruppe OT, seltener zu den Gruppen OH und OU. Die standortkundliche Bodenkarte von Bayern (Blatt L 7736 Erding) von 1987 ordnet die Böden in kalkhaltigen Gley, Anmoorgley und kalkhaltiges Niedermoor ein.

Die Böden der Schicht 0 sind für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet und sind vornehmlich für Oberbodenarbeiten sowie für vegetationstechnische Zwecke verwendbar, weshalb sie im Zuge von Erdarbeiten gesondert behandelt werden. Bei Überschuss-Massen kann aus erdbautechnischer Sicht der Boden 0 für z.B. Schutzwälle und Geländemodellierungen eingesetzt werden, soweit dies im Rahmen von Bodenschutzverordnungen zulässig ist. Zur Erzielung einer ausreichenden Standsicherheit können dabei Bodenverbesserungsmaßnahmen oder bewehrte Stützkörper erforderlich werden. Die Eignung dieser Bauweisen ist in

Abhängigkeit von der Bandbreite der bodenmechanischen Eigenschaften der anzutreffenden Böden im Einzelfall zu untersuchen.

#### **4.1.2 Auffüllung**

Auffüllungen werden der Schicht 1 zugeordnet, der Begriff fasst verschiedene oberflächennahe Bodenarten zusammen, die als jüngste künstliche und meist geringmächtige Bildungen die natürlichen Bodenschichten bedecken. Sie sind von stark unterschiedlicher horizontaler und vertikaler Ausdehnung und Abfolge.

Mit den Erkundungsbohrungen wurden häufig bestehende Wege bzw. Straßen durchörtert. Die Auffüllungen bestehen in diesem Fall meist aus verdichteten Kiesen. In einigen Bohrungen wurden Auffüllungen angetroffen, die bis auf wenige Verunreinigungen durch Fremdmaterial (z.B. Ziegelbruchstücke und Glasscherben) aus natürlichen Böden bestehen.

Die Lagerungsdichte wird sehr unterschiedlich erwartet und kann von lagenweise sehr dicht bis örtlich sehr locker reichen. Im verdichteten Zustand kann von einer geringen Kompressibilität und einer hohen Scherfestigkeit ausgegangen werden. Die Kiese und Sande der Schicht 1 sind als Schütt- und Verfüllmaterial geeignet.

#### **4.1.3 Deckschichten**

Deckschichten (humose Verwitterungslagen, Wiesenalk, Torf, Auesedimente, Löss) werden der Schicht 2 zugeordnet und treten häufig in wenige Dezimeter bis mehrere Meter dicken Lagen auf, die sich üblicherweise am Top der Schichtfolge direkt unter der Mutterbodenaufgabe befinden. Teilweise sind Torflinsen im Alm (Wiesenalk) eingelagert. Torf kann auch im unteren Abschnitt der Oberbodenschicht auftreten.

Die bindigen Deckschichten der Schicht 2 bestehen oft aus Hochwassersedimenten (Auelehne) der früher unregulierten Flüsse und Bäche. Der Kornanteil Durchmesser < 0,063 mm beträgt in der Regel mehr als 40 Gewichtsprozent, was sich mit Hilfe der durchgeführten Laborergebnisse bestätigen lässt. Sie treten außer in flächiger Verbreitung örtlich auch als linsenförmige Einlagerungen überwiegend aus Schluff und vereinzelt aus Ton unter den oben genannten Böden auf. In Teilbereichen führen die Auelehne auch Kies und Sand.

Weiterhin werden die Lösslehne zu den Deckschichten gezählt. Löss ist ein äolisches Sediment, das vor allem aus Schluff besteht. Er entstand aus Feinmaterial, welches vom Wind verfrachtet und abgelagert wurde. Die Lösslehmschichten überdecken nördlich des Erdinger Endmoränenwalls die quartären Kiese. Häufig weisen sie in den oberflächennahen Zonen insbesondere bei Wasserzutritt Konsistenzen im Bereich von breiig bis weich auf, sie können zur Tiefe aber steif bis teilweise auch halbfest vorkommen. Vorwiegend liegen jedoch steife Konsisten-

zen vor. Gemenge von Lössen mit anderen Bodenarten kommen in Grabenbereichen vor (Kolluvien).

Die Böden der Schicht 2 sind meist schwach durchlässig bis durchlässig, nicht langzeitstabil und in der Regel stark kompressibel. Die Deckschichten sind zusätzlich stark wasser- und frostempfindlich. Zur Schicht 2 werden auch die Übergangsbereiche zu den Böden mit organischen oder mittel bis stark humosen Beimengungen gezählt. Diese Böden der Schicht 2 gehören nach den Klassifikationsmerkmalen der DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke) den Gruppen OK, OU, OT und OH an. Die Auelehme gehören nach den Klassifikationsmerkmalen der DIN 18196 zu den Gruppen UL, UM, TL, SU\*, Lösslehme auch zu den Gruppen TL, TM.

Die Böden der Schicht 2 mit organischen oder humosen Beimengungen sind ohne besondere Maßnahmen (Bodenverbesserung) für die qualifizierte Verwendung im Erdbau und für die Aufnahme von Bauwerkslasten ungeeignet. Ihre Verwendbarkeit für spezielle Fragestellungen in Verbindung mit einer Bodenverbesserung muss in Eignungsprüfungen gesondert untersucht werden. Ohne Bodenverbesserung kann der Boden 2, geeignete Konsistenz vorausgesetzt, nur in z.B. Schutzwällen und Geländemodellierungen Verwendung finden oder in Erdstoffdeponien abgelagert werden.

Die bindigen Deckschichten der Schicht 2 sind für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet. Die Eignung für den Erdbau hängt von der vorliegenden Konsistenz und den Anforderungen des zu erstellenden Bauwerkes ab. Sie kann durch Bodenverbesserungsmaßnahmen erreicht werden.

#### **4.1.4 Verwitterungsschichten**

Die der Schicht 3 zugeordneten Verwitterungsschichten wurden im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt nicht angetroffen.

#### **4.1.5 Quartäre Kiese**

Als Boden der Schicht 4 sind quartäre, schwach bis stark sandige, schwach bis stark schluffige, teils tonige Kiese sowie, in weit geringerem Umfang auftretende, schwach bis stark kiesige, schwach bis stark schluffige, teils tonige Sande zusammengefasst. Auch Zwischenlagen aus stark schluffigem Kies und dünne Lagen aus kiesigem, sandigem Schluff können in den Kiesen der Schicht 4 vorkommen. Teilweise sind einzelne Steine bis zu ca. 200 mm Kantenlänge eingelagert.

Im Allgemeinen sind die Böden der Schicht 4 nach DIN 18130 stark wasserdurchlässig. Es muss allerdings damit gerechnet werden, dass die Durchlässigkeit in Abhängigkeit von Feinkorngehalt und Lagerungsdichte örtlich stark wech-

selt. Zum Beispiel können sie in rolligen (d.h. feinkornfreien und sandarmen) Zwischenlagen sehr stark durchlässig sein, während in schluffigen Zonen teils nur eine schwache Durchlässigkeit vorliegt.

Quartäre Kiese und Sande mit  $< 5\%$  Kornanteil Durchmesser  $< 0,063$  mm werden nach ZTV E-StB 09 als nicht frostempfindlich (Klasse F1) eingestuft. Nach DIN 18196 sind diese Böden den Gruppen GI, GE, GW bzw. SI, SE, SW zuzuordnen.

Quartäre Kiese und Sande mit  $5\%$  bis  $15\%$  Kornanteil Durchmesser  $< 0,063$  mm werden nach ZTV E-StB 09 als gering bis mittel frostempfindlich (Klasse F2) eingestuft. Nach DIN 18196 sind diese Böden den Gruppen GU, GT bzw. SU, ST zuzuordnen.

Nur örtlich auftretende Quartärkiese und Sande mit mehr als  $15\%$  Kornanteil Durchmesser  $< 0,063$  mm, aber ohne mürbe verwitterte Gerölle werden als sehr frostempfindlich (Klasse F3) eingestuft. Nach DIN 18196 sind diese eingelagerten feinkornreichen Schichten erfahrungsgemäß den Gruppen GU\*, SU\*, GT und ST zugehörig.

Die Lagerungsdichte ist aufgrund der örtlichen Erfahrung und der Sondierwiderstände sehr unterschiedlich, überwiegend dicht, oft mitteldicht, lagenweise sehr dicht und örtlich locker. Es kann von einer geringen Kompressibilität und einer hohen Scherfestigkeit ausgegangen werden. Die Kiese der Schicht 4 sind zur verformungsarmen Aufnahme konzentrierter Bauwerkslasten, für den Bau von Tragschichten, sowie als Schütt- und Verfüllmaterial gut geeignet.

#### **4.1.6 Moräne**

Neben den fluvioglazialen Schottern sind weitere glazigene Bildungen im Projektgebiet verbreitet (Riss-Moränen-Komplex). Dabei handelt es sich um, unmittelbar im vom Riss-Gletscher bedeckten Gebiet und seinen Randbereichen, abgelagertes Moränenmaterial (Riss-Moräne, Altmoränenzug). Schicht 5 umfasst dabei Böden, die genetisch sowohl Grund- als auch Endmoränenablagerungen darstellen können, aber auch im Glazial sekundär umgelagerten und aufgearbeiteten Moränenmaterial.

Das im Projektgebiet auftretende Moränenmaterial ist gekennzeichnet als weitgehend unsortiertes und ungeschichtetes Gemisch unterschiedlicher Korngrößen, das mehrere Meter Mächtigkeit erreichen kann. Diese Fracht ist unmittelbar unter dem Riss-Vorlandgletscher als Grundmoräne oder in seiner Peripherie als Endmoräne ausgeschmolzen, abgelagert und bisweilen mehrfach vom Eis überfahren worden. Aufgrund weitgehend fehlendem oder geringem fluvioglazialen Transports liegt generell ein hoher Feinanteil vor, der die Bodeneigenschaften

bestimmt. Es handelt sich um bindige Böden mit steifer bis halbfester Konsistenz. Diese werden auch als Geschiebelehme bezeichnet.

Die Böden der Schicht 5 sind meist schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig, nicht langzeitstabil und in der Regel kompressibel. Die Deckschichten sind zusätzlich stark wasser- und frostempfindlich. Diese Böden der Schicht 5 gehören nach den Klassifikationsmerkmalen der DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke) den Gruppen UL, UM, TL, TM, SU\*, GU\*.

Die Böden der Schicht 5 sind für die Aufnahme von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet. Die Eignung für den Erdbau hängt von der vorliegenden Konsistenz und den Anforderungen des zu erstellenden Bauwerkes ab. Sie kann durch Bodenverbesserungsmaßnahmen erreicht werden.

#### **4.1.7 Bindige Tertiärschichten**

Als Schicht 6 sind die feinkörnigen (bindigen) tertiären Böden mit Feinkornanteilen der Korngrößen unter 0,063 mm von mehr als 40 Gewichtsprozent zusammengefasst.

Sie sind im Kornaufbau sehr heterogen zusammengesetzt, wobei es sich um ein breites Spektrum von Tonen bis hin zu sandigen Schluffen handelt. Bei den Kornfraktionen mit bis zu 30 Gewichtsprozent der Korngrößen über 2,0 mm Durchmesser handelt es sich um Kalkkonkretionen. Unter Kalkkonkretionen werden durch chemische Reaktionen zur Ausfällung gekommene, unregelmäßig knollige bzw. plattige Körper, z.T. auch stark kavernöse Körper verstanden. Neben dem Vorkommen als Einzelkorn können die Kalkkonkretionen auch flächig als zusammenhängende plattige bzw. schiefrige Schicht ausgebildet sein.

Erfahrungsgemäß kann die Schichtdicke gelegentlich auch über 20 cm betragen. Der horizontale Trennflächenabstand kann über ein Meter betragen und mit stark oder eng klüftig beschrieben werden. Die Festigkeit streut mit dem Hohlraumanteil und ist generell als gering bis mittel zu beurteilen.

In gleicher Weise wie die Kornverteilung streuen auch die Plastizitätsgrenzen sehr stark. Böden mit höherem Sandanteil und Schluffe mit geringerer Plastizität sind stark wasserempfindlich, d.h. sie können bereits bei geringer Wasseraufnahme ihre Kohäsion und Festigkeit verlieren. Diese Böden sind nach den ZTV E-STB 09 überwiegend als sehr frostempfindlich (Klasse F3) einzustufen. Lediglich die ausgeprägt plastischen Tone sind gering bis mittel frostempfindlich (Klasse F2), weniger wasser- und nicht erosionsempfindlich sowie spülungs-unwillig (erheblicher Widerstand beim Einrütteln von Spundbohlen oder Trägern). Sie können bei freier Oberfläche zum Quellen neigen. Im Hinblick auf die Festigkeit sind die Streuungen sehr groß. Neben dem Auftreten steifer Konsistenz ist ihr Zustand überwiegend halbfest.

Es kommen auch Böden mit natürlichen Wassergehalten unterhalb der Schrumpfgrenze vor, welche zu den festen Böden gehören. Ton- oder Schluffsteinbildung tritt nur sehr selten in meist wenige Zentimeter dicken Lagen auf.

Feinkörnige Tone zerfallen bei einer Wasserlagerung in der Regel nicht. Sie zerbröckeln aber häufig, weichen auf und lassen sich nach der Wasserlagerung leicht zerdrücken. Demnach ist keine diagenetische Bindung vorhanden. Im natürlichen Zustand ist die Kompressibilität dieser Böden gering und die Scherfestigkeit hoch bis sehr hoch.

Die Böden gehören nach DIN 18130 zum Durchlässigkeitsbereich schwach bis sehr schwach durchlässig. Im baupraktischen Sinne können sie als undurchlässig angesehen werden.

#### **4.1.8 Nichtbindige Tertiärschichten**

Als tertiäre nichtbindige Schichten werden die tertiären Sande und Kiese mit Anteilen der Korngrößen unter 0,063 mm Durchmesser bis zu 40 Gewichtsprozent in Schicht 7 zusammengefasst. Ihr Kornaufbau variiert stark und es kommen sowohl schluff- und sandarme Kiese wie auch stark schluffige Sande in unregelmäßigem Wechsel vor. Im Grobsandbereich zwischen den Korngrößen 0,4 mm und 2,0 mm liegt häufig eine Fehlkörnung vor.

Weiterhin können innerhalb der Sande Konkretionen auftreten. Bemerkenswert ist auch der hohe Anteil an gleichkörnigen Fein- und Mittelsanden mit einer Hauptkornfraktion zwischen 0,1 mm und 0,4 mm, was auf eine große Fließempfindlichkeit hinweist. Bereits ein geringes hydraulisches Gefälle ist ausreichend, um diese Böden in einen instabilen Zustand überzuführen ("Schwimmsand").

Je nach dem Anteil an Feinkorn sind die Böden nach den ZTVE-STB 09 nicht (Frostempfindlichkeitsklasse F1) oder gering bis mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2) oder als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) einzustufen.

In gleicher Weise variiert auch der Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130 in weiten Grenzen von stark bis schwach durchlässig. Wegen der geregelten Ablagerung in fast horizontalen Schichten ist die vertikale Durchlässigkeit in den tertiären Sanden um ein Vielfaches geringer als in horizontaler Richtung.

Aufgrund der Sondierergebnisse im Bohrloch (SPT) sind die Böden dieser Gruppe als dicht bis sehr dicht gelagert einzustufen. Die Böden weisen eine geringe bis sehr geringe Kompressibilität und eine hohe bis sehr hohe Scherfestigkeit auf. Bei Ramm- und Rüttelarbeiten muss daher auch mit erheblichen Schwierigkeiten gerechnet werden.

## 4.2 Geotechnische Streckenabschnitte

Der Planfeststellungsabschnitt 4.2 wurde aufgrund der im Folgenden aufgelisteten Merkmale in acht geotechnische Abschnitte eingeteilt.

- S-Bahnstrecke (Strecken-Nr. 5601) und Walpertskirchener Spange für den überregionalen Verkehr (Strecken-Nr. 5606)
- Bauwerksgrenzen
- Baugrund im Bereich der Gründungen
- Schichtgrenze Quartär / Tertiär
- geologische Verhältnisse
- hydrogeologische Verhältnisse
- Topographie

### **Geotechnischer Streckenabschnitt 1: S-Bahn, Bahn-km 12,5+35 – 13,1+69**

In diesem geotechnischen Streckenabschnitt verläuft die Trasse auf der bestehenden S-Bahnstrecke Markt Schwaben – Erding. Die sich anfangs noch an den Bestand orientierende Gradienten taucht nördlich der EÜ Sempt ab ca. Bahn-km 12,9 in die Tieflage zur Unterquerung der Haager Straße in den Tunnel Erding ab. Der Einschnitt zum Tunnel wird flankiert von Stützwänden sowie einem Trog. Das Gelände ist im Sempttal relativ eben mit einem leichten Gefälle nach Nordosten. Die Trasse verläuft meist in etwa geländegleich.

Der Untergrund wird überwiegend aus Wiesenkalk aufgebaut der wenige Meter mächtig werden kann. Darunter folgen mächtige quartäre Schotter, die das obere quartäre Grundwasserstockwerk enthalten. Die derzeitige Nutzung ist weitgehend durch den bestehenden Bahnbetrieb bestimmt.

### **Geotechnischer Streckenabschnitt 2: S-Bahn und überregionaler Verkehr, Bahn-km 15,1+10 – 16,0+50**

In diesem geotechnischen Streckenabschnitt liegt die Trasse auf der Nordostseite der Geislinger Anger nahe der nach Norden fließenden Sempt. Das Gelände ist im Sempttal relativ eben mit einem leichten Gefälle nach Nordosten. Die Gradienten steigt in diesem Bereich vom Bauwerk Trog Sempt kommend an und befindet sich in geringer Einschnittslage die rasch in eine leichte Dammlage übergeht.

Der Untergrund wird überwiegend aus Wiesenkalk aufgebaut der hier eine geringe Mächtigkeit aufweist. Bereichsweise ist der Wiesenkalk durch Auffüllungen ersetzt. Darunter folgen mächtige quartäre Schotter, die das obere quartäre

Grundwasserstockwerk enthalten. Die derzeitige Nutzung ist weitgehend landwirtschaftlicher Art.

**Geotechnischer Streckenabschnitt 3: S-Bahn und überregionaler Verkehr,  
Bahn-km 16,0+50 – 16,5+50**

In diesem geotechnischen Streckenabschnitt kreuzt die Trasse den Fehlbach nordöstlich des Kronthaler Weihers. Das Gelände ist im Sempttal relativ eben mit einem leichten Gefälle nach Nordosten. Die Gradienten steigt in diesem Bereich zum Bauwerk Fehlbach hin an und senkt sich im Anschluss an das Bauwerk wieder ab. Die Trasse verläuft in bis zu ca. 7 m hoher Dammlage.

Der Untergrund wird überwiegend aus Wiesenkalk und Auesedimenten des Fehlbachs aufgebaut die hier eine geringe Mächtigkeit aufweisen. Bereichsweise sind die Deckschichten durch Auffüllungen ersetzt. Darunter folgen mächtige quartäre Schotter, die das obere quartäre Grundwasserstockwerk enthalten. Die derzeitige Nutzung ist weitgehend landwirtschaftlicher Art.

**Geotechnischer Streckenabschnitt 4: S-Bahn und überregionaler Verkehr,  
Bahn-km 16,5+50 – 18,3+00**

In diesem geotechnischen Streckenabschnitt liegt die Trasse auf der Nordseite des Kronthaler Weihers und schwenkt nach Westen ein. Der Abschnitt endet an der ED 19 und damit an der Planfeststellungsgrenze zum PFA 4.1 Das Gelände ist im Sempttal relativ eben mit einem leichten Gefälle nach Nordosten. Die Gradienten verläuft über den gesamten Abschnitt in leichter Dammlage.

Der Untergrund wird überwiegend aus Wiesenkalk und Torf aufgebaut, die hier eine geringe Mächtigkeit aufweisen. Bereichsweise sind die Deckschichten durch Auffüllungen ersetzt. Darunter folgen mächtige quartäre Schotter, die das obere quartäre Grundwasserstockwerk enthalten. Die derzeitige Nutzung ist weitgehend landwirtschaftlicher Art.

**Geotechnischer Streckenabschnitt 5: Walpertskirchener Spange,  
Bahn-km 7,0+30 – 7,1+50**

In diesem geotechnischen Streckenabschnitt liegt die Trasse auf der Altmoränenhochfläche mit seiner leicht hügeligen Morphologie. Sie verläuft in etwa in Ost-West Richtung und in etwa parallel zur St 2084. Die Gradienten liegt zu Beginn des Abschnitts noch in leichter Dammlage die nach Westen in eine geländegleiche Lage übergeht.

Das Gelände wird in diesem Bereich aus einer mächtigen Löss/Lösslehmdecke gebildet die von Moränenmaterial unterlagert wird. Die derzeitige Nutzung ist weitgehend landwirtschaftlicher Art.

### **Geotechnischer Streckenabschnitt 6: Walpertskirchener Spange, Bahn-km 7,1+50 – 7,3+00**

In diesem Bereich beginnt der Abstieg der Gradienten in Richtung Tunnel Wasserturm wodurch sich die Trasse in das Gelände einschneidet. Gleichzeitig schwenkt die Trasse nach Norden.

Die Gradienten befindet sich in Einschnittslage in den Löss/Lösslehmdecken. Die unterlagernde Moräne wird von der Gradienten nicht erreicht. Die derzeitige Nutzung ist weitgehend landwirtschaftlicher Art.

### **Geotechnischer Streckenabschnitt 7: Walpertskirchener Spange, Bahn-km 7,3+00 – 7,4+71**

In diesem Bereich setzt sich die Absenkung der Gradienten bis zum Südportal des Tunnels Wasserturm fort. Die Trasse hat sich nun ganz nach Norden verschwenkt.

Die Gradienten durchschneidet die Löss/Lösslehmdecken und erreicht die unterlagernde Moränenschicht. Die derzeitige Nutzung ist weitgehend landwirtschaftlicher Art.

### 4.3 Ingenieurbauwerke

Im Zusammenhang mit den geplanten Trassen der S-Bahnstrecke Markt Schwaben – Flughafen München und der Walpertskirchener Spange sind, neben den zuvor beschriebenen Streckenabschnitten, die in Tab. 1 angeführten Ingenieurbauwerke geplant.

Gemeinsame Bauwerke beider Strecken werden gesamthaft in den jeweiligen Kapiteln zur S-Bahnstrecke beschrieben.

Strecke / Bahn-km		Bauwerksbezeichnung
S-Bahn (Strecken-Nr. 5601)	12,8+32	EÜ Sempt
	12,9+49 - 12,9+89	Stützwand
	12,9+89 – 13,1+69	Trog Erding
	13,1+69 – 14,1+90	Tunnel Erding (offene Bauweise)
	14,1+90 - 14,4+31	Neues Stationsbauwerk Erding
	14,4+31 – 14,8+30	Tunnel Sempt
	14,8+30 – 15,1+10	Trog Sempt
	15,7+59	EÜ Geh- und Radweg Langengeisling
	16,2+05	EÜ Fehlbach
Walpertskirchener Spange (Strecken-Nr. 5606)	7,4+71 – 7,5+90	Trog Wasserturm
	7,5+90 – 7,7+62	Tunnel Wasserturm (offene Bauweise)
	7,7+62 – 8,0+89	Tunnel Wasserturm (bergmännische Bauweise)
	8,0+89 - 8,2+34	Neues Stationsbauwerk Erding
	8,2+34 – 8,6+95	Tunnel Sempt
	8,6+95 – 8,9+55	Trog Sempt (bis zum Ende der Strecke 5606)

Tab. 1 Überblick der Ingenieurbauwerke im PFA 4.2.

## **5 HYDROLOGIE, HYDROGEOLOGIE UND WASSERWIRTSCHAFT**

Die Themen Oberflächengewässer, Niederschlagssituation, Grundwasserverhältnisse, Wasserwirtschaftliche Verhältnisse sowie die Bemessungswasserstände werden in Anl. 22.3 "Hydrogeologisches Gutachten" erläutert.

## **6 FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUMAßNAHME**

### **6.1 Geotechnische Streckenabschnitte 1-4 gem. Kap. 4.2**

#### **6.1.1 Dammaufstandsfläche**

Die Trasse des Streckenabschnitts Markt Schwaben – Flughafen München von Bahn-km 12,5+35 bis 18,3+00 liegt nach den vorliegenden Unterlagen überwiegend zwischen geländegleich und meist etwa 1,0 m bis 2,0 m über GOK auf einem flachen Dammbauwerk. Einzig südlich des Tunnels Erding und nördlich des Tunnels Sempt taucht die Gradienten ab bzw. auf und liegt in einem geringen Einschnitt. Im Bereich der EÜ Fehlbach werden Anschlussdämme mit Dammhöhen von bis zu ca. 6 m vorgesehen.

Die Gradienten verläuft demnach im Bereich Mutterboden (Schicht 0), Auffüllungen (Schicht 1), Deckschichten (Schicht 2) sowie den unterlagernden quartären Kiesen (Schicht 4). Die Böden werden im Kap. 4.1 detailliert beschrieben. Bei den in diesem Streckenabschnitt über den quartären Kiesen anstehenden Deckschichten handelt es sich im Wesentlichen um die in Kap. 4.1.3 beschriebenen Wiesenkalke. Da diese Schichten Mächtigkeiten von mehreren Metern aufweisen und die Trasse über weite Strecken im bebauten Bereich verläuft, käme selbst im Fall durchgängig geringer Steifigkeit und Scherfestigkeit ein vollständiger Abtrag der Deckschicht als wirtschaftliche Bauweise nicht in Frage. Es werden daher folgende Bodenverbesserungsmaßnahmen auf der freien S-Bahnstrecke durchgeführt, die sich im Wesentlichen durch den Bodenaufbau und die Gradientenlage definiert werden:

- Verbesserung der Dammaufstandsfläche durch 1-lagige qualifizierte Bodenverbesserung (in Situ) mit Kalk-Zement-Stabilisierung mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 0,5 m
- 2-lagige qualifizierte Bodenverbesserung (1. Lage in Situ) mit Kalk-Zement-Stabilisierung mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 1,0 m
- Bodenaustausch mit Bodenersatzkörper aus feinkornarmen Kies-Sandgemisch mit einer Mächtigkeit von ca. 1,0 m

#### **6.1.2 Entwässerung**

Überwiegend verlaufen die Gleise in leichter Dammlage, so dass das Niederschlagswasser über das Planum zur Böschungsoberkante des Dammes geführt wird und anschließend über die Böschung abläuft bzw. versickert.

Bei geländegleicher Lage der Schienenoberkante oder in Einschnitten muss das anfallende Wasser versickert oder der nächsten Vorflut zugeleitet werden.

Die Entwässerung der Anlagen ist teilweise flächig möglich. Dies gilt für die Bereiche in denen das Untergrundplanum in grobkörnigen Böden (v.a. quartären Schottern) zu liegen kommt.

In einigen Bereichen der Strecke liegt auf Höhe des Untergrundplanums ein feinkörniger und zumeist nur gering wasserdurchlässiger Baugrund aus Deckschichten vor. Es werden in diesen Bereichen beidseitig Bahngräben erstellt, in die die Frostschutzschicht frei entwässert. Zur Versickerung der Oberflächenwässer wird, je nach Mächtigkeit der gering durchlässigen Schichten, eine Entwässerung über Versickerungsschlitzte oder über Versickerungsschächte durchgeführt.

Für die Versickerung der Oberflächenwässer werden die Vorgaben der Ril 836 eingehalten, die Maßnahmen wurden mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt.

### **6.1.3 Gründung des Fahrwegs**

Der Aufbau des Bahnkörpers erfolgt auf Grundlage der Ril 836 unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der geotechnischen Erkundung.

Nach Ril 836.4101A02 beträgt für Neubaustrecken bei Geschwindigkeiten größer 80 bis 160 km/h in der Frosteinwirkungszone II mit Frostempfindlichkeitsklasse F3 die Regeldicke der Schutzschicht 45 cm. Bei Anordnung einer Qualifizierten Bodenverbesserung reduziert sich die Regeldicke der Schutzschicht auf 35 cm. Es wird eine Aufteilung der Schutzschicht in 20 cm Planumsschutzschicht (KG 1) und 25 cm bzw. 15 cm Frostschutzschicht (KG 2) durchgeführt.

Die Böschungsneigung von Dämmen und Einschnitten werden abhängig von der Bodenart und der Böschungshöhe gemäß Ril 836.4102A01 (Seite 2, Bild 1) gewählt.

### **6.1.4 Baugruben**

Für Baumaßnahmen in nicht grundwasserführenden Schichten des Quartärs können Baugruben frei geböscht ausgeführt werden. Der dazu erforderliche Platz ist entsprechend der vorliegenden Planunterlagen vorhanden. Die Voraussetzungen hierfür sind jedoch abschließend seitens des Planers zu beurteilen.

Für die Baumaßnahmen entlang der Strecke werden nur flache Baugruben mit ca. 1,5 m bis 2,0 m Tiefe erforderlich. In mindestens steifen bindigen Böden der Deckschichten sowie in quartären Kiesen und oberhalb des Grundwasserspiegels können bei weniger als 5 m hohen Böschungen diese gemäß DIN 4124 unter einem Winkel von maximal 45° zur Horizontalen ausgebildet werden. Die Böschungen werden gegen Oberflächenerosion und konzentriert eindringendes Niederschlagswasser geschützt.

### **6.1.5 Wasserhaltung**

Für die Bauzeit ist im Bereich der Strecke der HW<sub>10</sub> als maximaler Bemessungsgrundwasserspiegel anzunehmen. Die Wasserstände sind ca. 1 bis mehrere Meter unter Gelände zu erwarten. Hier wird zumeist keine Wasserhaltung erforderlich.

Lediglich im Bereich der Anschlüsse an die Bauwerke (Tunnel Erding / Tunnel Sempt) kann in den eingeschnittenen Bereichen bei Austauschmaßnahmen die Baugrubensohle gegebenenfalls geringfügig unter den Grundwasserspiegel reichen. Hier ist zur Herstellung und Nachverdichtung der Baugrubensohle in den quartären Kiesen das Grundwasser mindestens ca. 0,5 m unter die Baugrubensohle abzusenken.

### **6.1.6 Beeinflussung bestehender Bauwerke**

Sicherungsmaßnahmen für nachbarschaftliche Gebäude werden nach derzeitigem Bebauungs- und Planungsstand im Bereich der Strecke nicht erforderlich. Betroffene Feldwege, Ortsstraßen, Kreisstraßen und Staatsstraßen müssen für die Bauzeit gesperrt und gegebenenfalls verlegt werden.

## **6.2 Geotechnische Streckenabschnitte 5-8 gem. Kap 4.2**

### **6.2.1 Gründung Dammaufstandsfläche**

Die Trasse des Streckenabschnitts km 7,0+30 bis km 7,4+71 liegt nach den vorliegenden Unterlagen von Osten kommend zwischen leichter Dammlage, geländegleich und einem tiefen Einschnitt.

Die Gradienten verläuft demnach im Bereich Mutterboden (Schicht 0), Auffüllungen (Schicht 1), Deckschichten (Schicht 2) sowie der unterlagernden Moräne (Schicht 5). Die Böden werden im Kap. 4.1 detailliert beschrieben.

Bei den in diesem Streckenabschnitt über der Moräne anstehenden Deckschichten handelt es sich im Wesentlichen um die in Kap. 4.1.3 beschriebenen Löss/Lösslehm. Da diese Schichten Mächtigkeiten von mehreren Metern aufweisen, käme selbst im Fall durchgängig geringer Steifigkeit und Scherfestigkeit ein vollständiger Abtrag der Deckschicht als wirtschaftliche Bauweise nicht in Frage.

Es werden daher folgende Bodenverbesserungsmaßnahmen auf der freien Strecke der Walpertskirchener Spange durchgeführt, die im Wesentlichen durch den Bodenaufbau und die Gradientenlage definiert werden:

- Verbesserung der Dammaufstandsfläche durch 1-lagige qualifizierte Bodenverbesserung (in Situ) mit Kalk-Zement-Stabilisierung mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 0,5 m

- 2-lagige qualifizierte Bodenverbesserung (1. Lage in Situ) mit Kalk-Zement-Stabilisierung mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 1,0 m
- Standardverdichtung sowie lokaler, geringfügiger Bodenaustausch

### **6.2.2 Entwässerung**

Für die Versickerung der Oberflächenwässer werden die Vorgaben der Ril 836 eingehalten, die Maßnahmen wurden mit dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt.

Im östlichsten Bereich verlaufen die Gleise in leichter Dammlage, so dass das Niederschlagswasser über das Planum zur Böschungsoberkante des Dammes geführt wird und anschließend über die Böschung abläuft bzw. versickert.

Ab Bahn-km 7,0+71 schneidet sich die Trasse in gering durchlässige Schichten (Löss/Lösslehm und Moräne) ein. Eine Versickerung ist in diesem Bereich nicht möglich. Es wird daher eine Tiefenentwässerung mit Anschluss an den Trog Tunnel Wasserturm bzw. eine Ableitung über ein Regenrückhaltebecken mit Drosselabfluss von 5 l/s in den Lohgraben ausgeführt.

### **6.2.3 Gründung des Fahrwegs**

Der Aufbau des Bahnkörpers erfolgt auf Grundlage der Ril 836 unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der geotechnischen Erkundung.

Nach Ril 836.4101A02 beträgt für Neubaustrecken bei Geschwindigkeiten größer 80 bis 160 km/h in der Frosteinwirkungszone II mit Frostempfindlichkeitsklasse F3 die Regeldicke der Schutzschicht 45 cm. Bei Anordnung einer Qualifizierten Bodenverbesserung reduziert sich die Regeldicke der Schutzschicht auf 35 cm. Es wird eine Aufteilung der Schutzschicht in 20 cm Planumsschutzschicht (KG 1) und 25 cm bzw. 15 cm Frostschutzschicht (KG 2) durchgeführt.

Die Böschungsneigung von Dämmen und Einschnitten werden abhängig von der Bodenart und der Böschungshöhe gemäß Ril 836.4102A01 (Seite 2, Bild 1) gewählt.

### **6.2.4 Baugruben**

Für Baumaßnahmen in nicht grundwasserführenden Schichten des Quartärs können Baugruben frei geböscht ausgeführt werden. Der dazu erforderliche Platz ist entsprechend der vorliegenden Planunterlagen vorhanden. Die Voraussetzungen hierfür sind jedoch abschließend seitens des Planers zu beurteilen.

In mindestens steifen bindigen Böden der Deckschichten sowie in Moränenablagerungen und oberhalb des Grundwasserspiegels können bei weniger als 5 m

hohen Böschungen diese gemäß DIN 4124 unter einem Winkel von maximal 45° zur Horizontalen ausgebildet werden. Die Böschungen werden gegen Oberflächenerosion und konzentriert eindringendes Niederschlagswasser geschützt.

Tiefere Baugruben werden mit einem Verbau gesichert.

### 6.2.5 Wasserhaltung

Für die Bauzeit ist im Bereich der Strecke der HW<sub>10</sub> als maximaler Bemessungsgrundwasserspiegel anzunehmen. Die Wasserstände sind durchweg mehrere Meter unter Gelände zu erwarten. Es wird keine Wasserhaltung erforderlich.

### 6.2.6 Beeinflussung bestehender Bauwerke

Sicherungsmaßnahmen für nachbarschaftliche Gebäude werden nach derzeitigem Bebauungs- und Planungsstand im Bereich der Strecke nicht erforderlich. Betroffene Feldwege müssen für die Bauzeit gesperrt und gegebenenfalls verlegt werden.

## 6.3 Ingenieurbauwerke

Die Anzahl und Lage der Ingenieurbauwerke ist in Kap. 4.3 beschrieben. Im Folgenden werden die geologisch-geotechnischen Verhältnisse und die bautechnischen Folgerungen erläutert. Aussagen über Auswirkungen auf das Grundwasser sind in Anl. 22.3 enthalten.

### 6.3.1 EÜ Sempt / S-Bahn

Zur Überquerung der Sempt wird ein einfeldriges Brückenbauwerk ausgeführt. Wegen der unmittelbaren Nähe zur Sempt ist für die Gründung der Widerlager eine einheitliche Tiefgründung auf Pfählen vorgesehen.

Das HW<sub>10</sub> liegt im Bereich des Bauwerks bei ca. 462,2 m DHHN12. Bei einem HW<sub>10</sub> Stand beträgt die Eintauchtiefe der Baugrubensohle ca. 0,6 m. Es wird eine offene Wasserhaltung durchgeführt. Anfallendes Tagwasser, in Form von Schicht- und Niederschlagswasser, wird mittels Pumpensümpfen gesammelt und abgeleitet.

Bauwerk EÜ Sempt		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	12,8+32
Kreuzungswinkel mit der Sempt		ca. 100 gon
derzeitige GOK		ca. 465
Einbindetiefe		ca. 8,0 m
OK quartäre Kiese		ca. 462,5

Tab. 2 Bauwerk EÜ Sempt - Bauwerksdaten und Geologie

Die Gründungssohle ist auf beiden Widerlagerseiten sowie in den Pfeilerachsen waagrecht. Es erfolgt eine Gründung auf Bohrpfählen mit einer Gesamteinbindetiefe von ca. 8,0 m.

Die für die Herstellung der Fundamente erforderlichen Baugruben können nach einer lokalen Grundwasserabsenkung bzw. im Schutze einer offenen Wasserhaltung frei geböscht werden. Die Böschungswinkel betragen maximal 45°. Es werden die Vorgaben der DIN 4124 eingehalten. Es wird empfohlen, die Böschungen gegen Witterungseinflüsse durch eine Abdeckung zu schützen. Auf der Südseite ist ein verformungsarmer Verbau des Bestandsdammes mittels Spundwänden vorgesehen.

Das Bauwerk ist auf einen Bemessungswasserstand von  $HW_{100+0,3} = 462,81$  DHHN12 bemessen.

Das vorgesehene Bauverfahren und die Lage des geplanten Bauwerks machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.2 Stützwände (Tunnel Erding)

Die Stützwände beginnen bei Bahn-km 12,9+49 und enden am Trogbauwerk Tunnel Erding bei Bahn-km 12,9+89. Die Gradienten fällt vom Süden kommend von ca. 465,0 m DHHN12 über eine Länge von 40 m bis zum Beginn des Trogbauwerks auf ca. 463,2 m DHHN12 ab. Das gesamte Bauwerk wird in offener Bauweise hergestellt wobei ein Spundwandverbau zur Baugrubensicherung vorgesehen ist.

Die Sohlen der Stützwände kommen in Deckschichten (Wiesenkalk) zu liegen. Aufgrund des Abtauchens der Gradienten nimmt die Mächtigkeit des unterlagernden Wiesenkalks von Südwesten (ca. 4 m) nach Nordosten (ca. 3 m) stetig ab. Darunter folgen wasserführende quartäre Kiese mit einer Mächtigkeit zwischen 8 m und 10 m, die von tertiären bindigen Schichten unterlagert werden.

Für die Stützwände ist eine Flachgründung auf einem geringmächtigen Bodenersatzkörper vorgesehen.

Bauwerk Stützwände (Tunnel Erding)		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	12,9+49 – 12,9+89
derzeitige GOK		ca. 465,5
Einbindetiefe (Gründungssohle)		ca. 2,0 m bis 3,8 m
OK quartäre Kiese		ca. 460,4

Tab. 3 Bauwerk Stützwände (Tunnel Erding) - Bauwerksdaten und Geologie

Im Bereich der Stützwand kann aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Bau-  
grunds und da die Unterkante des Bauwerks über dem Grundwasserspiegel liegt  
eine bauzeitliche Restwasserhaltung durchgeführt werden.

Das vorgesehene Bauverfahren machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen  
erforderlich.

### 6.3.3 Trog Erding

Das Trogbauwerk beginnt bei Bahn-km 12,9+89 und endet am Tunnel Erding bei  
Bahn-km 13,1+69. Die Gründungssohle fällt vom Nordende des Stützwandbau-  
werks von ca. 461,2 m DHHN12 über eine Länge von 180 m bis zum Nordende  
des Trogbauwerks auf ca. 456,0 m DHHN12 ab. Der Trog bindet im Anschluss  
an den Tunnel Erding an. Das gesamte Bauwerk wird in offener Bauweise herge-  
stellt.

Die Sohle des Trogbauwerks kommt in wasserführenden quartären Kiesen zu  
liegen. Die Restmächtigkeit der unterlagernden quartären Kiese liegt zwischen  
etwa 7 m und 0,5 m. Darunter folgen geringmächtige tertiäre bindige Schichten,  
die wiederum von tertiären nichtbindigen Schichten unterlagert werden.

Für die in das Grundwasser eintauchenden Bauwerksabschnitte sind eine dichte  
Baugrubenumschließung mit rückverankerten Spundwänden bzw. Bohrpfahl-  
wänden und eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle vorgesehen.

Bauwerk Trog Erding / offene Bauweise		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	12,9+89 – 13,1+69
derzeitige GOK		ca. 465,5 bis 464,7
Einbindetiefe Bohrpfahlwand		ca. 455 – 449
OK/UK quartäre Schotter		ca. 461,0 / ca. 450,7

Tab. 4 Bauwerk Trog Erding - Bauwerksdaten und Geologie

Aufgrund der geplanten Bauweise mit wasserdichtem Verbau und Einbringung  
einer Unterwasserbetonsohle ist keine Wasserhaltung erforderlich. Zur Erstent-  
leerung der Baugrube wurde eine Ableitungsmenge berechnet (siehe Anl. 22.3).

Das vorgesehene Bauverfahren machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen  
erforderlich.

### 6.3.4 Tunnel Erding (offene Bauweise)

Der Tunnel Erding beginnt bei Bahn-km 13,1+69 im Anschluss an das Trogbau-  
werk. Die Gründungssohle fällt zwischen Bahn-km 13,1+69 bis ca. 13,9+60 von  
ca. 456,0 auf ca. 452,3 m DHHN12 ab. Im Anschluss steigt die Gründungssohle

über eine Länge von etwa 200 m wieder auf ca. 454,75 m DHHN12 an. Der Tunnel unterfährt die Haager Straße und die Dorfener Straße mit einer Überlagerung von wenigen Metern.

Bei Bahn-km 14,1+90 schließt der Tunnel Erding an das Stationsbauwerk an. Das gesamte Bauwerk wird in offener Bauweise hergestellt

Die Sohle des Bauwerks im Bereich Tunnel Offene Bauweise liegt hauptsächlich in den tertiären Sedimenten. Das Tertiär ist dabei bindig, sowie nicht bindig ausgebildet, das Korngrößenspektrum reicht von Ton bis Sand. Die Sohle kommt allerdings teils (z.B. B2-B-1027) in Höhe der erosiv ausgebildeten Quartär-Tertiär-Grenze zu liegen.

Für die in das Grundwasser eintauchenden Bauwerksabschnitte sind eine dichte Baugrubenumschließung mit rückverankerten Spundwänden bzw. Bohrpfahlwänden und eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle vorgesehen.

<b>Bauwerk Tunnel Erding (offene Bauweise)</b>		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	13,1+69 – 14,1+90
derzeitige GOK		ca. 464,9 – 463,7
Einbindetiefe Bohrpfahlwand		ca. 449,0
OK quartärer Kies		ca. 460,8 bis 458,1
UK quartärer Kies		ca. 451,1 bis 447,9

Tab. 5 Bauwerk Tunnel Erding - Bauwerksdaten und Geologie

Aufgrund der offenen Bauweise mit wasserdichtem Verbau und der Einbringung einer Unterwasserbetonsohle ist keine Wasserhaltung erforderlich. Zur Erstentleerung der Baugrube wurde eine Ableitungsmenge berechnet (siehe Anl. 22.3).

Das vorgesehene Bauverfahren machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.5 Neues Stationsbauwerk Erding / S-Bahn und überregionaler Verkehr

Das Stationsbauwerk Erding beginnt im Bereich der S-Bahn auf Höhe der Goethestraße bei Bahn-km 14,1+90 (Strecken-Nr. 5601) im Anschluss an den Tunnel Erding. Das Bauwerk verläuft zuerst nicht überdeckelt in einem leichten Bogen nach Norden und unterquert anschließend überdeckelt die Anton-Bruckner-Straße ehe es bei Bahn-km 14,4+31 im Bereich des heutigen Fliegerhorstes endet.

Der zweite Ast des Stationsbauwerks beinhaltet den nördlichen Anschluss an den Tunnel Wasserturm bei Bahn-km 8,0+89 (Walpertskirchener Spange, Strecken-Nr. 5606). Von dort läuft die Trasse für den überregionalen Verkehr nach

Norden bis Bahn-km 8,2+29 und geht in den Tunnel Sempt über. Das gesamte Stationsbauwerk wird in offener Bauweise hergestellt.

Die Sohle des Stationsbauwerks liegt hauptsächlich in wasserführenden quartären Kiesen, allerdings teils in Höhe der erosiv ausgebildeten Quartär-Tertiär-Grenze, die abschnittsweise unterschritten wird. Das Tertiär ist dabei bindig, sowie nicht bindig ausgebildet, das Korngrößenspektrum reicht von Ton bis Kies. Insgesamt zeigt sich die Gründungssohle demnach stark inhomogen.

Für die in das Grundwasser eintauchenden Bauwerksabschnitte sind eine dichte Baugrubenumschließung mit rückverankerten Spund- bzw. Bohrpfahlwänden und eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle vorgesehen. Einzelne Baugrubenabschnitte werden frei geböscht. Die Böschungswinkel betragen maximal 45°. Es werden die Vorgaben der DIN 4124 eingehalten. Es wird empfohlen, die Böschungen gegen Witterungseinflüsse durch eine Abdeckung zu schützen.

Neues Stationsbauwerk Erding / offene Bauweise		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	Strecke 5601: 14,4+90 – 14,4+31 Strecke 5606: 8,0+89 – 8,2+29
derzeitige GOK		ca. 470 – 462
Einbindetiefe Unterwasserbetonsohle		ca. 451 – 450
OK quartärer Kies		ca. 452 - 454
OK tertiäre Schichten		ca. 449 - 450

Tab. 6 Neues Stationsbauwerk Erding - Bauwerksdaten und Geologie

Aufgrund der offenen Bauweise mit wasserdichter Umschließung und der Einbringung einer Unterwasserbetonsohle ist keine Wasserhaltung erforderlich. Zur Erstentleerung der Baugrube wurde eine Ableitungsmenge berechnet (siehe Anl. 22.3).

Das vorgesehene Bauverfahren macht keine weiteren Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.6 Tunnel Sempt / S-Bahn und überregionaler Verkehr

Das Bauwerk Tunnel Sempt beginnt am Stationsbauwerk Bf Erding im Süden im Bereich des heutigen Fliegerhorstes bei S-Bahn-km 14,4+31 (entspricht Bahn-km 8,2+29 der Walpertskirchener Spange). Von dort verläuft der Tunnel in etwa nach Norden und unterfährt die Alte Römerstraße sowie die Straße Zur Kehrmühle. Im Anschluss unterfährt der Tunnel die Sempt und kommt bei S-Bahn-km 14,8+31 (bzw. Bahn-km 8,6+95 der Walpertskirchener Spange) wieder an die Oberfläche. Das gesamte Bauwerk wird in offener Bauweise hergestellt.

Die Sohle des Tunnels liegt hauptsächlich in wasserführenden quartären Kiesen, allerdings teils in Höhe der erosiv ausgebildeten Quartär-Tertiär-Grenze, die teils unterschritten wird. Das Tertiär ist dabei bindig, sowie nicht bindig ausgebildet, das Korngrößenspektrum reicht von Ton bis Kies. Insgesamt zeigt sich die Gründungssohle demnach stark inhomogen.

Für die in das Grundwasser eintauchenden Bauwerksabschnitte sind eine dichte Baugrubenumschließung mit rückverankerten Spundwänden bzw. Bohrpfahlwänden und eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle vorgesehen.

<b>Bauwerk Tunnel Sempt / offene Bauweise</b>		
Kilometrierung (S-Bahn)	Koten im System DHHN12	14,4+31 – 14,8+30
derzeitige GOK		ca. 461 - 457
Einbindetiefe Bohrpfahlwand bzw. Unterwasserbetonsohle		ca. 450,5 – 441,5
OK quartärer Kies		ca. 453
OK tertiäre Schichten		ca. 448

Tab. 7 Bauwerk Tunnel Sempt - Bauwerksdaten und Geologie

Aufgrund der offenen Bauweise mit wasserdichtem Verbau und der Einbringung einer Unterwasserbetonsohle ist keine Wasserhaltung erforderlich. Zur Erstentleerung der Baugrube wurde eine Ableitungsmenge berechnet (Siehe Anl. 22.3).

Das vorgesehene Bauverfahren machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.7 Trog Sempt / S-Bahn und überregionaler Verkehr

Das Trogbauwerk Sempt schließt nördlich an den Tunnel Sempt bei Bahn-km 14,8+30 (entspricht Bahn-km 8,6+95 der Walpertskirchener Spange). Von dort verläuft der Trog in etwa nach Norden und endet bei Bahn-km 15,1+10 (die Walpertskirchener Spange endet kurz vor dem Trogende bei Bahn-km 8,9+55). Das gesamte Bauwerk wird in offener Bauweise hergestellt.

Die Sohle des Bauwerks im Bereich Trog Sempt liegt hauptsächlich in wasserführenden quartären Kiesen, allerdings teils in Höhe der erosiv ausgebildeten Quartär-Tertiär-Grenze, die teils unterschritten wird. Das Tertiär ist dabei bindig, sowie nicht bindig ausgebildet, das Korngrößenspektrum reicht von Ton bis Kies. Insgesamt zeigt sich die Gründungssohle demnach stark inhomogen.

Für die in das Grundwasser eintauchenden Bauwerksabschnitte sind eine dichte Baugrubenumschließung mit rückverankerten Spundwänden bzw. Bohrpfahlwänden und eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle vorgesehen.

Aufgrund der offenen Bauweise mit wasserdichtem Verbau und der Einbringung einer Unterwasserbetonsohle ist keine Wasserhaltung erforderlich. Zur Erstentleerung der Baugrube wurde eine Ableitungsmenge berechnet (siehe Anl. 22.3).

Bauwerk Trog Sempt / offene Bauweise		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	14,8+30 – 15,1+10
derzeitige GOK		ca. 457
Einbindetiefe Unterwasserbetonsohle		ca. 453 – 445,5
OK quartärer Kies		ca. 454,50
OK tertiäre Schicht		ca. 449

Tab. 8 Bauwerk Trog Sempt - Bauwerksdaten und Geologie

Das vorgesehene Bauverfahren machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.8 EÜ Geh- und Radweg Langengeisling / S-Bahn und überregionaler Verkehr

Das Bauwerk EÜ Geh- und Radweg Langengeisling befindet sich auf dem Feldweg Geislinger Anger (Fortsetzung der Erdinger Straße) ca. 800 m nördlich vom Eisstadion Erding.

Die Eisenbahnüberführung wird als einfeldriges, schiefwinkliges Rahmenbauwerk ausgeführt. Die Gradienten des Geh- und Radwegs liegt ca. bei 451,15 DHHN12.

Das Bauwerk wird flach gegründet. Unter der Gründungssohle stehen auf die gesamte Breite des Bauwerkes quartäre Kiese an, die einen tragfähigen Baugrund bilden.

Das  $HW_{10}$  liegt im Bereich des Bauwerks bei ca. 453,08 m DHHN12. Bei einem  $HW_{10}$  Stand beträgt die rechnerische Eintauchtiefe der Baugrubensohle ca. 0,50 m. Es wird eine offene Wasserhaltung durchgeführt. Anfallendes Tagwasser, in Form von Schicht- und Niederschlagswasser, wird mittels Pumpensümpfen gesammelt und abgeleitet.

Die für die Herstellung der Fundamente erforderlichen Baugruben können nach einer lokalen Grundwasserabsenkung bzw. Schutze einer offenen Wasserhaltung frei geböscht werden. Die Böschungswinkel betragen maximal 45°. Es werden die Vorgaben der DIN 4124 eingehalten. Es wird empfohlen, die Böschungen gegen Witterungseinflüsse durch eine Abdeckung zu schützen.

Das Bauwerk ist auf einen Bemessungswasserstand von  $HW_{100+0,3}$  bemessen.

<b>Bauwerk EÜ Geh- und Radweg Langengeisling</b>		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	15,7+59
Kreuzungswinkel mit Geh- und Radweg		ca. 31,9 gon
derzeitige GOK		ca. 455
Einbindetiefe		ca. 2,5 m
OK quartäre Kiese		ca. 454

Tab. 9 Bauwerk EÜ Geh- und Radweg Langengeisling - Bauwerksdaten und Geologie

Das vorgesehen Bauverfahren und die Lage des geplanten Bauwerks machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.9 EÜ Fehlbach / S-Bahn und überregionaler Verkehr

Zur Überquerung des Fehlbachs und der parallel dazu verlaufenden Straße In den Hacken ist ein zweifeldriges Brückenbauwerk vorgesehen.

Wegen der unmittelbaren Nähe zum Fehlbach sind für die Widerlager sowie für die mittlere Pfeilerachse Tiefgründungen auf Pfählen vorgesehen.

Die Gründungssohle ist auf beiden Widerlagerseiten sowie im Bereich der mittleren Pfeilerachse waagrecht. Es erfolgt eine Gründung auf Bohrpfählen mit einer Gesamteinbindetiefe von ca. 9,0 m.

<b>Bauwerk EÜ Fehlbach</b>		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	16,2+05
Kreuzungswinkel mit Straße		ca. 41,3 gon
derzeitige GOK		ca. 454,5 – 454,0
Einbindetiefe		ca. 9,0 m
OK quartäre Kiese		ca. 452,5 – 453,5

Tab. 10 Bauwerk EÜ Fehlbach - Bauwerksdaten und Geologie

Die für die Herstellung der Pfahlkopfkonstruktionen erforderlichen Baugruben werden zur Fehlbach abgewandten Seite geböscht hergestellt. Dabei sollten Böschungswinkel von 45° nicht überschritten werden und die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten. Es empfiehlt sich die Böschungen gegen Witterungseinflüsse durch eine Abdeckung zu schützen. Auf der Fehlbach zugewandten Seite wird ein wasserdichter Verbau ausgeführt, der die Bemessungswasserstände berücksichtigt. Eventuell anfallendes Tagwasser wird über eine offene Wasserhaltung abgepumpt und der örtlichen Vorflut zugeleitet.

Die Baugrubensohle liegt in tragfähigen und witterungsunempfindlichen Schichten die ohne Zusatzmaßnahmen zum Abtragen von Baumaschinenlasten geeignet sind.

Das Bauwerk und seine Gründung sind auf den Wasserstand  $HW_{100+0,3}$  bemessen.

Das vorgesehen Bauverfahren und die Lage des geplanten Bauwerks machen keine weiteren Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.10 Trog Wasserturm / überregionaler Verkehr

Die von Osten kommende Trasse der Walpertskirchener Spange taucht zunächst über einen Einschnitt ab, der in den Trog Wasserturm übergeht. Der Trog endet am Übergang zum Tunnel Wasserturm. Das gesamte Bauwerk wird in offener Bauweise hergestellt.

Sowohl die Sohle der von Osten kommenden Trasse als auch die Sohle des Trogbauwerks kommen in risseiszeitlicher Moräne zu liegen. Die Mächtigkeit der unterlagernden Moräne nimmt von Südost nach Nordwesten stetig ab. Darunter folgen wasserführende quartäre Kiese mit einer Mächtigkeit zwischen 3 und 5 m, die von tertiären bindigen Schichten unterlagert werden.

Bauwerk Trog Wasserturm / offene Bauweise		
Kilometrierung	Koten im System DHN12	7,4+71 – 7,5+90
derzeitige GOK		ca. 472 - 468,5
Einbindetiefe		ca. 461 - 458
OK Moräne		ca. 466
OK Kies		ca. 454

Tab. 11 Bauwerk Trog Wasserturm - Bauwerksdaten und Geologie

Das Bauwerk kann in den anstehenden Grundmoränenschichten flach gegründet werden.

Im Bereich des Trogbauwerks kann aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Baugrundes eine bauzeitliche Grundwasserhaltung durchgeführt werden. Hier kann auf eine Sohlsicherung der Baugrube verzichtet werden.

Eventuell anfallendes Tag- bzw. Schichtwasser wird über eine offene Wasserhaltung abgepumpt und lokal versickert.

Das vorgesehen Bauverfahren und die Lage des geplanten Bauwerks machen keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.11 Tunnel Wasserturm, offene Bauweise / überregionaler Verkehr

In jenem Bereich des Tunnels Wasserturm, der in offener Bauweise errichtet wird, fällt die Gradiente vom Trog Wasserturm im Südwesten kommend weiter ab. Am Übergang zum Bauwerk Tunnel bergmännische Bauweise verflacht die Gradienten auf ca. 455 DHHN12.

Die Sohle der von Osten kommenden Trasse kommt in risseiszeitlicher Moräne zu liegen. Die Mächtigkeit der unterlagernden Moräne nimmt von Südost nach Nordwesten stetig ab. Darunter folgen wasserführende quartäre Kiese mit einer Mächtigkeit zwischen 3 und 5 m, die von tertiären bindigen Schichten unterlagert werden.

Bauwerk Tunnel Wasserturm / offene Bauweise		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	7,5+90 – 7,7+62
derzeitige GOK		ca. 468
Einbindetiefe		ca. 456 – 450
OK Moräne		ca. 465
OK Kies		ca. 454

Tab. 12 Bauwerk Tunnel Wasserturm offene Bauweise (Süd) - Bauwerksdaten und Geologie

Das Bauwerk kann in den anstehenden Grundmoränenschichten flach gegründet werden.

Im Südbereich der offenen Bauweise kann bis Bahn-km 7,7+20 aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Baugrundes eine bauzeitliche Grundwasserhaltung durchgeführt werden. Hier kann auf eine Sohlsicherung der Baugrube verzichtet werden. Um Grundwasserzutritte aus den quartären Kiesen zu verhindern wird im Abschnitt zwischen km 7,7+20 bis km 7,7+62 eine dichte Baugrubenumschließung mit wasserdichtem Verbau (Spundwand/Bohrpfahlwand) und eine Sohlsicherung mit DSV bzw. eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle ausgeführt.

Eventuell anfallendes Tagwasser wird über eine offene Wasserhaltung abgepumpt und lokal versickert.

Das vorgesehene Bauverfahren und die Lage des geplanten Bauwerks machen keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

### 6.3.12 Tunnel Wasserturm, bergmännische Bauweise / überregionaler Verkehr

Der in bergmännischer Bauweise errichtete Abschnitt des Tunnels Wasserturm durchfährt den Erdinger Endmoränenwall im Bereich des Wasserturms und der

Anton Bruckner Straße. Die Gradiente ist in diesem Bereich relativ eben bei ca. 455 DHHN12 vorgesehen.

Die maximale Überlagerung zwischen Gradiente und GOK beträgt etwa 22 m.

Der Tunnel wird in konventionellem Vortrieb aufgeföhren. Es wird überwiegend ein Baggervortrieb vorgesehen, wobei der Vortrieb in Kalotte, Strosse und Sohle aufgeteilt wird.

Bauwerk Tunnel Wasserturm bergmännische Bauweise		
Kilometrierung	Koten im System DHHN12	7,7+62 – 8,0+78
derzeitige GOK		ca. 466 - 477
Einbindetiefe		ca. 453,5 – 452,5
OK Moräne		ca. 462 - 472
OK Kies		ca. 453

Tab. 13 Bauwerk Tunnel Wasserturm bergmännische Bauweise - Bauwerksdaten und Geologie

Für den Vortrieb sind Wasserhaltungsmaßnahmen vorgesehen die in Anl. 22.3 näher erläutert und ausgeführt werden.

Der Baugrund im Bereich des bergmännischen Vortriebs besteht in der Kalotte und teilweise auch in der Strosse aus bindigen Lockergesteinen. Die Moräne kann normalerweise als sandiger, kiesiger Schluff angesprochen werden. Hin und wieder sind größere Komponenten (v. a. Steine und Blöcke, Findlinge wurden während der Erkundung nicht vorgefunden) enthalten. Das Material besitzt zumeist eine halbfeste Konsistenz, in den oberen Bereichen kann die Konsistenz steif in den tieferen Bereichen auch fest vorliegen. Die Sohle und teilweise die Strosse bestehen aus mitteldicht gelagerten, wasserführenden quartären Kiesen. Das Material ist auf Grund der Überlagerung (max. etwa 16 m) und der ehemaligen Eisauflast konsolidiert. In den Abschnitten mit bindigen Lockergesteinen verhält sich das Gebirge zumeist druckhaft in den Abschnitten mit nicht bindigen Gesteinen vermutlich nachbrüchig bis rollig, möglicherweise auch druckhaft. Die Abschlagslängen in der Kalotte dürften in diesem Gebirge bis maximal 1,5 m betragen. Es muss dabei sicherlich mit einer weiteren Unterteilung des Ausbruchs gearbeitet werden und zumindest die Kalotte noch in Teilflächen unterteilt werden. Das Gebirge wird nach DIN 18312 in die Vortriebsklassen 6A (ca. 40 %) und 7A (ca. 60 %) eingestuft. Nach dem vorliegenden Erkenntnisstand werden die unterlagernden tertiären Sedimente durch das Tunnelbauwerk nicht berührt.

Der Lösevorgang kann im Vortriebsbereich mit dem Bagger erfolgen. Für den Fall, dass das Material in fester Konsistenz vorliegt oder sehr große Komponenten angefahren werden, muss der Einsatz von Meißeln und unter Umständen

auch Sprengungen vorgesehen werden. In den Abschnitten mit bindigen Lockergesteinen kann es aufgrund des hohen Feinkornanteils zu Verklebungen an den Löse- bzw. Schutterwerkzeugen kommen. Eine Abschätzung der Abrasivität der vorliegenden Lockergesteine kann anhand der geologischen Bohrkernansprache und den örtlichen Erfahrungen vorgenommen werden. Die quartären Gesteine besitzen keine nennenswerten Anteile an verschleißrelevanten Komponenten und weisen deshalb auch nur eine mittlere Abrasivität auf. In Anbetracht der Kürze des bergmännischen Vortriebs dürfte die Verschleißproblematik bei diesem Tunnel nur eine unterordnete Rolle spielen.

Um einen sicheren Vortrieb in diesem Gebirge zu ermöglichen muss voraussichtlich mit Spießen und möglicherweise mit einem Stützkeil gearbeitet werden. Pfändbleche sind weniger geeignet, da sie einen höheren Energieeintrag ins Gebirge verursachen und so die pseudostandfesten Eigenschaften des Gebirges negativ beeinflussen. Außerdem wird wenig Wasser im Vortrieb erwartet, so dass die abdichtende Wirkung der Bleche nicht benötigt wird. Die Kalotten-Ortsbrust wird in manchen Vortriebsbereichen nur in Teilflächen zu öffnen sein und muss dann umgehend mit Spritzbeton gesichert werden. Bei der Verwendung von Ankern als Sicherungsmittel sollte bedacht werden, dass die rückhaltende Wirkung in nicht bindigen Lockergesteinen fraglich ist. Außerdem erfolgt beim Herstellen der Bohrlöcher ein hoher Energieeintrag ins Gebirge, der die ursprüngliche Lagerung verändert und damit die scheinbare Kohäsion zerstört.

Der Tunnel unterfährt die bestehende Anton-Bruckner Straße sowie Gebäude der Ortschaft Erding. Es ist selbstverständlich, dass deswegen der Minderung von Setzungen an der Erdoberfläche eine hohe Priorität einzuräumen ist.

Bei einer sorgfältigen und angepassten Durchführung des konventionellen Vortriebs werden nur geringe Setzungen erwartet. Folgende Aspekte gilt es zur Minderung von möglichen Setzungen zu beachten:

- Ganz wesentlichen Einfluss auf die Möglichkeit der Setzung haben die Mächtigkeit und der geologische Aufbau der Überdeckung sowie der Abstand zur Gründungssohle vorhandener Bauwerke. Ein sorgfältiges, sachgemäßes Vorgehen beim Vortrieb sowie vorgesehene Zusatzmaßnahmen erlauben es auch unter den gegebenen Baugrundverhältnissen geringe Setzungswerte einzuhalten.
- Durch eine möglichst rasche Sicherung der Ortsbrust sowie die Unterteilung in Teilflächen kann die Entspannung im Ortsbrustbereich klein gehalten werden.
- Zur Überwachung möglicher Setzungen an der Oberfläche wird ein Messnetz für ein geodätisches Präzisionsnivelement im Bereich des Baufeldes eingerichtet. Begleitend dazu muss für die Tunnelaußenschale ein tunnelbautech-

nisches Vermessungsprogramm vorgesehen werden um Verformungen zu überwachen bzw. kurzfristig auf Verformungen reagieren zu können.

#### **6.4 Baugruben**

Bei Verbaumaßnahmen kann aufgrund technischer und wirtschaftlicher Aspekte frei zwischen Spundwand- und Bohrpfahlverbau gewählt werden.

Für die Nachweise der Verbauten können Mantelreibungswerte und Spitzendrücke für die Spundwände im Grenzzustand der Tragfähigkeit in nichtbindigen Böden aus den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB, 2012) Tabellen 10.1 und 10.2 entnommen werden, wobei die Anwendungshinweise zu beachten sind.

Mantelreibungswerte und Spitzendrücke für die Spundwände im Grenzzustand der Tragfähigkeit für den Nachweis nach EB84 in bindigen Böden können aus den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB, 2007) Anhang A10 entnommen werden, wobei die Anwendungshinweise zu beachten sind.

Mantelreibungswerte für Verpressanker in bindigen Böden können aus den sog. Ostermayer Tabellen (Grundbautaschenbuch, Auflage 7, Teil 2, Kap. 2.6) entnommen werden.

#### **6.5 Baustraßen**

Für die Versorgung der Baustelleneinrichtungen, die Gründungsarbeiten, den Transport von Fahrwegträgern und technischer Ausrüstung sind entlang der Trasse Baustraßen erforderlich. Für die Baustraßen ist Schwerlastverkehr zu erwarten, der einen hinreichend tragfähigen Straßenuntergrund und -unterbau sowie -oberbau erfordert.

Nach ZTVE-StB 09 wird allgemein für ein ausreichend tragfähiges Straßenplanum ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  vorausgesetzt.

Entlang der Trasse kann dieser Verformungsmodul erfahrungsgemäß auf den Deckschichten nach Abtrag und gesicherter Lagerung des Oberbodens in der Regel nicht erreicht werden. Zur Herstellung der Baustraßen ist der Einbau einer Tragschicht aus gebrochenem Material zweckmäßig.

Zur Ableitung von Niederschlagswasser ist die Profilierung der Oberfläche mit ausreichendem Fließgefälle auszuführen. Das Niederschlagswasser kann bei in der Regel ausreichender Durchlässigkeit des Baugrundes direkt versickert werden und ist ansonsten mittels Entwässerungsgräben abzuleiten.

## **6.6 Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial**

Zu dem Punkt Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial hinsichtlich ihrer umwelttechnischen Eignung wurde ein gesonderter Erläuterungsbericht „BoVEK“ als Anl. 22.2 erstellt.

Hinsichtlich der bautechnischen Eignung des Aushubmaterials wird auf die Beschreibung der einzelnen Bodenschichten in Kap. 5 verwiesen.

## **7            AUSWIRKUNG DER BAUWERKE AUF DAS GRUNDWASSER**

Zu den Punkten Auswirkungen auf das Grundwasser im Bauzustand, Auswirkungen im Endzustand, Auswirkungen auf Grundwassernutzer im Bauzustand und Endzustand, Schutz und Ersatzmaßnahmen wurde ein gesonderter Erläuterungsbericht "Hydrologisches Gutachten" als Anl. 22.3 erstellt.