

Auftragnehmer

**BUCHHOLZ
+ PARTNER**

BUCHHOLZ+PARTNER GmbH

Am Oberen Anger 9
04435 Schkeuditz

Zuständig:
SCHOLZ, Kerstin

Auftraggeber



TenneT TSO GmbH

Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth

**bayernwerk
netz**

Bayernwerk Netz GmbH

Lilienthalstraße 7
93049 Regensburg

Materialband 01

Dokument zum Bodenschutz

Oberbachern – Ottenhofen

Ersatzneubau der 380/220/110-kV Höchstspannungsleitung
Oberbachern - Ottenhofen einschließlich Rückbau der Bestandsleitung

München Nord II

Netzverstärkungsmaßnahme an der 110-kV Hochspannungsleitungen
zwischen Oberbachern und Unterschleißheim

Planfeststellungsunterlage MB.01

Revision
00

Datum
12.09.2025

Seite
1 von 44

I - Änderungshistorie

| Version | Aktualisierungs- datum | Bearbeiter | Freigegeben durch / am | Kurzbeschreibung / Anlass der Änderung |
|---------|---------------------------|------------|---------------------------|--|
| 1.0 | 01.12.2023 | Scholz | Azendorf 01.12.2023 | Dokument zum Bodenschutz |
| 1.1 | 02.05.2025 | Scholz | Azendorf 02.05.2025 | Anpassung an aktuelle Planung |
| 1.2 | 28.08.2025 | Scholz | Azendorf 28.08.2025 | Anpassung an aktuelle Planung (Trassierung 3.1) |

II – Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1. Veranlassung | 5 |
| 2. Methodik | 5 |
| 3. Landschaft | 6 |
| 3.1 Relief | 8 |
| 3.2 Geologie | 10 |
| 3.3 Hydrogeologie | 12 |
| 3.4 Klima | 13 |
| 4. Pedosphäre | 13 |
| 4.1 Bodentypen im Untersuchungsgebiet | 14 |
| 4.2 Bewertung der Bodenfunktionen | 16 |
| 4.3 Gefährdungspotenziale | 23 |
| 4.3.1 Bodenverdichtung und Gefügeschäden | 23 |
| 4.3.2 Erosion | 24 |
| 4.3.3 Verschlammungsneigung | 25 |
| 4.3.4 Vermischung | 26 |
| 4.3.5 Vernässungen, Wasserhaltungsmaßnahmen | 26 |
| 4.3.6 Mögliche anthropogene Verunreinigungen | 26 |
| 4.3.7 Sonstige allgemeine Gefahren | 27 |
| 5. Maßnahmen zur Bauausführung | 28 |
| 5.1 Hinweise zum Bauzeitenplan / Schlechtwetterszenarien | 28 |
| 5.2 Flächeninanspruchnahme | 28 |
| 5.3 Bodenabtragsplanung | 29 |
| 5.3.1 Aushub | 29 |
| 5.3.2 Zwischenlagerung | 30 |
| 5.3.3 Wiedereinbau | 31 |
| 5.4 Baustraßen und Arbeitsflächen (temporär befestigte Flächen) | 32 |
| 5.5 Erosionsschutzmaßnahmen | 36 |
| 5.6 Schutz vor Vernässungen | 37 |
| 5.7 Provisorien | 38 |



| | | |
|-----------|-------------------------------------|-----------|
| 5.8 | Rückbau von Bestandsmasten | 40 |
| 6. | Rekultivierungsmaßnahmen | 41 |
| 6.1 | Zwischenbewirtschaftung | 41 |
| 7. | Bodenkundliche Baubegleitung | 43 |
| 8. | Schlussbemerkung | 43 |
| 9. | Quellenverzeichnis | 44 |

Anlagen

- 1 Übersichtskarte mit natürlichen Bodenformen
- 2 Schummerungskarte mit Gefährdungspotenzialen und Schutzmaßnahmen
- 3 Tabellarische Auflistung der bodenkundlichen Bestandsaufnahme
- 4 Tabellarische Auflistung der Gefährdungspotenziale und empfohlenen Schutzmaßnahmen
- 5 Legende und Abkürzungsverzeichnis für Anlage 3 und 4
- 6 Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Blei-Zink-Verbindungen

1. Veranlassung

Die TenneT TSO GmbH plant den Ersatzneubau der 380/110-kV-Leitung Oberbachern – Ottenhofen A080 / B180. Im Zuge des Ersatzneubaus wird die 380-/220-kV-Leitung Oberbachern – Neufinsing (B108) rückgebaut. Für den Leitungsneubau zwischen Oberbachern und Ottenhofen werden z.T. bestehende Freileitungstrassen genutzt und umgebaut. Im Zuge dessen kommt es zu einem Ersatzneubau im bestehenden Trassenband, zu einem Neubau mit neuer Trassenführung, zu einem standortgleichen Ersatzneubau und zu einem Rückbau von nicht mehr benötigten Masten. Die genannten Maßnahmen sind Gegenstand des vorliegenden Dokumentes zum Bodenschutz.

Erdarbeiten sowie die temporäre Nutzung nicht versiegelter Flächen stellen dabei einen unvermeidbaren Eingriff in die Pedosphäre dar. Hierbei obliegt dem Vorhabenträger eine besondere Verantwortung bei Baumaßnahmen die natürlichen Bodenfunktionen nachhaltig zu sichern und wiederherzustellen, schädliche Bodenveränderungen auf ein Minimum zu reduzieren und die Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen zu treffen. Zusätzlich tritt der Fall ein, wenn die betroffenen Flächen eines Vorhabens größer als 3.000 m² sind, dass gemäß § 4, Abs. 5 BBodSchV die für die Zulassung zuständige Behörde eine Bodenkundliche Baubegleitung verlangen kann. Die Grundlage für die Berücksichtigung des vorsorgenden Bodenschutzes bzw. die Bodenkundliche Baubegleitung stellt das Dokument zum Bodenschutz dar. Im vorliegenden Dokument zum Bodenschutz wird der betroffene Naturraum beschrieben, mögliche Gefährdungspotenziale identifiziert und Maßnahmen im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes abgeleitet.

Mit den dafür notwendigen Recherchearbeiten, der bodenkundlichen Auswertung der abgeteufte Baugrunderkundungsbohrungen und -sondierungen sowie der Erstellung des Dokumentes zum Bodenschutz wurde die BUCHHOLZ + PARTNER GmbH beauftragt. Die Ausführungen basieren unter anderem auf die durch die BUCHHOLZ + PARTNER GmbH durchgeführten Baugrunduntersuchung (Projektnummer L22-II-106.72-1).

2. Methodik

Das Dokument zum Bodenschutz wurde gemäß den Vorgaben der DIN 19639 und der DIN 19731 erstellt. Zusätzlich wurden weitere Publikationen (z.B. Leitfaden „Das Schutzgut Boden in der Planung. Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren“ vom Bayerischen Geologischen Landesamt und dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz, das Rahmenpapier „Bodenschutz beim Stromnetzausbau“ der Bundesnetzagentur, Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) - Leitfaden für die Praxis des Bundesverbandes Boden und andere) berücksichtigt.

Zur Charakterisierung der vorkommenden Böden im Untersuchungsgebiet sowie zur Ableitung des Dokumentes zum Bodenschutz wurden folgende Methoden eingesetzt:

- **Vorerkundung:** Auswertung von pedologischen, geologischen, hydrogeologischen und topographischen Quellen, Auswertung von Planungsunterlagen, Internetrecherche.
- **Baugrunduntersuchung:** Auswertung der Baugrunduntersuchung von 2022 bis März 2025 hinsichtlich bodenkundlicher Aspekte (BUCHHOLZ + PARTNER GmbH, Projektnummer L22-II-106.72-1).



- **Dokument zum Bodenschutz** – Ableitung von charakteristischen Bodeneigenschaften, damit verbundenen Gefährdungspotenzialen sowie Maßnahmen zum vorsorgenden Bodenschutz bei der vorgenannten Baumaßnahme.

Für die Beschreibung des Naturraumes sowie zur Ableitung der Bodentypen und -eigenschaften wurde folgendes Karten- und Datenmaterial verwendet:

- Übersichtsbodenkarte von Bayern 1:25.000 (ÜBK 25),
- Geologische Karte 1:25.000 (GK 25),
- Moorbodenkarte 1:25.000 (MBK 25),
- Bodenschätzungsübersichtskarte 1:25.000 (BSÜK 25),
- Bodenfunktionskarten 1:25.000 (BFK 25),
- Standortkundliche Bodenkarte 1:50.000,
- Auswertungskarten zu Bodenphysik und Bodenchemie,
- digitales Geländemodell mit Rasterweite 1 m (DGM 1),
- Baugrunderkundungsbohrungen (mastkonkrete, direkte und indirekte Aufschlüsse).

Die Datenlage ist für das Untersuchungsgebiet sehr gut. Neben Karten zu den bodenkundlichen Einheiten und Bodenarten, sind auch diverse Auswertungskarten auf Basis der ÜBK 25 vorhanden. Zahlreiche Grundwassermessstellen sind im Zuge der Erstellung ausgewertet worden. Die Bodenschätzungsübersichtskarte im Maßstab 1:25.000 stand für die gesamte Trasse zur Verfügung. Weiterhin konnten die Bohrungen, die im Zuge der Baugrunduntersuchung abgeteuft worden sind, im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes ausgewertet werden. Zusätzlich stellen die geplanten Maßnahmen nur einen vergleichsweise geringen Eingriff in den Boden dar. Neben der Befahrung von unversiegelten Flächen, deren potenzielle Auswirkungen durch geeignete Maßnahmen auf ein Minimum reduziert werden können, sind Erdarbeiten nur im Bereich der Mastgrundflächen (zwischen ca. 200 und 900 m² Eingriffsfläche) geplant. Da der Mast ein technisches Bauwerk darstellt, ist der Bodenstandort degradiert/versiegelt. Es kann sich lediglich im Bereich der Erdüberdeckung ein für die Region typischer, standortangepasster, niedriger Bewuchs ansiedeln (Acker: Ackerkräuter und -gräser; Wald: Kraut- und Strauchvegetation). Für die Land- oder Forstwirtschaft ist der Standort in der Größe der Mastgrundfläche nicht nutzbar. Aufgrund der Kombination aus guter Datenlage und überschaubarem Eingriff in die Böden, kann aus gutachterlicher Sicht auf eine zusätzliche Kartierung der Böden im Untersuchungsgebiet zum jetzigen Zeitpunkt verzichtet werden. Es wird empfohlen, dass die Baumaßnahme durch ein unabhängiges Ingenieur-/ Planungsbüro bodenkundlich begleitet wird, sodass die vorgeschlagenen Maßnahmen auf mögliche, während der Bauausführung auftretenden Abweichungen angepasst werden können.

3. Landschaft

Das Untersuchungsgebiet liegt im Alpenvorland nördlich von München, welches durch landschaftsbildende Prozesse im Tertiär und Quartär in drei verschiedenen Naturräume gegliedert werden kann:

- Donau-Isar-Hügelland: pleistozän überprägte, tertiäre Sedimente bilden sanft geschwungene Hügel mit asymmetrischen Tälern. In der kleinstrukturierten Landschaft werden die Täler vorrangig für die Grünlandwirtschaft, die Kuppen forstwirtschaftlich und die Hänge ackerbaulich genutzt.



- Münchener Schotterebene mit Ampertal und Mittleres Isartal: Sander der alpinen Vereisung, erkennbar als eine großflächige Ebene aus pleistozänen und holozänen Terrassenschottern. In den rezenten Tiefenlinien der Amper und Isar sind rezente Auen ausgebildet. Der ganze Landschaftsraum ist stark anthropogen durch eine hohe Siedlungsdichte überprägt (Ballungsraum München). Die anthropogene Überprägung ist durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung, begradigte und verrohrte Gewässer sowie stark degradierte Moore deutlich erkennbar.
- Isen-Sempt-Hügelland: mindel- und rißeiszeitlich geprägte Altmoränenlandschaft, die durch Erosionsvorgänge und mehrere Meter mächtige Lösslehmüberlagerungen zu einer welligen Hügellandschaft geformt wurde. Die weitgehend waldarme Landschaft ist landwirtschaftlich intensiv genutzt und verfügt über nur wenige Fließgewässer.

Die Abgrenzung der Naturräume sind in Abbildung 1 dargestellt.

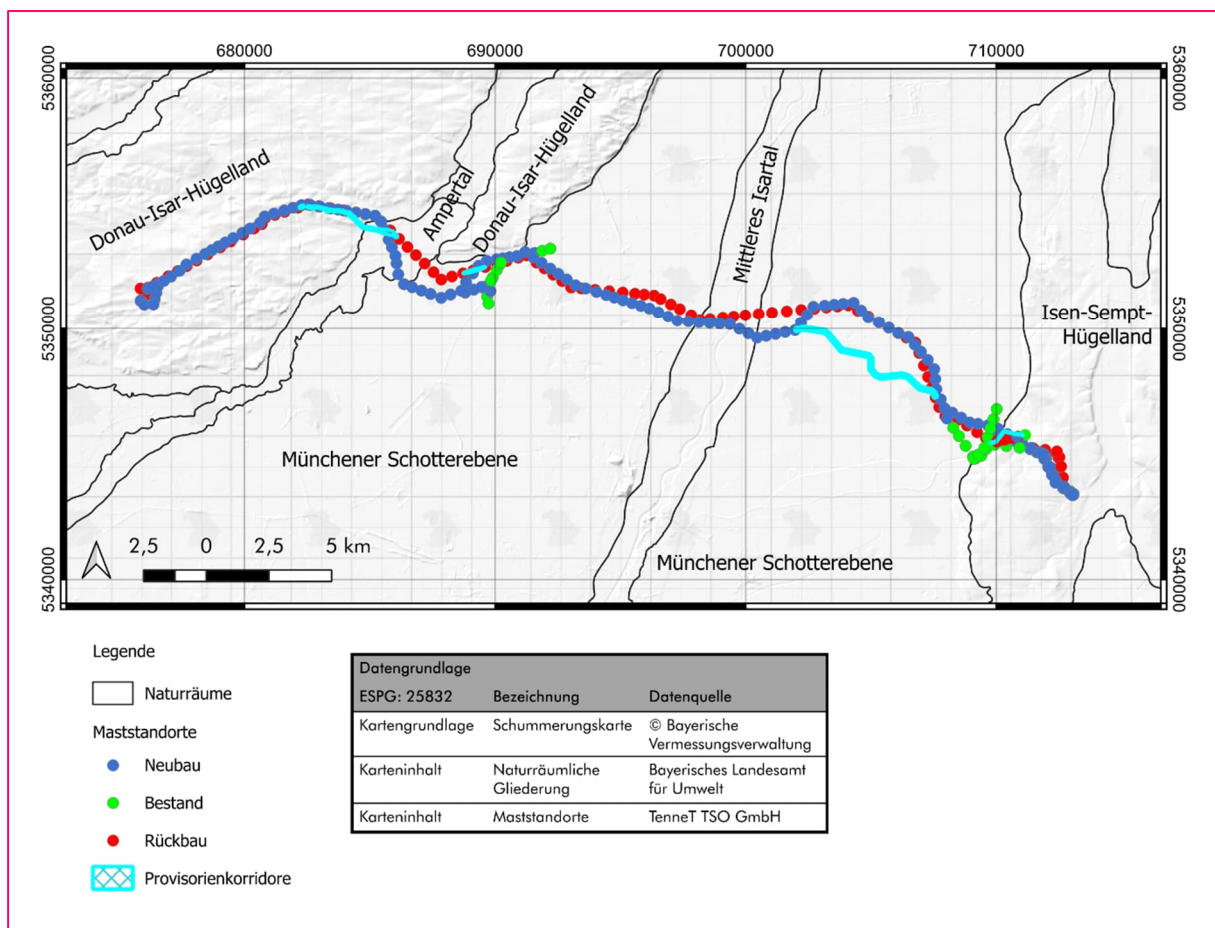


Abb. 1: Schummerungskarte des Untersuchungsgebietes mit naturräumlichen Haupteinheiten

Außerdem handelt es sich im gesamten Untersuchungsraum um eine bereits zu vor- und frühgeschichtlicher Zeit bevorzugte Siedlungsregionen, weshalb verschiedenen Bodendenkmäler, zum Teil auch bisher unbekannter Art und Lokalität, im Baufeld auftreten können.

3.1 Relief

Die dreiteilige Landschaftsgliederung äußert sich unter anderem im Relief. Während der mittlere Teil der Trasse zwischen Neubaumast 30 und Neubaumast 108 in der fast ebenen Münchner Schotterebene liegt, ist die Oberfläche im westlichen und östlichen Teil der Trasse stärker reliefiert.

Die **Münchner Schotterebene** weist fast ausschließlich Hangneigungen kleiner 2° auf. Lediglich aufgrund anthropogener Überprägung im Bereich von Straßen- und Bahndämmen, künstlichen Abgrabungen, Gewässerböschungen können kleinräumig höhere Hangneigungen auftreten. Die meisten Arbeitsflächen in der Münchner Schotterebene sind sehr gleichförmig und eben. Eine Ausnahme bilden die Arbeitsflächen im Bereich der rezenten Auen von Amper, Schwebelbach und Isar, die infolge der zahlreichen holozänen Flussverlegungen durch mehrere Abflussbahnen und Altarme kleinräumig strukturiert sind. Betroffene Masten können den Tabellen 1 und 2 entnommen werden.

Der westliche Teil der Trasse, bis Neubaumast 29, liegt im **Donau-Isar-Hügelland**. Das engmaschige Gewässernetz hat die Hügellandschaft in zahlreiche sanft geschwungene Höhenzüge und Hügel mit typischerweise asymmetrischen Tälern geteilt. Die Hangneigungen können bis 20 ° betragen, wobei innerhalb der geplanten Arbeitsflächen Hangneigungen von maximal ~ 15 ° auftreten können. Die Hangneigung kann auch innerhalb einer Arbeitsfläche stark schwanken und infolgedessen kann es zu Problemen bei der Bauausführung kommen. Die betroffenen Masten sind ebenfalls in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt. Das Umspannwerk Oberbachern und der Anfang der Trasse (bis Neubaumast 5) liegen in dem breiten muldenförmigen Tal des Längenmoosgrabens. Danach setzt sich die Trasse in nordöstliche Richtung entlang einer Kette von Höhenzügen fort, um dann ab Neubaumast 21 bis 29 entlang des Lotzbachtales in dessen Tiefenlinie bis zur Schotterebene geführt zu werden. Ein Ausläufer des Donau-Isar-Hügellandes befindet sich außerdem zwischen Ottershausen, Haimhausen und Deutenhausen, deutlich in der Landschaft durch einen Geländesprung nördlich der Trasse der Neubaumasten 46 bis 52 erkennbar. Die genannten Masten liegen alle noch am nördlichen Rand der Schotterebenen, bzw. im von abgespülten Hangsedimenten überprägten Teil der Schotterebene.

Beginnend mit Neubaumast 109 und weiter in östlicher Richtung bis zum Umspannwerk Ottenhofen verläuft die Trasse im **Isen-Sempt-Hügelland**. Das Relief der Altmoränenlandschaft ist durch die periglazialen Erosions- und Umlagerungsprozesse sowie der Aufwehung von mächtigen Lösssedimenten als Plateau ausgebildet, welches nur durch wenige Fließgewässer im Holozän durchschnitten wurde. Das hat zur Folge, dass die Hochflächen vergleichsweise eben sind und nur im unmittelbaren Einflussbereich der Gewässer größere Hangneigungen bis ca. 30 ° in den V-Tälern auftreten können. Die kritischen Bereiche, welche durch die Baumaßnahme tangiert werden, sind ebenfalls in den Tabellen 1 und 2 dargestellt.

In Tabelle 1 und 2 sind alle Besonderheiten im Relief aufgeführt. Außerdem werden die Flächen erwähnt, bei denen die Hangneigung mehr als 4 ° betragen, weil erfahrungsgemäß ab ca. 5 ° Hangneigung die standardmäßige Verlegung und bei Niederschlägen sichere Nutzung von Lastverteilplatten nicht mehr ohne Weiteres möglich ist.

Tab. 1: Neubau - Besonderheiten im Relief

| betroffene Maststandorte | Beschreibung anhand DGM |
|--------------------------|--|
| B180A | |
| 4 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 6 ° zu rechnen |
| 5 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° zu rechnen |
| 6 | erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° im Bereich der südlichen Seilzugflächen |
| B180 | |
| 5 | erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° im Bereich der östlichen Seilzug- und Ankerflächen |
| 6 | erhöhte Hangneigung bis ~ 6 ° im Bereich der westlichen Seilzug- und Ankerflächen |
| 7, 8 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 6 ° zu rechnen |
| 12 | erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° im Bereich der südwestlichen Seilzug- und Ankerflächen |
| 15 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 7 ° zu rechnen |
| 17 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 9 ° zu rechnen, Baufeld liegt teilweise in einem initialen Tälchen |
| 18 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 9 ° zu rechnen, südlich des Mastes gibt es eine Hangkante mit Neigung zw. 20-30 ° |
| 19 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 6 ° zu rechnen |
| 23 | Hangkante mit ca. 2 m Höhenunterschied und 10 ° Hangneigung im Baufeld |
| 24 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 5 ° zu rechnen |
| 25 | unterschiedliche Hangneigungen im Baufeld, teilweise können Hangneigung bis ~ 9 ° auftreten |
| 27 | erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° im östlichen Teil des Baufeldes, der westliche Teil des Baufeldes liegt in einer reliefbedingten Abflussbahn |
| 28 | der westliche Teil des Baufeldes liegt in einer reliefbedingten Abflussbahn |
| 29 | die westlichen Seilzug- und Ankerflächen liegen in einer reliefbedingten Abflussbahn |
| 30 | erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° im Bereich der nördlichen Seilzugflächen |
| 32 | im Baufeld befindet sich eine Hangkante |
| 33, 34 | Altarm der Amper, unruhiges Relief |
| 48 | Mastfläche befindet sich im Grenzbereich zwischen Schotterebene und Tertiärhügelland mit Hangneigungen bis ~ 8 ° |
| 49 | Grenzbereich zwischen Schotterebene und Tertiärhügelland, im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 7 ° zu rechnen |
| 75, 76 | Isaraue mit linearen Abflussrinnen im Baufeld |
| 111 | erhöhte Hangneigung bis ~ 5 ° im Bereich der westlichen Seilzugflächen |
| 119 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 5 ° zu rechnen |

Fort. Tab. 1: Neubau - Besonderheiten im Relief


| betroffene Maststandorte | Beschreibung anhand DGM |
|--------------------------|--|
| 120 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° zu rechnen |
| B181 | |
| 2 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° zu rechnen |

Tab. 2: Rückbau - Besonderheiten im Relief

| betroffene Maststandorte | Beschreibung anhand DGM |
|--------------------------|---|
| B 108 | |
| 5 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhter Hangneigung bis ~ 6 ° zu rechnen |
| 10 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 5 ° zu rechnen |
| 11 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 7 ° zu rechnen |
| 13 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 9 ° zu rechnen Baufeld liegt teilweise in einem initialen Tälchen |
| 14 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 14 ° zu rechnen |
| 15 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 6 ° zu rechnen |
| 16 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° zu rechnen |
| 19 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 5 ° zu rechnen |
| 21 | erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° im östlichen Teil des Baufeldes, der westliche Teil des Baufeldes liegt in einer reliefbedingten Abflussbahn |
| 22 | der westliche Teil des Baufeldes liegt in einer reliefbedingten Abflussbahn |
| 26, 27 | Altarm der Amper, unruhiges Relief |
| 30 | Aue des Schwebelbaches, unruhiges Relief |
| 59, 60 | Isaraue mit linearen Abflussrinnen im Baufeld |
| B 115 | |
| 13 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 5 ° zu rechnen |
| 14 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° zu rechnen |
| B 119 | |
| 104 | erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° im Bereich der westlichen Seilzugflächen |
| 106 | erhöhte Hangneigung bis ~ 5 ° im Bereich der westlichen Seilzugflächen |
| 114 | im gesamten Baufeld ist mit erhöhte Hangneigung bis ~ 8 ° zu rechnen |

3.2 Geologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im nördlichen Alpenvorland und ist Teil des süddeutschen Molassebeckens. Dieser Sedimenttrog stellte im Tertiär eine Vortiefe der Alpen dar, in welcher der Abtragungsschutt des wachsenden Gebirges als Molassesedimente abgelagert wurde. Die Sedimentation von fein-

bis grobklastischen Materialien erfolgte unter wechselnden Umweltbedingungen im Bereich von Flüssen und in teils von Meer erfüllten, teils von Brack- und Süßwasserseen durchsetzten Vorlandbecken. Die jüngste Schicht, mit einer Mächtigkeit von einigen Hundert Metern, wird vor allem durch die limnisch-fluviatilen Ablagerungen der oberen Süßwassermolasse gebildet. Typisch ist ein kleinräumiger Wechsel von Tonen, Schluffen, Mergeln, Sanden und Kiesen in unterschiedlichen Verfestigungsgraden, die sich horizontal verzahnen und fließend ineinander übergehen können (**Molassekiese, -sande, -schluffe, -tone**). Der westliche Teil der Trasse (bis Mast 29) lag während des Quartärs im nicht vergletscherten Periglazialgebiet, weshalb die Molassesedimente bis heute den oberflächennahen Untergrund bilden.

Mit dem beginnenden Quartär führte eine Klimaverschlechterung zu wiederholten Gletschervorstößen und ausgedehnten Vorlandvereisungen (Mindel-, Riß- und Würmkaltzeit). Dabei lag der zentrale und westliche Teil des Untersuchungsgebiet während der Mindel- und Rißkaltzeit im vergletscherten Bereich. Es folgte auf der einen Seite die Erosion der Molasseschichten im Untersuchungsgebiet um ca. 100 bis 200 m und zum anderen die Akkumulation von verschiedenen glazialen und glazifluviatilen Sedimenten. Die bis heute von Abtragung verschont gebliebene Reste der Grund-, End- und Seitenmoränen bilden als **Geschiebelehm** den hügeligen Untergrund im Isen-Sempt-Hügelland (östliche Trasse ab Neubaumast 109). Vor allem im Zuge des Abschmelzen der alpinen Gletscher wurden über die Schmelzwasserflüsse große Mengen an Sedimenten (vor allem Kalksteingerölle der Nördlichen Kalkalpen mit untergeordneten Anteil an Kristallingeröllen) in die heutige Münchner Schotterebene transportiert und als Sander abgelagert. Die abgelagerten **Niederterrassenschotter** sind vor allem würmzeitlich und bilden für den Hauptteil der Trasse zwischen den Neubaumasten 30 und 108 den oberflächennahen Untergrund. Zusätzlich erfolgte die Ablagerung von schluffigen Materialien (Löss), welche in den Schotterfluren der Schmelzwasserrinnen (z.B. Isar) von starken Winden verweht und in den angrenzenden Hügelländern wieder abgelagert wurden. Die Löss sind im Holozän durch Auswaschungsprozesse verlehmt und entkalkt und wurden im Untersuchungsgebiet als **Lösslehm** in den Bohrungen angetroffen.

In der aktuellen Warmzeit (Holozän) reduzierte sich die Fließgeschwindigkeit der Isar sowie ihrer Zuflüsse und es kam immer wieder zu periodischen Überschwemmungen. Es folgte die Sedimentation von feinkörnigen Materialien (Feinsand, Schluff, tonige Nebengemenganteile) als **Auensande und Auenlehme**, deren Verbreitung die jeweils maximale Überschwemmungsfläche (Auenbereich) im Holozän anzeigt. Im Donau-Isar-Hügelland sowie im Isen-Sempt-Hügelland kam es durch die Entwaldung im Zuge der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zur Abschwemmung und erneuten Ablagerung von Substraten. In den Tiefenlinien bzw. in Hangfußbereichen treten **holozäne Abschwemmmassen bzw. Kolluvien** auf, die im Zuge des Holozäns durch flächenhafte Abtragung der ackerbaulich genutzten Oberböden entstehen konnten. Sie stellen hangverlagerte Molassesedimente, Löss und Geschiebelehme dar, weisen jedoch höhere Anteile an organischen Beimengungen bzw. Humus auf. Aufgrund des jungen Alters sind die Auensedimente und die Kolluvien kaum konsolidiert.

Die Oberfläche der Molassesedimente, die als Grundwassergeringleiter fungieren, steigt Richtung Norden an, weshalb die Mächtigkeit der Grundwasser führenden Niederterrassenschotter abnimmt. Das in den Niederterrassenschottern enthaltene kalkhaltige Grundwasser musste wegen des Platzmangels an einigen Stellen nördlich von München an der Oberfläche austreten und führte zu Vernässungen und zur Bildung von **Quellkalken** sowie **Niedermooren**. Jedoch sind die mächtigen Torfkörper im Zuge der intensiven Nutzung des gesamten Kulturräumtes in Verbindung mit flächenhafter Grundwasserabsenkungen stark

degeneriert. Im Bereich landwirtschaftlicher Flächen werden lediglich vererdete und vermulmte Bodenhorizonte erwartet. Lediglich in den bewaldeten Gebieten sind intakte oder weitestgehend intakte Torfkörper vorhanden.

Als jüngste geologische Schicht können **anthropogene Auffüllungen** genannt werden, die in diesem stark anthropogen überprägten Gebiet vor allem an Straßen- und Bahnböschungen, bei Flussbegradigungen und Geländemodellierungen vorkommen können.

Zusammenfassend dienen folgende geologische Schichten als Bodenbildungsausgangsgesteine:

- anthropogene Auffüllungen,
- Auenlehme und -sande in der Isar-, Amper- und Lotzbachau,
- degradierte Niedermoore,
- Quellkalke,
- holozäne Abschwemmmassen bzw. Kolluvien in Hangfußbereichen und Tiefenlinien,
- Niederterrassenschotter,
- Lösslehme,
- Geschiebelehme,
- Molassekiese, -sande, -schluffe und -tone.

Eine umfangreiche Beschreibung der Geologie kann dem geotechnischen Bericht zur Baugrunduntersuchung (BUCHHOLZ+PARTNER GmbH, Projektnummer L22-II-106.72-1) entnommen werden.

3.3 Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet liegt analog zur Geologie im hydrogeologischen Großraum „Süddeutsches Molassebecken“ bzw. in den Teilräumen „Süddeutsche Tertiärhügelland“, „Fluvioglaziale Schotter des Hochrheins und der Donau mit Nebenflüssen“ und „Süddeutsches Moränenland“. Eine umfangreiche Beschreibung der Hydrogeologie kann dem geotechnischen Bericht zur Baugrunduntersuchung (BUCHHOLZ+PARTNER GmbH, Projektnummer L22-II-106.72-1) entnommen werden.

Entsprechend den Bodenbildungsausgangsgesteinen und den angetroffenen Wasserständen herrschen im Untersuchungsgebiet folgende Bodenfeuchtereime:

- Hochflächen, Oberhang- und Mittelhangbereiche im Donau-Isar-Hügelland sowie im Isen-Sempt-Hügelland: In Abhängigkeit der angetroffenen Bodenschichtung ist im Bereich der Molassekiese und -sande mit schnell dränenden Sickerwässern, im Bereich mit Lösslehme mit langsam dränenden Sickerwässern und im Bereich mit Geschiebelehmen, Molasseschluffen und -tonen mit Stauwasserverhältnissen zu rechnen.
- Tiefenlinien im Donau-Isar-Hügelland sowie im Isen-Sempt-Hügelland: grund- und stauwasserbeeinflusste Böden.
- Münchner Schotterebene: grundwasserbeeinflusste Böden, teilweise mit anmoorigen Bedingungen sowie mit Grundwasseraustritten an der Oberfläche.

3.4 Klima

Im Untersuchungsgebiet herrscht ein warmgemäßigtes Klima, welches durch im Mai bis August erhöhte und sonst ganzjährig vergleichbare Niederschläge sowie durch gemäßigte Temperaturen mit im Jahresverlauf stärkeren Schwankungen und einem Sommermaximum charakterisiert werden kann. Stellvertretend für die Region ist das Klimadiagramm von München in Abbildung 2 dargestellt. In Abhängigkeit der zu erwartenden Niederschlagsmengen und Sonneneinstrahlung sind in der Regel die **Monate Mai bis November** für Erarbeiten vorteilhafter. Das liegt vor allem daran, dass die niedrigen Temperaturen in den letzten und ersten Monaten des Jahres eine verminderte Verdunstung bewirken, weshalb generell eine erhöhte Bodenfeuchte in den Monaten November bis April zu erwarten ist. Vor allem in Bereichen mit bindigen Böden (Donau-Isar-Hügelland, Isen-Sempt-Hügelland, Amper- und Isaraue) ist die Bodenfeuchte maßgeblich für die Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit verantwortlich.

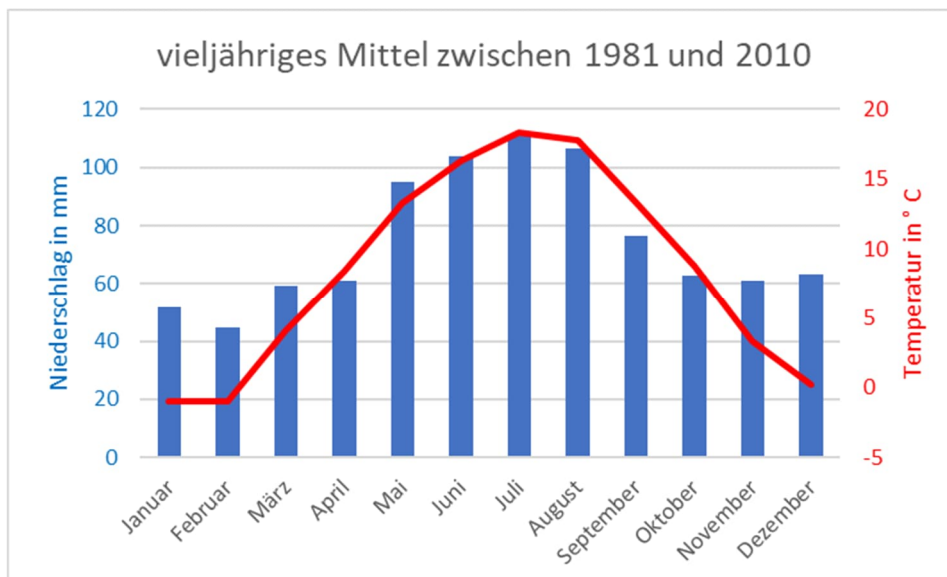


Abb. 2: Klimadiagramm Oberschleißheim (eigene Darstellung, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Messstelle 3722)

4. Pedosphäre

Analog zur Geologie und Hydrogeologie gehört das Untersuchungsgebiet zu den Bodenregionen der Flusslandschaften, der Altmoränenlandschaften, der Löss- und Sandlösslandschaften sowie der Deckenschotterplatten und Tertiärhügelländer im Alpenvorland. In Abhängigkeit von der Lage im Relief, Körnung der anstehenden Sedimente (Bodenausgangssubstrate), Nutzung und den Wasserverhältnissen können sich unterschiedliche Bodentypen herausbilden, die entsprechend ihren Eigenschaften unterschiedliche Gefährdungspotenziale aufweisen. Entsprechend den verschiedenen Teilbereichen treten entlang der Trasse folgenden Bodengroßlandschaften mit den genannten Bodentypen auf:

- Böden der Auen (vorherrschend Kalkpaternien, Gleye, Auengleye und Gley-Kalkpaternien aus Auenablagerungen),

- Böden der Hochflutlehm-, Terrassensand- und Flussschottergebiete (Rendzinen aus Alm, Ackerpararendzinen und humusreiche Pararendzinen aus Schottern, Anmoorgleye und Moorgleye tlw. aus Flussmergel über Schotter, Kalkpaternien und Gley-Kalkpaternien aus Schotter, Niedermoore),
- Böden der Schwäbisch-Bayerischen Altmoränenlandschaft (Kolluvisole, Gleye und Braunerde-Gleye aus schluffigen bis lehmigen Talablagerungen),
- Böden der Tertiärhügelländer (Braunerden, z.T. podsolig, aus lehmig-sandigen oder schluffig-lehmigen Molassematerial, Braunerde-Gleye, Gleye und andere grundwasserbeeinflusste Böden aus schluffigen bis lehmigen Talablagerungen, Kolluvisole aus holozänen Abschwemmmassen),
- Böden der Lösshügelländer (Parabraunerden aus Löss, Braunerden aus Lösslehm, Braunerden aus Lösslehm-Molassematerial-Gemisch, Pseudogley-Braunerden aus Lösslehm, Braunerde-Pseudogley und Pseudogley aus Lösslehm).

Die mastkonkrete Zuordnung kann Anlage 3 entnommen werden.

4.1 Bodentypen im Untersuchungsgebiet

Die genannten Bodengroßlandschaften mit den typischerweise auftretenden Bodentypen können bestimmten Trassenabschnitten zugewiesen werden. Zum einen haben sich in den höher gelegenen Bereichen des Donau-Isar-Hügelland und Isen-Sempt-Hügelland vor allem terrestrische Böden (Parabraunerden, Braunerden, teilweise podsoliert oder pseudovergleyt) und anthropogene terrestrische Böden (Kolluvisole) herausgebildet. Zum anderen befinden sich in der Münchner Schotterebene sowie in einigen Tiefenlinien der Hügelländer, neben terrestrischen Ah/C-Böden (z.B. Pararendzina und Rendzina), grund- und/oder stauwasserbeeinflusste, semiterrestrische Böden (Kalkpaternia, Gleye, Auengley, teilweise vergleyt oder pseudovergleyt). Im Untersuchungsgebiet können durch hoch anstehendes Grundwasser außerdem organische Böden (Niedermoortorf) oder anmoorige Böden (Humusgley) vorhanden sein.

Böden der Münchner Schotterebene:

Zu Beginn der aktuellen Warmzeit (Holozän) setzte infolge einer Streuproduktion der ersten Vegetation und intensiver Tätigkeit wühlender Bodentiere die Bildung humusreicher Oberböden ein. Der sogenannte **Lockersyrosem** war der Ausgangsboden für die weiteren Entwicklungsschritte (mit dem Bodenprofil Ai/IC). Mit zunehmender Oberbodenhorizontmächtigkeit entstanden **Pararendzinen** (mit dem Bodenprofil Ah/eC) und **Rendzinen** (mit dem Bodenprofil Ah/cC), die noch keinen Unterbodenhorizont aufweisen, sondern unter dem Oberboden (Ah) folgt das Ausgangsgestein, welches entsprechend des Karbonatgehaltes des Bodenausgangsgesteins mergelig (eC) oder karbonatisch (cC) ist. Lockersyroseme sind nur noch in Bereichen mit anthropogenen, sandig-kiesigen Auftragsmaterialien zu erwarten, z.B. an Straßenböschungen oder im Bereich rückverfüllter Tagebaue. Pararendzinen und Rendzinen treten jedoch sehr häufig im Untersuchungsgebiet im Bereich der Masten auf, die in der Münchner Schotterebene außerhalb der Auen von Amper und Isar liegen. Bilden die Niederterrassenschotter die Bodenausgangsgesteine, konnten sich Pararendzinen entwickeln (z.B. zwischen Neubaumast 35 und 40, 55 und 71, 77 und 78 sowie 98 und 106), die aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung und der Etablierung eines Pflughorizontes sich zu Ackerpararendzinen (mit dem Bodenprofil Ap/(Ah)/eC) weiterentwickelten. Die Rendzinen



beschränken sich auf den Trassenbereich zwischen Neubaumast 78 und 88, in dem Quellkalke oberflächennah anstehen. Im Gegensatz zu den Standorten mit Pararendzinen, wo nur sehr selten das Grundwasser bis GOK ansteigen kann, haben die Flächen in den Auen von Amper Isar einen periodischen Grundwassereinfluss. Aufgrund der Auedynamik konnten sich **Kalkpaternien** ausbilden mit einem

Bodenprofil aeAh/AaeIC/aG. Das betrifft die Neubaumasten 34 und 72 bis 76. Steht das Grundwasser dauerhaft bis GOK an, bilden sich **Niedermoore** (mit dem Bodenprofil nH/II IC) mit mächtigen Torfauf-lagen. Erwartet wurden gemäß ÜBK 25 Niedermoore im Innhauser Moos zwischen Neubaumast 44 und 54 sowie im südlichen Teil des Erdinger Moores zwischen Neubaumast 89 und 97. Ursprünglich waren Torfmächtigkeiten von 0,5 bis 5 m vorhanden. Infolge der Entwässerung, Torfgewinnung und intensiven landwirtschaftlichen Nutzung seit dem 19. Jahrhundert wurden jedoch ca. 90 % der Niedermoore zerstört. Im Rahmen der Baugrunduntersuchung sind lediglich an den Neubaumaststandorten 45, 46, 47, 51 und 53 (Innhauser Moos) sowie am Neubaumaststandorten 87 (südlicher Teil Erdinger Moos) stark degene-rierte Torfkörper angetroffen worden. Die Torfe waren bereits völlig zersetzt und zum großen Teil mine-ralisiert. Die ca. 1,0 bis 1,8 m mächtigen Schichten konnten als vermulmte Torfhorizonte angesprochen werden. Bei den laut ÜBK 25 vorhandenen Niedermoore handelt es sich auf den landwirtschaftlich ge-nutzten Flächen dementsprechend um **Mulmniedermoore** (mit dem Bodenprofil nHm/nHa/nHt/II IC). In-takte Torfkörper sind vermutlich nur noch in den bewaldeten Flächen vorhanden, die von der Baumaß-nahmen unberührt bleiben. Die restlichen Maststandorte, die sich innerhalb der historisch vorhandenen Moorausbreitung befinden, zeigten lediglich besonders dunkle und humusreiche Oberböden mit Mäch-tigkeiten zwischen ca. 0,3 und 0,4 m. Diese Böden können eher den an den Niedermooren angrenzenden Bodenformen mit **Anmoorgleyen** (mit dem Bodenprofil Go-Aa,Aa-Go/Gr) zugeordnet werden. Bei An-moorgleyen handelt es sich um grundwasserbeeinflusste Böden, die über einen stark humosen Oberbo-den verfügen.

Böden der Hügelländer

Im Bereich des Donau-Isar-Hügelland und des Isen-Sempt-Hügelland begann die Bodenbildung eben-falls mit Rohböden und Ah/C-Böden. Jedoch wurden aufgrund der im Vergleich zur Münchner Schotter-ebene bereits langandauernden geologischen Ruhe die Rohböden und Ah/C-Böden weiterentwickelt. Das versickernde Niederschlagswasser führt zu einer Karbonatauswaschung und intensiveren Verwitterung der Minerale. Es folgte eine Verbraunung und die Bildung eines Unterbodenhorizontes. Die entstandenen **Braunerden** (mit dem Bodenprofil Ah/Bv/C) sind durch einen carbonatarmen Oberbodenhorizont (Ah) charakterisiert, auf den ein verbraunter und verlehmt Unterbodenhorizont folgt (Bv). Bei einer kontinu-ierlichen Tonmineralverlagerung aus dem Oberboden (Al) und Anreicherung im Unterboden kommt zur Bildung eines Bt-Horizontes. Ein Boden mit der Horizontfolge Ah/Al/Bt/C wird als **Parabraunerde** bezeich-net. Braunerden und Parabraunerden werden vor allem in ebenen Bereichen mit geringer Hangneigung erwartet. Gemäß ÜBK 25 treten sie fast flächendeckend, ausgenommen die Tiefenlinien, entlang der Trasse im Donau-Isar-Hügelland und des Isen-Sempt-Hügelland auf. Bei einer weiteren Tonanreicherung im Unterboden bzw. beim Vorhandensein gering wasserdurchlässiger Schichten (z.B. Molassetone, Ge-schiebemergel) können wasserstauende Schichten entstehen, die zur Bildung einer **Pseudogley-Braunerde** (mit dem typischen Bodenprofil Ah/Bv/(Bv-)Sw/II Sd oder Ah/Sw-Bv/(Sd-Bv/)Sd) führen. Dieser Bodentyp tritt vor allem im Untersuchungsgebiet auf den Kuppen im Isen-Sempt-Hügelland auf (zwischen den Neu-baumasten 111 und 118).



Durch Erosionsprozesse an Ober- und Mittelhangbereichen, die vor allem durch die Landwirtschaft begünstigt werden, kommt es in den Unterhangbereichen und im Bereich beginnender Tälchen zur Ablagerung von humosen Oberbodenmaterial. Die humosen und verbrauchten Unterbodenhorizonten (M) bilden mit einem gewöhnlichen Oberbodenhorizont die sogenannten **Kolluvisole** (mit dem typischen Bodenprofil Ah/M/II-C). Während die Kolluvisole terrestrische Böden sind, kommt in den Tiefenlinien der Hügelländer der Einfluss des Grundwassers hinzu, sodass dort semiterrestrische Böden vorkommen. Es handelt sich dabei vor allem um **Gleye** (mit dem Bodenprofil Ah/Go/Gr) und **Auenböden** (z.B. Vega mit dem Bodenprofil aAh/aM/(IIaIC/)(II)aG).

Ein Teil der hier beschriebenen Bodentypen sind durch die Landwirtschaft anthropogen überprägt, sodass der Oberbodenhorizont infolge einer Pflugbearbeitung als Ap bezeichnet wird und ca. 30 cm mächtig ist. Diese Oberbodenmächtigkeit kann für die ebenen Bereiche angenommen werden. In Senken, am Hangfuß und in den Tiefenlinien können größere Mächtigkeiten auftreten. In den Ober- und Mittelhanglagen werden hingegen geringmächtige Oberbodenhorizonte erwartet.

4.2 Bewertung der Bodenfunktionen

Die natürlich vorkommenden Böden haben sich über tausende von Jahren langsam entwickelt und sind heute ein wichtiger Teil des gesamten Geoökosystems. Da insbesondere durch Erdarbeiten, aber auch durch die Befahrung auf die Böden eingewirkt wird, sind Veränderungen z.B. der Lagerungsdichte oder der natürlichen Schichtung zu erwarten. Da eine exakte Wiederherstellung der natürlichen Gegebenheiten durch technische Maßnahmen nicht möglich ist, sollte das Ziel sein, die natürlichen Bodenfunktionen, die für den jeweiligen Standort typisch und natürlich sind, zu erhalten bzw. diese wiederherzustellen. Gemäß § 2 BBodSchG handelt es sich bei den Bodenfunktionen um:

- Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
- Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
- Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften,
- Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
- Archive der Natur- und Kulturgeschichte.

Gemäß dem Kartendienst des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege befinden sich mehrere Bodendenkmäler entlang der Trasse, die als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte bedeutsam sind. Die betroffenen Maststandorte sind in Anlage 4 gekennzeichnet. Sofern das gesamte Baufeld betroffen ist, ist die Ausweisung von Tabuzonen schwierig. Daher empfehlen wir das Thema mit den zuständigen Fachbehörden standortkonkret zu erörtern und abzustimmen. Das Thema der Bodendenkmäler wird im vorliegenden Dokument zum Bodenschutz nicht weiter betrachtet.

Die anderen Bodenfunktionen stellen die natürlichen Bodenfunktionen dar und können durch Bodenteilfunktionen bewertet werden. Die bewertungsrelevanten natürlichen Bodenteilfunktionen sind:

- Archive der Natur- und Kulturgeschichte,
- Standortpotenzial für die natürliche Vegetation,
- Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen,



- Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle,
- Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge,
- natürliche Ertragsfähigkeit.

Die Bodenteilfunktionen werden mithilfe von Kenngrößen des Bodens ermittelt und anhand der Bewertungsklassen 1 bis 5 klassifiziert (vgl. Tab 3).

Tab. 3: Bewertungsklassen der Bodenfunktionen und Bodenkennwerte gemäß Quelle 5

| Bewertungsklasse | Funktionserfüllung |
|------------------|-----------------------------|
| 0 | keine (versiegelte Flächen) |
| 1 | gering |
| 2 | mittel |
| 3 | hoch |
| 4 | sehr hoch |

Die Bewertung konnte entweder der Bodenfunktionskarte im Maßstab 1:25.000 entnommen oder gemäß dem Leitfaden „Das Schutzgut Boden in der Planung. Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren“ (LfU 2003) anhand der Übersichtsbodenkarten mit dem Maßstab 1:25.000, anhand der Bodenschätzungsübersichtskarte mit dem Maßstab 1:25.000 und/oder der Baugrunderkundungsbohrungen abgeleitet werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangsgesteine, Reliefposition und Wasserverhältnisse variiert die Funktionserfüllung der unversiegelten Flächen in den verschiedenen Kategorien zwischen gering bis sehr hoch. Für eine zusammenfassende Betrachtung werden die Böden entsprechend ihrer Bodenausgangsgesteine und dem Bodenfeuchtereime in sechs Gruppen zusammengefasst:

- Gruppe 1: rollige Bodenausgangsgesteine, sickwasserbeeinflusst (sandiges Kolluvium, Molassesand, Niederterrassenschotter),
- Gruppe 2: bindige Bodenausgangsgesteine, sick- und tlw. stauwasserbeeinflusst (lehmiges Kolluvium, Löss, Lösslehm, Molasseschluff, Geschiebelehm),
- Gruppe 3: bindige Bodenausgangsgesteine, grund- und tlw. stauwasserbeeinflusst (Auelehm, lehmiges Kolluvium, Hochflutlehm),
- Gruppe 4: rollige Bodenausgangsgesteine, grundwasserbeeinflusst (Niederterrassenschotter, sandiges Kolluvium),
- Gruppe 5: organische Bodenausgangsgesteine, grundwasserbestimmt (Niedermoor),
- Gruppe 6: Böden aus Querkalken.

In Anlage 3 ist jeder Maststandort einer der genannten Gruppe zugewiesen. Dabei sind insbesondere die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung, sofern sie vorlagen, berücksichtigt worden. Daher kann es zu Abweichungen im Vergleich zur Übersichtsbodenkarte kommen (Fußnote 3 der Anlage 3). In den folgenden Tabellen werden für die jeweiligen Bodengruppen die Bodenteilfunktionen bewertet.

Tab. 4: Bewertung der Bodenfunktionen

| Natürliche Bodenfunktionen | Funktionsbewertung |
|---|-----------------------------------|
| Gruppe 1: rollige Bodenausgangsgesteine, sickwasserbeeinflusst Kartiereinheiten ÜBK 25: 11, 18a, 18b, 19a Anteil der Masten in der Trasse: ca. 16 % Verbreitung im Untersuchungsgebiet: können überall auftreten | |
| natürliche Ertragsfähigkeit | 2 – 3 (gering bis mittel) |
| Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen | 4 – 5 (hoch bis sehr hoch) |
| Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle | 2 – 3 (gering bis mittel) |
| Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge | 1 – 3 (sehr gering bis mittel) |
| Standortpotenzial für die natürliche Vegetation | 3 – 4 (mittel bis hoch) |
| Gesamtbewertung | 2,4 – 5 (gering bis sehr hoch) |
| Gruppe 2: bindige Bodenausgangsgesteine, sick- und tlw. stauwasserbeeinflusst Kartiereinheiten ÜBK 25: 4a, 5, 12a, 13, 22a, 47, 50a Anteil der Masten in der Trasse: ca. 34 % Verbreitung im Untersuchungsgebiet: Hochflächen und Hangbereiche in den Hügelländern | |
| natürliche Ertragsfähigkeit | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen | 3 – 4 (mittel bis hoch) |
| Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Standortpotenzial für die natürliche Vegetation | 3 (mittel) |
| Gesamtbewertung | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Gruppe 3: bindige Bodenausgangsgesteine, grund- und tlw. stauwasserbeeinflusst Kartiereinheiten ÜBK 25: 12a, 19a, 73b, 76b, 90a Anteil der Masten in der Trasse: ca. 10 % Verbreitung im Untersuchungsgebiet: Tiefenlinien in den Hügelländern, Auen von Amper und Isar | |
| natürliche Ertragsfähigkeit | 3 (mittel) |
| Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen | 2 – 3 (gering bis mittel) |
| Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Standortpotenzial für die natürliche Vegetation | 5 (sehr hoch) |
| Gesamtbewertung | 5 (sehr hoch) |

Fortsetzung Tab. 4: Bewertung der Bodenfunktionen

| Natürliche Bodenfunktionen | Funktionsbewertung |
|--|-----------------------------------|
| Gruppe 4: rollige Bodenausgangsgesteine, grundwasserbeeinflusst Kartiereinheiten ÜBK 25: 18b, 19a, 21, 76a, 83a, 84a, 85, 90a Anteil der Masten in der Trasse: ca. 26 % Verbreitung im Untersuchungsgebiet: Münchner Schotterebene | |
| natürliche Ertragsfähigkeit | 2 – 3 (gering bis mittel) |
| Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen | 4 – 5 (hoch bis sehr hoch) |
| Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle | 3 (mittel) |
| Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge | 1 – 3 (sehr gering bis mittel) |
| Standortpotenzial für die natürliche Vegetation | 5 (sehr hoch) |
| Gesamtbewertung | 5 (sehr hoch) |
| Gruppe 5: bindige, z.T. organische Bodenausgangsgesteine, grundwasserbestimmt Kartiereinheiten ÜBK 25: 62c, 64c, 78 Anteil der Masten in der Trasse: ca. 8 % Verbreitung im Untersuchungsgebiet: Inhauser Moos, südlicher Teil des Erdinger Moores | |
| natürliche Ertragsfähigkeit | 3 – 4 (mittel – hoch) |
| Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen | 5 (sehr hoch) |
| Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle | 3 – 4 (mittel bis hoch) |
| Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge | 5 (sehr hoch) |
| Standortpotenzial für die natürliche Vegetation | 5 (sehr hoch) |
| Gesamtbewertung | 5 (sehr hoch) |
| Gruppe 6: Quellkalke als Bodenausgangsgesteine, grundwasserbeeinflusst Kartiereinheiten ÜBK 25: 57 Anteil der Masten in der Trasse: ca. 6 % Verbreitung im Untersuchungsgebiet: Münchner Schotterebene östlich der Isar | |
| natürliche Ertragsfähigkeit | 3 – 5 (mittel – sehr hoch) |
| Retentionsvermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen | 5 (sehr hoch) |
| Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Puffervermögen des Bodens für versauernd wirkende Einträge | 3 – 5 (mittel bis sehr hoch) |
| Standortpotenzial für die natürliche Vegetation | 5 (sehr hoch) |
| Gesamtbewertung | 5 (sehr hoch) |

Alle Böden weisen in der Gesamtbewertung eine mittlere bis sehr hohe Funktionserfüllung auf. Die Böden der sechs genannten Gruppen unterscheiden sich jedoch gemäß ihren bodenphysikalischen und -chemischen Eigenschaften bei der Funktionsbewertung der einzelnen Komponenten (vgl. Tab. 4).

Die **Böden der Gruppe 1** gehen aus rolligen Substraten (sandiges Kolluvium, Molassesand, Niederterrassenschotter) hervor, die aufgrund der fehlenden Feinbodenanteile erfahrungsgemäß eine schlechte Wasserhaltekapazität (sehr geringe bis mittlere Feldkapazität, mittlere bis sehr hohe Luftkapazität), aber dafür eine hohe bis äußerst hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. In Kombination mit Grundwasserflurabständen > 5 m, sind die Standorte sickerwasserbestimmt, weshalb es zu einer vertikalen Nährstoffverlagerung bzw. Auslaugung der Oberböden gekommen ist. Die genannten Faktoren bedingen, dass die Böden der Gruppe 1 nur eine geringe bis mittlere natürliche Ertragsfähigkeit aufweisen. Die fehlende bindige Deckschicht begründet außerdem nur eine sehr geringe bis mittlere Sorptionskapazität und damit nur eine sehr geringe bis mittlere Funktionserfüllung bei der Filter- und Pufferwirkung für Schadstoffe bzw. versauernd wirkende Einträge. Auf der anderen Seite haben die Böden aufgrund des großen zusammenhängenden Porenvolumens mit weiten Grobporen eine hohe bis sehr hohe Funktionserfüllung als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf. Das Standortpotenzial für die natürliche Vegetation wird mit einer mittleren bis hohen Funktionserfüllung bewertet. Die Gesamtbewertung ergibt für die Böden der Gruppe 1 eine geringe bis sehr hohe Erfüllung der natürlichen Bodenfunktionen, wobei sich die sehr hohe Funktionserfüllung im Besonderen auf die gute Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Sedimente zurückführen lässt. Dementsprechend ist für die von der Baumaßnahme betroffenen Standorte der Gruppe 1 folgenden Aspekte zu den natürlichen Bodenfunktionen von Bedeutung:

- Erhaltung der guten Wasserdurchlässigkeit,
- aufgrund der fehlenden bindigen, grundwasserschützenden Deckschicht herrscht eine besonders große Gefahr bei Verunreinigungen.

Die **Böden der Gruppe 2** haben bindige Bodenausgangsgesteine (lehmiges Kolluvium, Löss, Lösslehm, Molasseschluff, Geschiebelehm) mit engen Grobporen, Mittelporen wenigen Feinporen. Es herrscht ein Grundwasserflurabstand > 5 m. Dementsprechend sind die Böden sicker- bzw. teilweise zusätzlich stauwasserbeeinflusst. Das Sickerwasser ist langsam dränend, weshalb das Wasser gut gehalten werden kann, aber trotzdem pflanzenverfügbar ist. Die nutzbare Feldkapazität schwankt erfahrungsgemäß zwischen mittel bis sehr hoch. Zusätzlich zur guten Wasserversorgung bedingen die kalkhaltigen Sedimente einen mittleren bis sehr hohen Erfüllungsgrad der natürlichen Ertragsfähigkeit. Die längere Verweildauer des Sickerwassers in der grundwasserschützenden Deckschicht sowie die mittlere bis hohe Sorptionskapazität der Schluff- und Tonteilchen führen zu einer mittleren bis sehr hohen Filter- und Pufferwirkung für Schadstoffe bzw. versauernd wirkende Einträge. Obwohl die Böden der Gruppe 2 eine geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen, haben diese aufgrund der hohen nutzbaren Feldkapazität ein mittleres bis hohes Retentionsvermögen bei Niederschlagsereignissen. Das Standortpotenzial für die natürliche Vegetation wird mit einer mittleren Funktionserfüllung bewertet, weil es sich nicht um Extremstandorte handelt und diese Böden regional vergleichsweise oft im Untersuchungsgebiet auftreten. Die Gesamtbewertung weist dementsprechend auf eine mittlere bis sehr hohe Funktionserfüllung der natürlichen Bodenfunktionen, wobei sich die sehr hohe Funktionserfüllung im Besonderen auf die guten Puffer- und Filtereigenschaften zurückführen lässt. Folgenden Schwerpunkten im Hinblick auf die Baumaßnahme sind zu beachten:

- Erhaltung oder geeignete Verwertung der nährstoffreichen, humosen Oberböden,
- Erhaltung oder Wiederherstellung der bindigen Deckschicht als grundwasserschützende Schicht,
- Erhaltung der Porenkontinuität der engen Grobporen, Mittelporen und Feinporen.

Die **Böden der Gruppe 3** haben sich ebenfalls aus bindigen Bodenausgangsgesteinen (Auelehm, lehmiges Kolluvium, Hochflutlehm) gebildet und verfügen über ein Kontinuum aus engen Grobporen, Mittelporen sowie wenigen Feinporen. Da sich diese Böden jedoch in Tiefenlinien mit teilweise rezenten Auen befinden, herrscht ein grund- bzw. stauwasserbeeinflusstes Bodenfeuchtereime. Die teilweise Durchnässung bzw. auch regelmäßige Überflutung bewirkte, dass sich Auenböden mit einer mittleren natürlichen Ertragsfähigkeit entwickeln konnten. Die Filter- und Pufferwirkung für Schadstoffe bzw. versauernd wirkende Einträge liegt für die Böden der Gruppe 3 zwischen mittel bis sehr hoch. Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit und der geringen Grundwasserflurabstände weisen sie nur ein geringes bis mittleres Retentionsvermögen bei Niederschlagsereignissen auf. Das Standortpotenzial für die natürliche Vegetation ist aufgrund der ganzjährig hohen Grundwasserstände als sehr hoch zu beurteilen. In Summe sind die Böden der Gruppe 3 durch eine sehr hohe Funktionserfüllung der natürlichen Bodenfunktionen charakterisiert. Folgende Aspekte zu den natürlichen Bodenfunktionen sind zu beachten:

- Erhaltung der Porenkontinuität der engen Grobporen, Mittelporen und Feinporen,
- Umgang mit Vernässungen (Grundwasser sowie aufstauendes Niederschlagswasser),
- Erhaltung oder Wiederherstellung der bindigen Deckschicht als grundwasserschützende Schicht.

Die **Böden der Gruppe 4** gehen vor allem aus den Niederterrassenschottern und nur selten aus sandigem Kolluvium (rollige Bodenausgangssubstrate) hervor, die aufgrund der fehlenden Feinbodenanteile erfahrungsgemäß eine schlechte Wasserhaltekapazität (sehr geringe bis mittlere Feldkapazität, mittlere bis sehr hohe Luftkapazität), aber dafür eine hohe bis äußerst hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Aufgrund der geringen Grundwasserflurabstände, sind die Böden der Gruppe 4 grundwasserbeeinflusst. Die Funktionserfüllung bei der natürlichen Ertragsfähigkeit variiert zwischen gering und mittel. Die fehlenden Feinkornanteile begründen außerdem die sehr geringe bis mittlere Funktionserfüllung bei der Filter- und Pufferwirkung für Schadstoffe bzw. versauernd wirkende Einträge. Auf der anderen Seite haben die Böden aufgrund des großen zusammenhängenden Porenvolumens mit weiten Grobporen ein hohes bis sehr hohes Retentionsvermögen bei Niederschlagsereignissen. Das Standortpotenzial für die natürliche Vegetation ist aufgrund der ganzjährig hohen Grundwasserstände als sehr hoch zu beurteilen. Aufgrund der Funktionserfüllung als Standort für die natürliche Vegetation und als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf ergibt die Gesamtbewertung für die Böden der Gruppe 4 eine sehr hohe Erfüllung der natürlichen Bodenfunktionen. Dementsprechend ist für die von der Baumaßnahme betroffenen Standorte der Gruppe 4 folgenden Aspekte zu den natürlichen Bodenfunktionen von Bedeutung:

- Erhaltung der guten Wasserdurchlässigkeit,
- Umgang mit Vernässungen (Grundwasser, großer Wasserandrang möglich),
- aufgrund der fehlenden bindigen, grundwasserschützenden Deckschicht herrscht eine besonders große Gefahr bei Verunreinigungen.

Die **Böden der Gruppe 5** (Niedermoore) treten vergleichsweise selten im Trassenverlauf auf und kommen voraussichtlich nur im Bereich des Inhauser Moores und im südliche Teil der Erdinger Moores vor. Infolge ganzjährig hoch anstehenden Grundwassers haben sich anmoorige und organische Böden herausgebildet. Auch wenn die nutzbare Feldkapazität, die Fähigkeit pflanzenverfügbares Wasser zu halten hoch bis



sehr hoch klassifiziert wird, verursacht die teilweise sehr geringe Luftkapazität nur eine natürliche Bodenfruchtbarkeit zwischen gering bis mittel. Da es sich jedoch um stark degradierte Niedermoorstandorte handelt, deren Entwässerung zur Mineralisierung der organischen Horizonte führte, liegen vor allem Mulmniedermoore vor. Die dauerhafte Grundwasserabsenkung verbesserte die bodenphysikalischen Eigenschaften, weshalb die aktuelle Ertragsfähigkeit als mittel bis hoch zu bewerten ist. Aufgrund des freigeordneten Porenraumes ist auch das Retentionsvermögen bei Niederschlagsereignissen aktuell höher zu bewerten (sehr hohe Funktionserfüllung). Die Filter- und Puffereigenschaften für Schadstoffe sowie versauernd wirkende Einträge sind aufgrund des hohen Anteils an organischer Substanz und hoher Kalkgehalte mittel bis hoch. Besonderheit der Böden der Gruppe 5 ist, dass diese Böden meist Sonderstandorte für naturnahe Vegetation (sehr hohe Funktionserfüllung) darstellen und dementsprechend in der Gesamtbewertung als sehr hoch eingestuft werden. Für die Baumaßnahme können folgenden Schwerpunkte abgeleitet werden:

- organische, aber vermulmte Niedermoore, die einen Sonderstandort für naturnahe Vegetation sowie aktuell einen guten Standort für Landwirtschaft und Grünlandnutzung darstellen,
- kein intaktes Niedermoor angetroffen,
- Erhaltung der Porenkontinuität der engen Grobporen, Mittelporen und Feinporen in den vermuteten Horizonten,
- Umgang mit Vernässungen (Grundwasser, großer Wasserandrang möglich, wassersensible Substrate im Umkreis).

Die **Böden der Gruppe 6** sind aus Quellkalken hervorgegangen. Aufgrund des sehr hohen Gehaltes an mikrokristallinen Kalken, die Aggregate mit einem Durchmesser von 1 bis 2 µm bilden, können die Böden der Gruppe 6 extrem viel Wasser aufnehmen und verfügen damit über ein sehr hohes Retentionsvermögen bei Niederschlagsereignissen. Diese Eigenschaften bedingen weiterhin in Abhängigkeit des Grads der Entwässerung eine mittlere bis sehr hohe Funktionserfüllung hinsichtlich der natürlichen Ertragsfähigkeit. Das Filter- und Puffervermögen ist ebenfalls als sehr hoch zu bewerten, kann jedoch aufgrund der Geringmächtigkeit der Quellkalke auch nur mittelmäßig sein. Da es sich aufgrund des sehr hohen Kalkgehaltes sowie der eigentlich dauerhaft vernässten Standortbedingungen um Extremstandorte handelt, ist das Standortpotenzial für die natürliche Vegetation ebenfalls mit sehr hoch zu bewerten. Dementsprechend weisen auch bei der Gesamtbewertung aller Bodenfunktionen die Böden der Gruppe 6 eine sehr hohe Funktionserfüllung auf. Folgende Schwerpunkte sind besonders im Hinblick der Baumaßnahme zu berücksichtigen:

- Erhaltung der Porenkontinuität der engen Grobporen, Mittelporen und Feinporen,
- Umgang mit Vernässungen (Grundwasser sowie aufstauendes Niederschlagswasser, sehr wassersensible Böden),
- Erhaltung oder Wiederherstellung der bindigen Deckschicht als grundwasserschützende Schicht.

Die räumliche Verbreitung der verschiedenen Bodengruppen im Trassenkorridor kann Anlage 1 entnommen werden. Die Zuordnung der Maststandorte zu der jeweilige Gruppe erfolgte zunächst anhand der Bodenkarte 1:50.000 und wurde im zweiten Schritt anhand den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung und dem digitalen Geländemodell geprüft.

4.3 Gefährdungspotenziale

Entsprechend der beschriebenen Eigenschaften ergeben sich unterschiedliche Gefährdungspotenziale der Böden durch die Baumaßnahme. Betrachtet werden die Neigung zu Bodenverdichtung bzw. Gefügeschäden, Erosion, Verschlammung, Vernässung und Vermischung sowie allgemeine Gefahren infolge Verunreinigung und Flächenverbrauch. Die potenziellen Gefahrenquellen sind mastkonkret inklusive Handlungsempfehlungen in Anlage 4 zusammengefasst. Die folgenden Kapitel erläutern die verschiedenen Gefährdungspotenziale im Allgemeinen.

4.3.1 Bodenverdichtung und Gefügeschäden

Entsprechend der Ausführungen in Kapitel 4.1 und 4.2 kann die Gefährdung hinsichtlich einer Bodenverdichtung und Gefügeschäden entsprechend der anstehenden Substrate stark variieren. Die rolligen Bodenausgangsgesteine der Gruppe 1 und 4 (sandiges Kolluvium, Molassesand, Niederterrassenschotter) bestehen aus Kiesen, Sanden oder Schluff-Sand-Gemischen mit vorrangig Einzelkorngefüge und oberflächennah lockerer Lagerungsdichte. Generell weisen Sandböden mit kleinen Aggregaten eine geringe Stabilität gegenüber Belastung auf. Vor allem locker gelagerte Sande reagieren schnell auf einen Lasteintrag mit Verdichtung. Daher sind die Sande im Untersuchungsgebiet als verdichtungsanfällig zu kategorisieren. Aufgrund des rolligen Charakters der Sande sind jedoch Schäden am Bodengefüge (Einzelkorngefüge) nicht zu erwarten. Auch bei einer Erhöhung der Lagerungsdichte, ist weiterhin von einer funktionierenden Porenkontinuität auszugehen. Außerdem ermöglicht der rollige Charakter eine gute Rekultivierbarkeit durch tiefenlockernde Maßnahmen. Böden aus kiesigen Substraten (Niederterrassenschotter) sind dagegen nur als gering verdichtungsanfällig zu kategorisieren. Schäden am Bodengefüge sind ebenfalls nicht zu erwarten.

Des Weiteren bilden auch bindige Substrate die Bodenausgangsgesteine der Gruppe 2, 3 und 6 (Quellkalk, Auelehm, Hochflutlehm, lehmiges Kolluvium, Löss, Lösslehm, Molasseschluff, Geschiebelehm) und damit den oberflächennahen Untergrund. Dabei handelt es sich um bindige Sedimente mit unterschiedlich hohem Anteil an Tonen, Schluffen und Sanden, deren Gefährdungsgrad hinsichtlich möglicher Bodenschadverdichtungen außerdem abhängig von der Bodenfeuchte ist. Umso feuchter der Boden, desto größer das Gefährdungspotenzial. Der steigende Wassergehalt führt zu einem Konsistenzwechsel und damit verbunden zu deutlichen Tragfähigkeitsverlusten. Vor allem nach Niederschlagsereignissen sind die Böden im Untersuchungsgebiet bei z.B. unsachgemäßer Befahrung anfällig für massive Schäden. Problematisch ist die Erhöhung der Lagerungsdichte im Bereich der Unterböden, weil damit einhergehend die Porenräume bzw. die Kontinuität zwischen den Porenräumen zerstört wird und eine Wasser- bzw. Luftzirkulation nicht mehr möglich ist. Außerdem wird durch die Verdichtung und durch die knetende Wirkung der Ketten- und Radfahrzeuge das Bodengefüge irreversibel zerstört. Die Rekultivierbarkeit (z.B. durch mechanische Lockerung) von bindigen Böden ist sehr schwierig und langwierig, weshalb diese Bereiche besonders schützenswert sind. Die betroffenen, bindigen Böden der Gruppe 2, 3 und 6 unterscheiden sich jedoch darin, wie schnell sich die Konsistenz bei Wassergehaltsänderungen verändert. Es handelt sich bei den Quellkalken, Auelehmen, Hochflutlehm sowie lehmigen Kolluvien um sehr junge, bisher kaum konsolidierte Böden mit einer weichen bis steifen Konsistenz. Diese Sedimente sind



bei Druckbelastung hinsichtlich einer Bodenschadverdichtung und/oder Gefügeschäden sehr stark gefährdet, da auch ganzjährig eine hohe Bodenfeuchte erwartet wird. Böden aus Molasseschluffen, Lösssedimenten, Lösslehm und Geschiebelehm sind aufgrund der im Periglazial erfolgten Gefrier- und Auftauprozesse bereits stärker konsolidiert. Diese Böden sind außerdem in den höheren Lager der Hügelländer anzutreffen, wo kein Grundwassereinfluss vorhanden ist. Dementsprechend sind trockene Perioden im Jahresverlauf eher zu erwarten, weshalb das Gefährdungspotenzial hinsichtlich einer Bodenschadverdichtung als stark bzw. stellenweise sogar als mittelmäßig bewertet werden konnte.

Ebenfalls sehr stark verdichtungsanfällig sind die organischen Böden der Gruppe 5. Auch wenn durch eine bereits stattgefundene Mineralisierung die Torfkörper vermulmt sind und es zu einer Erhöhung der Lagerungsdichte im Vergleich zu einem intakten Moorkörper gekommen ist, ist bisher keine tiefreichende Konsolidierung der Sedimente erfolgt. Die vermulmten Niedermoore sind dementsprechend ebenfalls als sehr stark verdichtungsanfällig zu bewerten.

Sehr stark verdichtungsanfällige Böden werden im Untersuchungsgebiet in den Tiefenlinien der Hügelländer, in den Auenbereichen von Isar und Amper, im Inhauser Moos, im südlichen Bereich des Erdinger Moores sowie in den Bereichen mit Quellkalken im Untergrund erwartet. Die bindigen Böden in den Hügelländer, die sich außerhalb der Tiefenlinien befinden, sind mittel bis stark gefährdet. Nur einzelne Bereiche in der Münchner Schotterebene, wo die Niederterrassenschotter die Bodenausgangsgesteine bilden, ist nur mit einer geringen Verdichtungsanfälligkeit zu rechnen.

Die mastkonkrete Bewertung der Verdichtungsanfälligkeit erfolgt in Anlage 4, Spalte J.

4.3.2 Erosion

Wasser und Wind sind in der Lage, auch in kurzer Zeit große Mengen an Erdreich ungewollt zu bewegen. Das Gefährdungspotenzial kann in Abhängigkeit der Bodenart, dem Gehalt an organischen Bestandteilen, der Größe der Bodenaggregate, der Wasserleitfähigkeit sowie der Lage im Relief bzw. im Raum (hinsichtlich Windhindernisse) geschätzt werden.

Das Untersuchungsgebiet im Bereich der Hügelländer hat ein zum Teil stark bewegtes Relief mit Hangneigungen bis zu 30°. Demgegenüber ist die Münchner Schotterebene durch ein ruhiges, fast ebenes Relief mit fast ausschließlich Hangneigungen < 2° charakterisiert. Im Untersuchungsgebiet sind vor allem die schluff- und feinsandhaltigen Substrate (Auelehm, Quellkalk, Kolluvium, Löss, Lösslehm, Geschiebelehme, Molasseschluffe) besonders erosionsanfällig durch Wasser. Sie haben erfahrungsgemäß einen k-Faktor zwischen 0,4 und 0,5, der einem Gefährdungspotenzial von hoch bis sehr hoch entspricht. Das bedeutet im Falle eines Starkregenereignis, dass die im Zuge der Bauausführung vegetationslosen Oberflächen bereits bei geringer Hangneigung wassererosionsgefährdet sind. Das kann bereits bei Niederschlägen beginnen, die eine Gesamtmenge von 7,5 mm übersteigen. **Niederschlagsereignisse mit einer Intensität > 5 mm/h** treten im Untersuchungsgebiet statistisch gesehen **17-mal pro Jahr** auf, insbesondere zwischen den Monaten Mai und September. Bodenverlagerungen am Hang treten bereits ab 2° Hangneigung auf, weshalb die Trassenbereiche mit Hangneigungen größer 2° bis 4° in Verbindung mit kurzen Hanglängen als stark gefährdet und in Verbindung mit größeren Hanglängen sowie Hangneigungen



größer 4 ° als sehr stark gefährdet klassifiziert worden sind. Das betrifft ebenfalls die aus diesen Sedimenten aufgeschütteten Bodenmieten. Die Erodierbarkeit durch Wasser der Niederterrassenschotter ist gering.

Winderosion greift ebenfalls vor allem vegetationslose Flächen an. Besonders gefährdet sind zudem Substrate, die einen hohen Anteil an organischer Substanz aufweisen bzw. die aus Schluff-Feinsandgemischen bestehen und dabei kaum aggregiert und ausgetrocknet sind. Dementsprechend sind vor allem temporäre Baustraßen auf ungeschützten Unterböden und die als Bodenmiete aufgeschütteten Oberböden, vermulmten Niedermoore, Quellkalke, Auen- und Hochflutlehme, Kolluvien, Lösslehme sowie Molasseschluffe und -feinsande gefährdet, sobald diese abtrocknen. Winderosion tritt ab Windgeschwindigkeiten > 5 m/s (in 10 m ü. GOK) auf, was dem Beaufortgrad 4 entspricht. Ab Winden der Stufe 5 der Beaufortskala ist mit erhöhten Abtragsraten zu rechnen. Das gilt insbesondere für niederschlagsarme Perioden, in denen die oberflächennahen Bodenschichten ausgetrocknet sind. Gemäß der Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes am Flughafen München (ID 1262) liegt die Hauptwindrichtung in ca. 40 % der Fälle zwischen ca. 220 und 300 ° (Südwest bis Nordwest). Die sekundäre Hauptwindrichtung umfasst Winde aus den Richtungen zwischen 40° und 100° (Nordost bis Ost) und treten in ca. 25 % der Fälle auf. Generell kann anhand der Daten vom Deutschen Wetterdienst abgeleitet werden, dass für alle Windrichtungen in 83 % der Fälle die Windgeschwindigkeiten kleiner als 5 m/s (bis Beaufortgrad 3) und dementsprechend ungefährlich sind. Die Winderosionsgefährdung kann durch Hindernisse, die den Wind abbremsen, deutlich reduziert werden (z.B. Hangkanten, Vegetation, etc.). Aufgrund der verschiedenen Waldgebiete sowie unter Berücksichtigung der Hauptwindrichtungen konnte mastkonkret in Anlage 4, Spalte H die Winderosionsgefährdung angegeben werden. Während in den beiden Hügelländern fast flächendeckend mit einer mittleren bis sehr hohen Winderosionsgefährdung gerechnet werden muss, ist die Gefahr für einige Flächen in der Münchner Schotterebene aufgrund der bis GOK anstehenden Niederterrassenschottern bzw. der dauerhaft vernässten Bedingungen als gering zu bewerten.

Die mastkonkrete Darstellung der Erosionsgefährdung für Wasser sowie für Wind erfolgte in Anlage 4, Spalte H und I.

4.3.3 Verschlammungsneigung

Die Verschlammungsneigung ist abhängig vom Grobschluff- und Feinsandanteil in den Bodensubstraten bei einem sehr geringen oder fehlenden Tonanteil. Diese Sedimente haben eine geringe Gefügestabilität, da die Fließgrenze erreicht wird, bevor eine volle Wassersättigung herrscht. Besonders relevant wird diese Eigenschaft bei Starkregenereignissen oder bei hohen Bodendrücken (z.B. bei Befahrung).

Im Untersuchungsgebiet neigen die Auensedimente, Hochflutlehme, vermulmten Niedermoore, Quellkalke, Kolluvien, Lösslehme, Molasseschluffe sowie die daraus hervorgegangenen Oberböden zur Verschlammung. Die rolligen Sedimente (Niederterrassenschotter, Molassesande) haben aufgrund ihres schwachen Schluffgehaltes nur eine mittlere Verschlammungsneigung (vgl. Anlage 4, Spalte G).



4.3.4 Vermischung

Der oberflächennahe Bereich im Untersuchungsgebiet ist durch die Abfolge von verschiedenen Sedimenten gekennzeichnet, die sich vor allem hinsichtlich der Korngrößenverteilung und der damit verbundenen Wasserdurchlässigkeit stark unterscheiden. Entsprechend der unterschiedlichen Körnung, dem Gehalt an organischer Substanz und der anthropogenen Belastung kann es bei unsachgemäßem Ausbau, Lagerung und Wiedereinbau zu Vermischungen der verschiedenen Substrate kommen. Werden die ausgebauten Substrate nicht wieder gemäß ihrer natürlichen Schichtung eingebaut, kann der Standort nachhaltig degradiert werden. Um die natürlichen Bodenfunktionen wiederherstellen zu können, ist eine Vermischung der anstehenden Substrate unbedingt zu vermeiden (vgl. DIN 19731). Vor allem beim Rückbau von Bestandsmasten ist es wichtig, die den Standort umgebende, natürliche Schichtung aufzunehmen und bei der Verfüllung der Baugrube zu berücksichtigen. Gegebenenfalls können die natürlichen Erdstoffe, die beim Neubau oder Parallelneubau anfallen, verwendet werden.

Die mastkonkret bis zur Aushubsohle zu erwartenden Sedimente sowie die daraus abgeleitete Gefährdung hinsichtlich einer Vermischung sind in Anlage 4, Spalte K tabellarisch zusammengestellt.

4.3.5 Vernässungen, Wasserhaltungsmaßnahmen

Aufgrund des teilweise hohen Schluff- und Tonanteils und der damit einhergehenden geringen Wasserdurchlässigkeit der Auenlehme, Lösslehme, Geschiebelehme sowie Molasseschluffe und -tone kann es nach Stark- oder Dauerniederschlagsereignissen zu aufstauendem Niederschlagswasser oder ab- bzw. zusammenfließendes Oberflächenwasser in den Baugruben bzw. im Baufeld, in natürlichen oder anthropogen verursachten Senken oder vor Hindernissen in Abflussrichtung kommen. Die anstehenden Lehme nehmen die anfallenden Wassermengen langsam, aber stetig auf, wobei infolgedessen die Konsistenzigenschaften und damit verbunden die Tragfähigkeit verändert werden.

Mit der Wasserabgabe verhält es sich äquivalent, wohingegen die Wasserwegsamkeit innerhalb der bindigen Sedimente abhängig vom Sandanteil ist. Daher ist zu beachten, dass es bei trockenen Bodenabschnitten im Lehmereich im Laufe unterschiedlicher Zeiträume zur Entwässerung kommen kann. Es ist mit dem Austritt von Stau- und Schichtenwässern zu rechnen. Ein einheitliches Niveau des vorkommenden Stauwasseraustrittes ist dabei nicht bzw. nur schwer auszumachen.

Außerdem haben zahlreiche Neu- und Rückbaumasten, vor allem in den Tiefenlinien der Hügelländer sowie in der Münchner Schotterebene (vgl. Anlage 4, Spalte F), hoch anstehendes Grundwasser, weshalb die Gefahr von Vernässungen in der Baugrube gegeben ist.

Werden Bereiche mit Vernässungen befahren oder aufgeweichte Bodenschichten mit breiiger bis weicher Konsistenz bearbeitet (Aushub, Wiedereinbau), kann das Bodengefüge irreversibel geschädigt werden.

4.3.6 Mögliche anthropogene Verunreinigungen

Anthropogene Verunreinigungen können im Bereich der Bestandsmasten (anthropogene Auffüllungen, rückverfüllte Baugruben, Blei-/Zinkhaltige Korrosionsschutzanstriche an den Bestandsmasten, Rückbau



von Bestandsmasten) sowie im Bereich von Neubaustandorten (anthropogene Auffüllungen, Altlasten) auftreten.

Infolge der zur Anwendung gekommenen Mastanstriche für den Korrosionsschutz kann es an den Anlagen der Bestandsleitungen B108, B115 und B119 zur Verunreinigung des Oberbodens mit Schadstoffen gekommen sein. Im Besonderen handelt es sich dabei um **Blei-Zink-Verbindungen**, weshalb der Oberboden im Rahmen der Baugrunduntersuchung 2022/23 beprobt und gemäß Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) auf Blei-Zink-Verbindungen (Mini-LABO) untersucht worden ist. Zunächst fand eine orientierende Untersuchung mit jeweils sechs Spateneinstichen pro Maststandort bis ca. 0,3 m u. GOK an den Eckstielen und unter den Traversen statt. Aus den gewonnenen Bodenproben ist eine Mischprobe pro Maststandort zusammengestellt worden, die hinsichtlich Blei-Zink-Verbindungen (Mini-LABO) untersucht worden ist. Die Ergebnisse der Oberbodenuntersuchungen wurden anhand der Vorsorgewerte nach BBodSchV Anhang 2 Tabelle 4.1 und 4.2 bewertet. **Bei bisher 176 untersuchten Maststandorten der Bestandsleitungen J193, B108B, B108, B115 und B119 sind an 81 Standorten die Vorsorgewerte für Blei und Zink im Oberboden überschritten (vgl. Anlage 6).** Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass es auch zu einer Schadstoff-Verfrachtung bis in den Unterboden gekommen ist, weshalb auch dieser - zumindest auf Blei und Zink - baubegleitend untersucht werden muss, sofern dessen Wiedereinbau angestrebt wird. Der Anfangsverdacht für eine Verunreinigung des Unterbodens ist jedoch aufgrund der geringen Mobilität der problematischen Festsubstanz als gering zu bewerten. Die weiteren Untersuchungstiefen des Unterbodens sollten sich anhand der Substratwechsel bzw. einer Schichtdicke von ca. 50 cm orientieren.

Beim Rückbau von Bestandsmasten kann es bei der **Trennung und Zerkleinerung des Stahlgittermastes** zur Verunreinigung der Oberböden kommen. Es handelt sich vor allem um abgeplatzte Farbe und Stahlteile (Schrauben, Muttern, Stahlspäne, etc.).

Organoleptisch erkennbare, **anthropogene Auffüllungen** sind bei der Baugrunderkundung bisher nicht aufgetreten. Aufgrund der starken anthropogenen Überprägung des gesamten Naturraums ist jedoch vor allem im Bereich von Straßen-/Schienendämmen, am Rand von Siedlungen sowie im Bereich ehemaliger und rezenter Tagebauaktivitäten (z.B. am Hollerner See) mit weiteren anthropogenen Auffüllungen zu rechnen. Sollten, während der Aushubarbeiten, Erdstoffe mit Verfärbungen oder auffälligen Geruch angetroffen werden, sollte die Bodenkundliche Baubegleitung umgehend informiert werden, um eine standortkonkrete Gefahrenabschätzung durchzuführen.

4.3.7 Sonstige allgemeine Gefahren

Generell geht der Eingriff in das Schutzgut Boden mit verschiedenen Gefährdungspotenzialen einher, die unter anderem auch durch menschliches Versagen ausgelöst werden können. Gemeint sind:

- unsachgemäßer Umgang/Lagerung/Transport von Fremd- und Schadstoffen,
- unkontrollierte Flächeninanspruchnahme durch wildes Befahren, Lagerung von Arbeitsmaterialien, Abstellen von Baufahrzeugen, etc.,
- schlecht organisierte Logistik auf der Baustelle (Lieferung von Baumaterialien, Abtransport von Erdstoffen, etc.).



5. Maßnahmen zur Bauausführung

Entsprechend der verschiedenen Gefährdungspotenziale können unterschiedliche Maßnahmen für die Bauausführung abgeleitet werden. Generell ist zu erwähnen, dass trotz aller Maßnahmen negative Einwirkungen auf das Schutzgut Boden nicht verhindert, aber auf ein Minimum reduziert werden können. Das Ziel ist, die natürlichen Bodenfunktionen zu erhalten.

5.1 Hinweise zum Bauzeitenplan / Schlechtwetterszenarien

Der Bauablauf sollte so konzipiert werden, dass die Baugruben so kurz wie möglich geöffnet sind. Der Bodenaushub sollte dementsprechend zeitlich optimiert werden, sodass die Oberbodenmieten erst kurz vor der eigentlichen Baumaßnahme angelegt werden. Ist das nicht möglich bzw. absehbar, dass die Oberbodenmieten länger als 8 Wochen liegen, können alternativ die Oberbodenmieten durch eine Zwischenbegrünung geschützt werden.

Werden alle auf unversiegelten Flächen geplanten Zuwegungen und Baustelleneinrichtungsflächen temporär befestigt (z.B. mittels Lastverteilterplatten oder geschotterte Baustraßen mit Trennvlies), können die Maststandorte ganzjährig durch Baufahrzeuge sehr gut erreicht werden.

Die Erdarbeiten in Bereichen mit Böden der Gruppen 2, 3, 5 und 6 sollten gemäß DIN 19639 möglichst bei einer trockenen Witterung erfolgen, sodass die bindigen Böden einen trockenen Zustand (steifplastische bis halbfeste Konsistenz) aufweisen. Generell sind der Sommer und Herbst für Erdarbeiten vorteilhafter als der Winter und Frühling, dennoch sind ganzjährig Bodenarbeiten möglich. Es sollte unbedingt vermieden werden, direkt nach einem möglichen Bodenfrost mit Erdarbeiten zu beginnen, da erfahrungsgemäß Böden im frisch aufgetauten Zustand am instabilsten sind. Außerdem sollten mehrtägige Baustellenstillstandszeiten nach Stark- und Dauerniederschlagsereignissen bei der Planung einkalkuliert werden.

5.2 Flächeninanspruchnahme

Generell sollte die Flächeninanspruchnahme auf Ackerflächen und generell unversiegelten Flächen so gering wie möglich gehalten werden. Jedoch ist vor Beginn der Baumaßnahme zu prüfen, ob ausreichend Platz, zum Beispiel für die Errichtung der Bodenmieten o. ä., bereitgestellt wird. Da gemäß DIN 19639 Mieten für Oberbodenmaterial eine Höhe von maximal 2 m sowie Mieten für Material der Unterböden und Untergrundhorizonte Höhen von maximal 3 m (in Einzelfällen bis 4 m) aufweisen sollten, sind entsprechend große Grundflächen einzuplanen. Für die Anlage eines Baulagers bzw. für die Lagerung von Baustoffen, Maschinen und Ähnliches empfiehlt es sich, bereits versiegelte Flächen in der näheren Umgebung zur Baustelle anzumieten. Es sollte unbedingt vermieden werden, unversiegelte Acker- und Grünlandstandorte zur Errichtung des Baulagers oder für Lagerflächen von Baumaterialien zu verwenden.

Die Bodenmieten sind im direkten Umfeld neben dem neu zu erbauenden Mast anzulegen. Sie sollten in einem Prozess aus- und wieder eingebaut werden, um die Einwirkung auf das Bodengefüge so gering wie möglich zu halten. Dafür ist ausreichend Platz einzuplanen.

5.3 Bodenabtragsplanung

Das Bodenmanagement ist nachfolgend gemäß DIN 19731 (Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial) zusammengefasst. Das Bodenmanagement umfasst den Bodenabtrag, die Zwischenlagerung und die Wiederverfüllung.

5.3.1 Aushub

Ein Oberbodenabtrag darf nur im Bereich der geplanten Baugruben bzw. im Bereich der Unterbodenmieten erfolgen. Das Abschieben von Oberboden mittels Planierraupen oder ähnlichen Fahrzeugen ist generell nicht zulässig, weil auf diese Weise das Bodengefüge zerstört wird. Falls der Bagger auf dem ungeschützten Oberboden fahren soll, sollte der Bodenaushub nur mit Raupenbaggern mit möglichst breiten Ketten erfolgen. Verlässt der Bagger die mit Lastverteilplatten ausgelegte Arbeitsfläche nicht, sind auch radgetriebene Bagger einsetzbar.

Bindige Erdstoffe dürfen nur bei mindestens steifplastischer Konsistenz ausgehoben werden. Dementsprechend müssen die Erdstoffe möglichst trocken sein und dürfen nicht wassergesättigt bzw. wasserübersättigt sein. Da entlang der Baumaßnahme aufgrund der teilweise bindigen Substrate mit Schichtenwasser gerechnet werden kann, ist ggf. eine vorausseilende Entwässerung der Baugruben in Pumpensümpfen notwendig (Vorhalten einer Tagwasserhaltung).

Das Bodenmaterial ist horizont- und schichtenweise abzutragen. Hierbei darf es gemäß DIN 19639 zu keiner Vermischung der verschiedenen Bodenhorizonte bzw. geologischen Schichten kommen. Wir empfehlen den getrennten Ausbau folgender Horizonte und Schichten:

- Oberboden,
- Unterboden/Untergrund aus bindigen Bodenausgangsgesteinen,
- Unterboden/Untergrund aus rolligen Bodenausgangsgesteinen,
- Unterboden/Untergrund aus organischen Substraten,
- Anthropogene Auffüllung.

Die genannten Horizonte und geologische Schichten sind in Anhang 3 und 4 den Maststandorten zugeordnet und dienen der Orientierung. Ggf. können Abweichungen auftreten, die mit der Bodenkundlichen Baubegleitung abzustimmen sind. Die Reihenfolge der auszubauenden Horizonte und Schichten ist zu dokumentieren und die Bodenmieten sind entsprechend zu kennzeichnen, um einen naturgemäßen Wiedereinbau zu gewährleisten.

Aufgrund der festgestellten Verunreinigung des Oberbodens im Bereich von 81 Bestandsmasten der Anlage J193, B108B, B108, B115 und B119 sind weitere Maßnahmen empfehlenswert (vgl. Anlage 6). Gemäß BBodSchV darf der im Zuge des Fundamentrückbaus ausgehobene Oberboden aufgrund zu hoher Blei- und/oder Zinkgehalte nicht wiedereingebaut werden. Zusätzlich sollte der Unterboden auf Blei-Zink-Verbindungen untersucht werden. Ggf. kann in Absprache mit der Behörde und basierend auf der Publikation des bayerischen Landesamtes für Umwelt "Untersuchung möglicher Boden- und Pflanzenbelastung im Umfeld von Strommasten" der Oberboden doch wiedereingebaut werden, wenn es sich nicht um sensible Standorte (z.B. private Nutzgärten, Kindergärten) handelt. Außerdem kann an einigen Standorten durch eine pH-Wert-Erhöhung (> 6) des belasteten Oberbodens erreicht werden, dass die Vorsorgewerte eingehalten werden und ein Wiedereinbau möglich ist. mastkonkrete Empfehlungen können Anlage 6 entnommen werden. Sollte der belastete Boden nicht wieder eingebaut werden dürfen, empfehlen wir den ausgebaggerten Oberboden in Containern zwischenzulagern und zeitnah von der Baustelle zu entfernen und fachgerecht zu entsorgen. Alternativ kann der kontaminierte Oberboden im Baufeld auf



einer Folie bzw. einer Plane zwischengelagert werden. Zusätzlich sind die Bodenmieten mit Folien bzw. Planen abzudecken, um einer Auswaschung oder Windverfrachtung entgegenzuwirken. Für die Entsorgung des kontaminierten Oberbodens ist baubegleitend eine Deklaration pro 500 m³ Boden erforderlich. Es ist empfehlenswert ein Zwischenlager auf bereits befestigten/versiegelten Flächen anzumieten und den Oberboden mehrerer Bestandsmasten dort zu sammeln und zu beproben. Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass es auch zu einer Schadstoff-Verfrachtung bis in den Unterboden gekommen ist, weshalb auch dieser - zumindest auf Blei und Zink - untersucht werden muss, sofern dessen Wiedereinbau angestrebt wird. Der Anfangsverdacht für eine Verunreinigung des Unterbodens ist jedoch aufgrund der geringen Mobilität der problematischen Festsubstanz als gering zu bewerten. Die weiteren Untersuchungstiefen des Unterbodens sollten sich anhand der Substratwechsel bzw. einer Schichtdicke von ca. 50 cm orientieren. Aufgrund des geringeren Anfangsverdachts innerhalb des Unterbodens empfehlen wir, die Bodenmieten im Baufeld ebenfalls auf Folien zu lagern und mit Folien abzudecken.

5.3.2 Zwischenlagerung

Um lange Transportwege und nachteilige Prozesse für den Boden zu vermeiden, sollte das Material in einem Arbeitsgang abgetragen und seitlich der Baugruben in Bodenmieten abgelegt werden. Oberbodenmieten können auf benachbarten Oberboden angelegt werden. Als platzsparende Variante können die verschiedenen Unterbodenmieten durch ein Geotextil getrennt auf den anstehenden Oberboden zwischengelagert werden. Alternativ können die Unterbodenmieten auf dem vom Oberboden befreiten Unterboden angelegt werden. Substratvermischungen sind zu vermeiden. Für Oberbodenmaterial dürfen die Mieten gemäß DIN 19639 eine maximale Schutthöhe von 2 m und für Unterbodenmaterial von maximal 3 m aufweisen. In Absprache mit der bodenkundlichen Baubegleitung können bei mineralischen Unterböden im Einzelfall Mietenhöhen von bis zu 4 m zulässig sein, wenn dies der Strukturzustand und der Wassergehalt des Materials zulassen. Die Bodendepots sollten möglichst trocken und trapezförmig geschüttet werden sowie gut durchlüftet sein. Ist aufgrund eines Platzmangels kein ausreichender Abstand zwischen den Bodenmieten möglich, muss für die Aneinanderlagerung der Bodenmieten ein Geovlies zwischen die verschiedenen Erdstoffe gelegt werden.

Befinden sich die Arbeitsflächen an einem Gewässer, so sind die Bodenmieten nicht am Gewässerrand zu positionieren, sondern auf der vom Gewässer abgewandten Seite der Baugrube. So kann die Gefahr von Ausspülungen ins Gewässer reduziert werden.

Bodenmieten sollten nicht am tiefsten Punkt des Baufelds positioniert werden, um einer möglichen Vernässung entgegenzuwirken.

Werden beim Aushub verschiedene Bodenhorizonte bzw. geologische Schichten ausgehoben, ist auf einen getrennten Ausbau und Lagerung zu achten. Anlage 4, Spalte O und P gibt eine Übersicht über die vermutlich notwendige Anzahl von Bodenmieten. Die Angaben dienen der Orientierung, da sie auf jeweils nur einem punktuellen Aufschluss beruhen. Bei Abweichungen sollte die bodenkundliche Baubegleitung informiert werden.

Eine Vernässung durch aufstauendes Sickerwasser in den Bodenmieten ist unbedingt zu verhindern. Das Eindringen von Sickerwasser kann durch Profilieren und Glätten der Oberfläche reduziert werden. Treten Vernässungen auf, ist eine temporäre Oberflächenentwässerung einzurichten. Die Profilierung der Bodenmieten aus bindigen Substraten dient ebenfalls dem Schutz gegen Wassererosion. Bei der Profilierung der Bodenmieten sollte darauf geachtet werden, dass es nicht zu einer Verschmierung der Oberflächen kommt. In der Regel genügt ein leichtes Andrücken mit der Baggerschaufel. Gegebenenfalls entstandene Erosionsrinnen müssen umgehend beseitigt werden.



Überschreitet die Standzeit der Bodenmieten 8 Wochen, ist gemäß DIN 19639 eine Zwischenbegrünung aus tiefwurzelnden und wasserzehrenden Pflanzen (z.B. Luzerne-Kleegrasmischung) empfehlenswert. So kann einer Vernässung und Verunkrautung entgegengewirkt werden. Die Begrünung sollte direkt nach der Aufmietung erfolgen.

Generell dürfen Bodenmieten nicht befahren werden.

Bodenmieten aus kontaminierten Substraten (z.B. im Bereich mit Altablagerungen im Untergrund) müssen im Falle einer Zwischenlagerung auf dem Baufeld mit wasserundurchlässigen Folien abgedeckt werden, um Ausspülungen durch Niederschlagswasser zu verhindern. Alternativ kann der Aushub auch in Containern zwischengelagert werden.

5.3.3 Wiedereinbau

Bei der Wiederverfüllung des zwischengelagerten Ausgangssubstrats sollen die ursprünglichen Bodenverhältnisse, die Lagerung und Funktion des Bodens wiederhergestellt werden. Hierbei ist eine Bodenvermischung zu vermeiden und das Material entsprechend der vorgefundenen Schichtung, Reihenfolge und Tiefenlage wieder einzubauen. Generell gilt, dass bei einem Wiedereinbau der genannten Erdstoffe die Einbaukriterien der Baustoffersatzverordnung zu berücksichtigen sind. Sind die anstehenden Sedimente organoleptisch unauffällig bzw. gibt es keinen Anfangsverdacht auf Verunreinigungen, können diese ohne weitere Nachweise wieder eingebaut werden. Die ggf. vorhandene Wasserhaltung ist aufrechtzuerhalten bzw. die Baugruben sind vor dem Einbau leer zu pumpen. Eine übermäßige Verdichtung und Verschmierung sind zu vermeiden. Der Wiedereinbau von bindigen Erdstoffen ist ebenfalls nur möglich, wenn diese eine mindestens steifplastische Konsistenz aufweisen. Sind vor dem geplanten Wiedereinbau starke Niederschläge vorausgesagt, empfiehlt es sich, die bindigen Bodenmieten mit Folien abzudecken, um ein Aufweichen der Erdstoffe zu verhindern.

Das Unterbodenmaterial ist in einem Arbeitsgang in die Baugruben einzufüllen. Die Empfehlungen zum Verdichtungsgrad und den Einbaumethoden unterscheiden sich zwischen Neubaumast und reinen Rückbaustandorten sowie nach der Substratart. Bei Neubaumaststandorten, die auch oberhalb des Fundamentes ein technisches Bauwerk darstellen, dürfen rollige Substrate entsprechend der vorgegebenen Maststatik dynamisch und bindige Substrate statisch verdichtet werden. Bei Standorten, an denen nur der Bestandsmast zurück gebaut wird und eine Folgenutzung als Pflanzenstandort geplant ist, empfehlen wir nach dem Einfüllen die Erdstoffe nur mit der Baggerschaufel anzudrücken. Bindige Substrate dürfen nicht glattgestrichen und nicht dynamisch verdichtet werden. Das Oberbodenplanum kann nach Abtrocknung mit geeigneten Kettenfahrzeugen hergestellt werden. Eine leichte Überhöhung ist vorzusehen (ca. 10-20 % der Aushubtiefe), um die Entstehung von Tiefstellen infolge der Eigenkonsolidierung zu vermeiden.

Generell können an einigen Standorten anthropogene Auffüllungen auftreten. Der Erdaushub auf den Flächen mit Altablagerungen im Untergrund und jegliches Aushubmaterial, welches auffällig riechen oder aussehen sollte, ist laboranalytisch gemäß Baustoffersatzverordnung zu untersuchen, um festzustellen, ob sich die während der Aushubarbeiten anfallenden Erdstoffe einer Wiederverwertung zuführen lassen bzw. um deren Entsorgungswege festzulegen.

Bei der Verwendung ortsfremden Bodens ist für diesen die Eignung für den Einbau und die Schadstofffreiheit in Abhängigkeit vom Verwendungszweck nachzuweisen (mit Herkunftsnachweis, Eignungszertifikat).



Bodenüberschüsse, die nicht wieder eingebaut werden können, sind gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz fachgerecht zu verwerten bzw. zu entsorgen. Gegebenenfalls wertvolles Bodenmaterial (z.B. stark humose Substrate) können anderenorts als Bodenverbesserung genutzt werden.

Die wiederverfüllten Bereiche sind auf eventuell erfolgte Verdichtungen oder Schäden am Bodengefüge zu überprüfen. Gegebenenfalls sind Rekultivierungsmaßnahmen erforderlich (siehe Kapitel 6). In Absprache mit der BBB sollten die Flächen zeitnah nach Beendigung der Baumaßnahme zum Schutz gegen Erosion begrünt werden. Auf Ackerflächen bei Mastrückbauten können kleine, windgeschützte und reliefarme Flächen in Abstimmung mit dem Bewirtschafter und der BBB bis zum nächsten Bewirtschaftungszyklus auch offen gelassen werden, sobald es sich nicht um den gesamten Schlag handelt.

Auf die Flächen der bereits rückverfüllten Gruben (Rückbaumaststandorte) darf kein Boden zwischengelagert werden, da diese lastfrei zu halten sind. Nach Herstellung der Bodenoberfläche dürfen nur bei geringer Bodenfeuchte die Flächen von geeigneten Maschinen zur weiteren Rekultivierung befahren werden.

Der Einsatz von schiebenden Fahrzeugen, zum Beispiel Planiertraupen, sollte vermieden werden, da auf diese Weise das Bodengefüge irreversibel zerstört werden kann.

5.4 Baustraßen und Arbeitsflächen (temporär befestigte Flächen)

Die im Untersuchungsgebiet vorrangig anzutreffenden schluffig-sandigen Böden sind als verdichtungsanfällig zu charakterisieren. Je nachdem, ob der rollige oder bindige Charakter dominiert, sind verschiedenen Varianten der Befahrung möglich um eine Schadverdichtung so gering wie möglich zu halten. In Tabelle 5 sind alle Möglichkeiten der Befahrung mit einem Nummerncode aufgeführt, der in Anlage 4 zur mastkonkreten Empfehlung verwendet wird. In Anlage 4, Spalte M und V fett gedruckten Codes sind die Vorzugsvariante.

Tab. 5: Kategorien und Varianten für den Ausbau der Baustraßen und Arbeitsflächen

| Kategorie | Variante der Befahrung |
|-----------|---|
| 1.1 | Oberboden entfernen, Befahren des ungeschützten Unterbodens aus rolligem Substrat möglich |
| 1.2 | temporär befestigte BE-Fläche aus Lastverteilplatten auf dem Oberboden |
| 1.3 | temporär befestigte BE-Fläche aus Schüttgut über einem Geovlies auf dem Oberboden |
| 1.4 | Anlegen einer begrünter BE-Fläche (mindestens eine Vegetationsperiode Vorlauf); Bodenfeuchteabhängiges Befahren möglich; Maschinenkataster anlegen; Baustellenstillstandszeiten nach Niederschlägen wahrscheinlich |
| 1.5 | Oberboden entfernen; Befahren des ungeschützten Unterbodens aus bindigem Substrat in Abhängigkeit der Bodenfeuchte möglich; Maschinenkataster anlegen; Baustellenstillstandszeiten nach Niederschlägen wahrscheinlich |
| 1.6 | vorhandenes Wegenetz / bereits versiegelte oder teilversiegelte Flächen nutzbar |

Fortsetzung Tab. 5: Kategorien und Varianten für den Ausbau der Baustraßen und Arbeitsflächen

| Kategorie | Variante der Befahrung |
|-----------|--|
| 1.7 | Befahren des ungeschützten Oberbodens in Abhängigkeit der Bodenfeuchte möglich; Maschinenkataster anlegen; Baustellenstillstandszeiten nach Niederschlägen wahrscheinlich; vorhandene Pflegespuren bevorzugen |
| 1.8 | Grünland vorhanden; Bodenfeuchteabhängiges Befahren möglich; Maschinenkataster anlegen; Baustellenstillstandszeiten nach Niederschlägen wahrscheinlich |
| 1.9 | Die im Zuge der Waldrodung anfallenden Hackschnitzel können zur Errichtung und Stabilisierung der BE-Flächen verwendet werden. Technische Anforderungen an die Tragfähigkeit sind zu berücksichtigen. |
| 1.10 | Im Falle die Lastverteilplatten werden über den vegetationslosen Oberboden verlegt, sollte ein Trennvlies verlegt werden, um die altlastenverdächtigen Substrate unterhalb der Lastverteilplatten vor Verschlammung und Mobilisierung zu schützen. |

Für die temporäre Befestigung unversiegelter Flächen (z.B. Zuwegungen, Arbeits- und Montageflächen, Seilzugflächen, Schutzgerüste, etc.) hat sich bei bereits erfolgreich realisierten Projekten gezeigt, dass der Aufbau, unabhängig seiner Art und Weise, aber auf einer intakten Grasnarbe/bzw. Bewuchs (z.B. Ackerkultur, die eine ausreichende Höhe erreicht hat) den effektivsten Schutz vor Bodenschadverdichtungen darstellt. Dementsprechend stellt für die meisten Maststandorte die Befestigung der Zuwegungen und Arbeitsflächen mit Lastverteilplatten die Vorzugsvariante dar. Wir empfehlen für die Acker- und Grünlandstandorte, den Oberboden mit Grasnarbe bzw. den Bewuchs zu erhalten oder als Häckselgut vor Ort zu belassen und darauf die Baustraße aus Lastverteilplatten zu errichten. Besonders empfehlenswert ist eine Vorbegrünung der geplanten Zuwegungen und Arbeitsflächen eine Vegetationsperiode im Voraus mit einer Gräsermischung aus Deutschem Weidelgras, Wiesen-Rispengras und verschiedenen Rohrschwinkel-Sorten. Die Grasnarbe bzw. die Ackerpflanzen verfügen über ein dichtes Wurzelgeflecht, dass ähnlich einer Tragschicht wirkt und die Bodenbelastung besser verteilt. Außerdem erfolgt der Lastabtrag vor allem im Oberboden und nur noch stark reduziert im Unterboden. Oberböden sind generell durch natürliche Prozesse besser rekultivierbar als Unterböden, weil Frost-Tau-Wechsel, Austrocknungs-Durchfeuchtungswechsel, bodenwühlende Tiere und Wurzeln vor allem in den oberen 30 cm wirksam werden. Der Boden kann auf natürliche Art und Weise das Bodengefüge stabilisieren. Die beschriebenen Prozesse finden im Unterboden nur noch sehr eingeschränkt statt.

Wir empfehlen für einen bodenschonenden Bauablauf die temporäre Befestigung unversiegelter Flächen im Bereich der Zuwegungen, Arbeits- und Montageflächen, Kranaufstellflächen, Schutzgerüste sowie in allen Bereichen, in denen ein LKW- und Maschinenverkehr auf nicht versiegelten Flächen geplant ist. Die temporären Baustraßen und Baubedarfsflächen können entweder aus Lastverteilplatten oder aus einer nicht gebundenen, mineralischen Schüttung aufgebaut werden. Generell gelten für befestigte Baustraßen und Arbeitsflächen folgende Hinweise:

- Der Aufbau sollte Vor-Kopf durchgeführt werden.

- Der Aufbau sollte auf dem Oberboden erfolgen. Das gilt für Acker- und Grünlandstandorte. Das Entfernen des Oberbodens bzw. der Vegetation ist nicht erforderlich, weil die organischen Bestandteile (Grasnarbe, Humus, Wurzelgeflecht etc.) ein stabiles Bodengefüge schaffen und infolgedessen die Lastausbreitungstiefe im Unterboden reduziert wird. Da eine Bodenverdichtung auch durch den Einsatz von Baustraßen nicht verhindert werden kann, ist es wichtig, die Tiefe des Lasteintrages zu minimieren. Dabei ist zu beachten, dass eine Verdichtung im Unterboden schlechter zu rekultivieren ist als im Oberboden.
- Die Baustraße sollte 1 m breiter als die benötigte Fahrspur sein. Außerdem sind bei langen Baustraßen Ausweichstellen für entgegenkommende Fahrzeuge einzuplanen bzw. die Option einer Einbahnstraßenregelung zu prüfen (Minimierung des Flächenbedarfs).
- Der Aufbau auf nassen, bindigen Böden mit breiiger Konsistenz darf nur nach einer Zustandsbewertung durch die BBB bzw. nach Zustimmung mit der BBB erfolgen. Gegebenenfalls muss gewartet werden, bis die Böden oberflächennah abgetrocknet sind. Die Böden sollten mindestens weichplastisch sein, bevor die Straßenelemente verlegt werden dürfen. Die anstehenden Böden können stellenweise jedoch sehr gering wasserdurchlässig sein, weshalb vor allem nach Niederschlagsereignissen die Bodenfeuchte stark zunehmen und die Tragfähigkeit stark abnehmen kann.
- Befahrung und Rückbau der Straßenelemente ist bei sachgemäßer Ausführung unabhängig von der Bodenfeuchte möglich. Die Befahrung von Baustraßen und Arbeitsflächen, wenn sie zum Beispiel in Senken nach Stark- oder Dauerregenereignissen komplett unter Wasser stehen, darf nur in Abstimmung mit der BBB erfolgen.
- Bei einer befestigten Baustraße oder Arbeitsfläche aus Baggermatratzen, starren Plattensystemen und Verbundplattensystemen empfehlen wir, für eine effektive Lastverteilung, die Straßenelemente quer zur Fahrtrichtung und ohne Abstand zueinander zu verlegen.
- Außerdem sollte beachtet werden, dass die Auflagefläche eben ist, weil sonst die Straßenelemente unter Last wippen und/oder verrutschen können. Die Bewegung der Straßenelemente kann dazu führen, dass der unterlagernde Boden verschmiert und das Bodengefüge geschädigt wird.
- Für die Querung von Gräben empfehlen wir die Grabenverrohrung in einem Bettungsmaterial zu verlegen bzw. die Unebenheiten mit einem Schüttmaterial aufzufüllen. Schüttmaterialien können Kies, Sand oder Schotter sein und müssen den zu erwartenden, mechanischen Belastungen angepasst werden. Um das Einsinken bzw. die Vermischung der Schüttmaterialien in den Oberboden zu vermeiden, sollte ein reißfestes Geotextil/Vlies mit mindestens einer Geotextilrobustheitsklasse (GRK) 4 zwischen der Schüttung und dem Oberboden verlegt werden. Dabei ist zu beachten, dass anfallendes Niederschlagswasser seitlich abgeleitet wird oder aufgrund eines wasserdurchlässigen Vlieses versickern kann. Ein Aufstau des Oberflächenwassers sollte unbedingt vermieden werden. Die Verlegung eines Vlieses ist außerdem zweckmäßig, um ein Verschmieren der Bodenoberfläche vorzubeugen. Das Vlies sollte mindestens 1 m überstehen oder umgeschlagen werden.
- Generell sollte auf einer temporären Baustraße langsam gefahren werden und es sollten die Überfahrten durch eine überlegte Logistik auf ein Minimum reduziert werden.
- Die temporär befestigten Flächen sollten regelmäßig auf Schadstellen und Funktionstüchtigkeit geprüft werden und gegebenenfalls ausgebessert werden.



- Die temporär befestigten Flächen sind nach Beendigung der Arbeiten zeitnah bzw. abhängig von der Baustraßenlogistik rückzubauen, der Untergrund auf mögliche Verdichtungen oder andere schadhafte Veränderungen zu untersuchen, und gegebenenfalls sind Rekultivierungsmaßnahmen durchzuführen.
- Bei einem mineralischen, nicht gebundenen Aufbau sollte, um das Einsinken bzw. die Vermischung der Schüttmaterialien in den Oberboden zu vermeiden, ein reißfestes Geotextil/Vlies mit mindestens einer Geotextilrobustheitsklasse (GRK) 4 zwischen der Schüttung und dem Oberboden verlegt werden. Dabei ist zu beachten, dass anfallendes Niederschlagswasser seitlich abgeleitet wird oder aufgrund eines wasserdurchlässigen Vlieses versickern kann. Ein Aufstau des Oberflächenwassers sollte unbedingt vermieden werden. Die Verlegung eines Vlieses ist außerdem zweckmäßig, um ein Verschmieren der Bodenoberfläche vorzubeugen. Das Vlies sollte mindestens 1 m überstehen oder umgeschlagen werden. Die Mächtigkeit der Schüttmaterialien ist von den zu erwartenden Lasteinträgen und der Überrollhäufigkeit abhängig. Auf das Geovlies erfolgt der lagenweise, verdichtete Aufbau eines mindestens 0,3 m mächtigen Bodenpolsters aus einem gut verdichtbaren Mineralgemisch. Dabei sollte die maximale Schütthöhe von 0,2 m nicht überschritten werden, um ein optimales Verdichtungsergebnis zu erhalten. Vor allem bei unebenem Gelände ist die Mindestschütthöhe unbedingt zu beachten. Schüttmaterialien können Sand, Kies oder Schotter sein und müssen den zu erwartenden, mechanischen Belastungen angepasst werden. Ein entsprechender statischer Nachweis ist erforderlich.
- Sind Baustelleneinrichtungsflächen auf Standorten mit Altablagerungen geplant, empfehlen wir zwei Vorgehen:
 - Handelt es sich um Grünlandstandorte, empfehlen wir die Verwendung von Lastverteilplatten auf dem Oberboden mit intakter Grasnarbe.
 - Handelt es sich um vegetationslose Ackerflächen, empfehlen wir unterhalb der Lastverteilplatten ein Vlies zu verlegen, um die altlastenverdächtigen Substrate vor Verschlämmung und einer ggf. eintretenden Mobilisierung (Windverfrachtung, Verlagerung durch schlammige Reifen, etc.) zu schützen.

In Trassenabschnitten mit Hangneigungen größer 4 ° ist die Verlegung von Lastverteilplatten nur bedingt möglich (z.B. nur mittels vorhergehender Geländemodellierung), weshalb für diese Bereiche als Vorzugsvariante empfohlen wird, die Zuwegungen und Arbeitsflächen mit mineralischen Schüttgütern zu befestigen.

Alternativ kann auf eine befestigte Baustraße und Arbeitsflächen verzichtet werden, wenn eine auf die Bodenfeuchte angepasste Befahrung des Unterbodens stattfindet. Hierzu ist der Bodenkundliche Baubegleitung ein Maschinenkataster vorzulegen, mit dem entsprechend der vorhandenen Bodendrucke der eingesetzten Fahrzeuge Grenzwerte für eine mögliche Befahrung festgelegt werden können. Bei dieser Variante der Baustraßenplanung sind wesentlich mehr witterungsbedingte Baustellenstillstandszeiten einzukalkulieren.

Generell sollte die Überrollhäufigkeit der Raupenbagger auf dem ungeschützten Boden so gering wie möglich sein. In diesem Zusammenhang empfehlen wir, die Baustellenlogistik so anzupassen, dass die Raupenbagger nur für den Aushub und Wiedereinbau eingeplant werden. Jegliche Transportarbeiten

(z.B. Auf- und Abbau der Baustraßen, Auslegen der Leerrohre) sollten auf der befestigten Baustraße durchgeführt werden.

Sind zusätzliche Baustraßen außerhalb des Arbeitsstreifens für z.B. die Lieferung von Baumaterialien oder generell Lagerplätze notwendig, empfehlen wir bereits versiegelte Flächen (z.B. Feldwege etc.) zu nutzen bzw. entsprechend den technischen Notwendigkeiten auszubauen. Die Neuversiegelung von Flächen ist zwingend zu vermeiden.

Die Baustraßen und Arbeitsflächen sind nach Beendigung der Arbeiten zeitnah bzw. abhängig von der Baustraßenlogistik zurückzubauen, der Untergrund auf mögliche Verdichtungen oder andere schadhafte Veränderungen zu untersuchen und gegebenenfalls Rekultivierungsmaßnahmen durchzuführen.

Die vorhandenen Wald-, Feld-, Wiesenwege und Straßen sind unterschiedlich gut ausgebaut. Um Probleme bei der Befahrung durch schwere Maschinen zu vermeiden, sollte im Vorfeld der Baumaßnahme die Tragfähigkeit der Wege und Straßen geprüft werden. Gegebenenfalls sind die Wege und Straßen entsprechend der Beanspruchung zu verstärken.

Wir empfehlen, dass im Vorfeld der Baumaßnahme ein Wegebaukonzept durch die ausführende Bau-firma erstellt wird und dieses durch die BBB hinsichtlich des vorsorgenden Bodenschutzes beurteilt wird.

5.5 Erosionsschutzmaßnahmen

Die Sedimente im Bereich der baulichen Eingriffe sind unter bestimmten Bedingungen wind- und wassererosionsgefährdet. Generell ist der Verbleib des Oberbodens im Bereich aller BE-Flächen (ausgenommen die Baugruben) ein zu bevorzugender Schutz vor Wind- und Wassererosion. Ein weiterer Schutz stellt die auch während der Bauausführung stattfindende Bewirtschaftung der die BE-Flächen direkt angrenzenden Ackerflächen dar. Dem Bewirtschafter sollten Anreize gesetzt werden, dass auch die durch Zuwegungen zerschnittene Schläge permanent kultiviert werden.

Gemäß den Ausführungen aus Kapitel 4.3.2 ist mit einer Gefahr der Winderosion ab Windgeschwindigkeiten $> 5 \text{ m/s}$ (in einer Höhe 10 m ü. GOK) zu rechnen, was dem Beaufortgrad 4 entspricht. Ab Winden der Stufe 5 der Beaufortskala ist in einigen Trassenabschnitten im Bereich der vegetationslose, ungeschützte Unterböden mit erhöhten Abtragsraten zu rechnen. Zur Reduzierung der Winderosion empfehlen wir bei Windstärken $> 5 \text{ m/s}$ (in einer Höhe 10 m ü. GOK) eine der folgenden Schutzmaßnahmen:

- angemessene Befeuchtung (z.B. Berieselung) der Bodenmieten und Baustraßen – feuchte Substrate können nicht oder nur sehr schwer mobilisiert werden,
- Abdeckung der Bodenmieten mit Folien,
- Windzäune errichten.

An einigen Maststandorten können die Bodenmieten im Windschatten vorhandener Windhindernisse positioniert werden. In der Regel handelt es sich um Waldgebiete, an dessen Rändern, außerhalb des Baumbestandes, die Bodenmieten angelegt werden sollten. Weitere Schutzmaßnahmen sind dann nicht erforderlich.

Eine Wassererosionsgefährdung gilt vor allem für die von Oberboden befreiten Arbeitsflächen. Daher empfehlen wir auf allen Zuwegungen und Arbeitsflächen den Oberboden zu belassen und die Befestigung



und Befahrbarkeit dieser Flächen mittels Lastverteilplatten oder mineralischer Schüttungen zu realisieren. Sollte jedoch die bodenfeuchteabhängige Befahrung des Unterbodens angewendet werden, sind folgende Maßnahmen zum Schutz gegen Wassererosion empfehlenswert:

- kontrollierte Baufeldentwässerung einrichten (Gefälle und Pumpensümpfe entsprechend des natürlichen Reliefs anlegen),
- Unterbrechung der Abflussbahnen innerhalb des Baufeldes mittels Rinnen, Holzbohlen o.A.,
- bei Arbeitsflächen nahe am Gewässerrand Sedimentfangzäune errichten über die ganze Länge des Baufeldes parallel zum Gewässer,
- sollten angrenzende Ackerflächen vegetationslos sein, können Dämme (z.B. aus Strohbinden, Aushubmaterialien, etc.) errichtet werden, um zu verhindern das Oberflächenwasser aus angrenzenden Flächen ins Baufeld laufen kann.

Ebenfalls sind Bodenmieten bei Stark- oder Dauerniederschlagsereignissen von Wassererosion betroffen. Als Schutzmaßnahmen dient neben einer kurzen Standzeit die sorgsame Profilierung der Bodenmieten sowie die sofortige Beseitigung von Erosionsrinnen an den Böschungen der Bodenmieten. Bei einer Liegedauer > 3 Monate (laut DIN 19639 > 2 Monate) ist eine Zwischenbegrünung der Oberbodenmieten erforderlich. Zur Begrünung bieten sich schnellwachsende Komponenten an, die zudem über eine große Blattfläche schnell deckend und beschattungswirksam sind. Hier bieten sich insbesondere Mischungen aus Gelbsenf (*Sinapis alba*), Weißklee (*Trifolium repens*), Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) Staudenroggen (*Secale multicaule*), Welschem Weidelgras (*Lolium multiflorum*) oder Ölrettich (*Raphanus sativus* var. *oleiferus*) an. Bei der Zusammenstellung der Mischungen sind insbesondere Standortansprüche und Saatzeitpunkt zu berücksichtigen. Alternativ können bei vorhersehbaren Starkniederschlagsereignissen die Bodenmieten mit Folien abgedeckt werden.

Des Weiteren sollten nach Wiederverfüllung der Baugruben und nach Rückbau der Baustraße die betroffenen Flächen sofort begrünt werden. Weitere Hinweise sind Kapitel 6 zu entnehmen.

5.6 Schutz vor Vernässungen

Eine Tagwasserhaltung mittels Pumpensümpfen und Schmutzwasserpumpen, Drainagen etc. zur Abführung ggf. anfallender Oberflächen- und/oder Schichtwässer ist in jedem Fall vorzuhalten. Das ggf. zufließende Oberflächen- und Schichtenwasser ist vor Eintritt in das Baufeld über einen Graben oder ein Drainagesystem schadlos zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Insbesondere nach Niederschlägen sind die Baugruben und das Baufeld unverzüglich vom aufstauenden Niederschlagswasser zu befreien.

An den Maststandorten mit oberflächennahem Grundwasser ist eine Grundwasserabsenkung einzurichten, um eine Vernässung und Verschlammung der aus- und einzubauenden Erdstoffe zu verhindern.

Werden durch die Erdarbeiten landwirtschaftlich genutzte Drainagen gekappt, sind diese deutlich vor Ort zu kennzeichnen, ggf. einzumessen und vor der Verfüllung der Baugruben wieder herzustellen.

Bodenmieten sollten nicht im tiefsten Punkt des Baufeldes zwischengelagert werden.



5.7 Provisorien

Entsprechend der aktuellen Planung werden im Bereich von Lotzbach, Haimhausen und Moosinning Provisorien geplant. Mögliche Provisorien sind nach derzeitigem Kenntnisstand Freileitungsvarianten, die mit Auflastfundamenten oder/und Abankerungen stabilisiert sind. Alternativ können auch Kabelprovisorien zum Einsatz kommen. Eine konkrete Mastaufteilung ist bisher nicht bekannt, weshalb der komplette Korridor betrachtet wurde. Dafür wurde der jeweilige Korridor in Abschnitte mit ähnlichen bodenkundlichen Eigenschaften aufgeteilt und bewertet (vgl. Anlage 2).

Das **Provisorium Lotzbach** liegt im Donau-Isar-Hügelland, welches vor allem durch bindige Böden geprägt ist. Entsprechend der Lage im Relief handelt es sich um Böden der Gruppe 2 mit Sicker- und tlw. Stauwassereinfluss (lehmiges Kolluvium, Löss, Lösslehm, Molasseschluff, Geschiebelehm) oder um Böden der Gruppe 3 mit Grund- und tlw. Stauwassereinfluss (Auelehm, lehmiges Kolluvium, Hochflutlehm). Die **Provisorien Haimhausen und Moosinning** befinden sich in der Münchner Schotterebene, die durch oberflächennahes Grundwasser geprägt ist. Hier ist mit rolligen Böden der Gruppe 4, organischen Böden der Gruppe 5 und Böden aus Quellschotter der Gruppe 6 zu rechnen.

Das Provisorium J48 liegt am westlichen Rand des Isen-Sempt-Hügellandes, welches vor allem durch bindige Böden geprägt ist. Entsprechend der Lage im Relief handelt es sich um Böden der Gruppe 2 mit Sicker- und tlw. Stauwassereinfluss (lehmiges Kolluvium, Löss, Lösslehm, Molasseschluff, Geschiebelehm) oder um Böden der Gruppe 3 mit Grund- und tlw. Stauwassereinfluss (lehmiges Kolluvium).

Folgende Empfehlungen sollten beachtet werden:

- Auflastprovisorien:
 - Um eine Bodenschadverdichtung bzw. Schäden am Bodengefüge auf unversiegelten Flächen bestmöglich zu vermeiden, sollten die Auflastfundamente auf einem Schotter über einem kombinierten Geogitter/Geovlies direkt auf der intakten Grasnarbe gegründet werden. Ist kein Grünland vorhanden, empfehlen wir die Oberflächen mindestens eine Vegetationsphase im Voraus zu begrünen.
 - In Bereichen mit erhöhter Hangneigung sollte zur Nivellierung der Oberfläche der für das Gründungspolster verwendete Schotter bevorzugt verwendet werden. Eine Nivellierung durch Umverteilung des anstehenden gewachsenen Bodens sollte vermieden werden.
 - Alternativ kann in Abschnitten mit ausreichend tragfähigen Unterböden, der Oberboden ausgebagert, temporär seitlich zwischengelagert und der Schotter über einem kombinierten Geogitter/Geovlies auf dem Unterboden errichtet werden. Das gilt jedoch lediglich für die Provisorienabschnitte Lotzbach 1, 2, 4, 6, 9, 10, 11 und 12 sowie Moosinning 4. Nach Rückbau des jeweiligen Provisorienstandortes ist eine Tiefenlockerung des Unterbodens erforderlich. Außerdem muss im Bereich des Provisorienabschnittes Moosinning 4 mit hoch anstehendem Grundwasser gerechnet werden.
 - In den Provisorienabschnitten Lotzbach 3, 5 und 8, Haimhausen 1 sowie Moosinning 1, 2 und 3 wird der Unterboden aus Auelehmen, vererdeten Niedermoortorfen und Quellschotter gebildet, die weniger tragfähig sind als der Oberboden mit intakter Grasnarbe. Ein Oberbodenabtrag ist für die temporäre Gründung der Provisorienstandorte nicht empfehlenswert.

- Für die Errichtung der Baustelleneinrichtungsflächen sollten die Bemerkungen in Kapitel 5.4 beachtet werden.
- Abankerungen:
 - Die für die Abankerung erforderlichen Baugruben sollten gemäß den Vorgaben in Kapitel 5.3 angelegt und wieder verfüllt werden.
 - Die Anker sind nach Ende der Baumaßnahme komplett aus dem Boden zu entfernen.
- Kabelprovisorien:
 - Die provisorischen Erdkabel können auf dem bewachsenen Oberboden verlegt werden. Dazu sollten Maschinen zum Einsatz kommen, die sehr geringe Bodendrücke aufweisen. Außerdem müssen die Böden ausreichend trocken sein (in Abhängigkeit der Belastung mindestens steifplastische Konsistenz), um eine Befahrung durchführen zu können. Die Befahrung des Oberbodens darf nur in Abstimmung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung erfolgen.
 - Gegebenenfalls ist in Hanglagen eine Sicherung der Kabelstränge empfehlenswert.
 - Beim Überqueren der Kabel von Gewässern ist der Gewässerschutz zu beachten. Im Besonderen im Bereich der Böschungen ist die Vegetation zu erhalten, um Sedimenteinträge zu vermeiden.

Sind Provisorien in Waldgebieten geplant, wofür der Baumbestand gerodet werden muss, ist im Besonderen der Schutz vor Bodenverdichtung zu beachten. Aufgrund der Nutzung als Wald sind die Böden erfahrungsgemäß kaum vorbelastet, weshalb bei unsachgemäßer Befahrung Schadverdichtungen entstehen können. Für die Fällarbeiten sollten in Abstimmung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung sowie bei ausreichend trockenen Böden nur Maschinen mit geringen Bodendrücken zum Einsatz kommen. Die Maschinen sollten vor Kopf arbeiten, um sich ihre eigene temporäre befestigte Arbeitsfläche zu errichten. Es ist empfehlenswert, bei den Fällarbeiten die Stämme nur bodennah abzusägen und die Wurzeln mit den Wurzelstöcken im Boden zu belassen. Der flächige Einsatz von Fräsen zur Wurzelentfernung sollte vermieden werden. Ist bei großen Baumstämmen der Einsatz von Baumstumpffräsen zwingend erforderlich, sollte nur am tatsächlich betroffenen Baum punktuell die Zerkleinerung des Baumstumpfes erfolgen. Das bei den Fällarbeiten anfallende Pflanzenmaterial (Häcksel, Äste, etc.) sollte zur Befestigung der Arbeitsflächen verwendet werden. Idealerweise sollte die Schütthöhe mindesten 40 cm betragen, was vor allem bei größerer Hangneigung flächendeckend umzusetzen ist. Eine Trennung zum gewachsenen Boden mittels Vlies oder Geotextil ist bei Holzhäcksel u. Ä. nicht erforderlich. **Flächen, bei denen geholzt wird, aber die nicht als Baustelleneinrichtungsflächen genutzt werden, können ebenfalls mit einer dünnen Schicht aus dem anfallenden und gehäckselten Pflanzenmaterial gemulcht werden, um Erosion und Verschlammung zu vermeiden. Ein Schutz vor Verdichtung stellt das jedoch nicht dar, sodass diese Flächen nicht befahren werden sollten.**

Die konkrete Ausführungsplanung der Provisorien ist in Abstimmung mit der BBB vorzunehmen.

5.8 Rückbau von Bestandsmasten

Im ersten Schritt sollte der ordnungsgemäße **Rückbau des Stahlgittermastes** erfolgen. Dazu geben wir folgende Empfehlungen:

- Baustelleneinrichtungsflächen sollten so klein wie möglich, aber so groß wie nötig sein, um zu verhindern, dass angrenzende Flächen unkontrolliert genutzt werden. Die Baustelleneinrichtungsfläche sollte gut sichtbar begrenzt sein (z.B. durch Bauzäune, Stahlplatten, Flatterband, o.Ä.). Zunächst sollte geprüft werden, wo Arbeitsflächen eingerichtet werden können, bei denen so wenig wie möglich Schäden an der bestehenden Vegetation und den umliegenden Böden verursacht werden. Der Bereich unterhalb und im unmittelbaren Umfeld des Gittermastes sowie Bereiche, in denen die Stahlteile weiter zerkleinert werden, sollten bodennah von der Vegetation befreit werden sowie mit einem reißfesten Vlies oder einer Plane abgedeckt werden, um zu verhindern, dass abgeplatzte Farbe, Stahlspäne o.Ä. den Untergrund verschmutzen. Als Geovlies eignet sich ein widerstandsfähiges Material mit der Robustheitsklasse GRK 3.
- Nach Rückbau des Mastgestänges sollten abgeplatzten Partikel, herunter gefallene Schrauben, Muttern, etc. umgehend bzw. mindestens am Ende eines jeden Arbeitstages vom Baufeld abgesammelt und in geschlossenen Containern zwischengelagert werden.

Im zweiten Schritt erfolgt der **Rückbau des Fundaments**. Dabei sind folgende Empfehlungen zu berücksichtigen:

- Die Tiefe des Rückbaus sollte mindestens bis 1,4 m u. GOK erfolgen. Sind die vorhandenen Fundamente nur geringfügig tiefer, empfiehlt sich der komplette Ausbau der bestehenden Fundamente.
- Handelt es sich beim Baugrubenaushub um rollige Erdstoffe, kann auch bei Grundwassereintritt in die Baugrube auf eine Wasserhaltung verzichtet werden und der Ausbau unter Wasser erfolgen. Bindige Erdstoffe sollten mittels offener Wasserhaltung trocken gehalten werden. Das gilt im Besonderen für die Wiederverfüllung.
- Gemäß DIN 19639 ist beim Ausbau und Lagerung auf eine Trennung der Erdschichten nach z.B. Körnung, Wassergehalt und organische Anteile zu achten (Vgl. Anl. 4, Kapitel 5.3.1/5.3.2).
- Die Fundamente können mit Bagger und Meißel entfernt werden. Die Beton- bzw. Fundamentreste sollten direkt in Containern zwischengelagert und abtransportiert werden. Eine Zwischenlagerung oder Zerkleinerung auf unversiegelten Flächen ist nicht empfehlenswert. Ist der Abbruch bis zur Zieltiefe erfolgt, sollten lose Betonreste von Baugrubensohle und -stöße gesammelt werden. Befinden sich noch Betonreste im Bereich der Baugrubenwände sind diese zu entfernen. Ggf. können 5 bis 10 cm des anstehenden, gewachsenen Sediments zusätzlich ausgebaut und fachgerecht entsorgt werden, wenn die Verunreinigungen zu klein und nicht absammelbar sind.
- Die Entsorgung oder Verwertung der beim Rückbau anfallenden Materialien sollte entsprechend den Vorgaben der Mantelverordnung erfolgen.

Ist der Rückbau abgeschlossen, sollte die Baugrube schnellstmöglich wieder verfüllt werden (vgl. Kap. 5.3.3). Dabei ist die natürliche Schichtung der Baugrube umgebenden Böden zu beachten (vgl. Anlage 4, Spalte N und O).

6. Rekultivierungsmaßnahmen

Bei Freileitungsbaustellen erfolgt der größte Eingriff in das Schutzgut Boden im Bereich der Zuwegungen und Baustelleneinrichtungsflächen. Werden alle, auf unversiegelten Flächen geplanten Zuwegungen und Baustelleneinrichtungsflächen temporär befestigt (z.B. mittels Lastverteilplatten oder geschotterte Baustraßen), kann die Beeinträchtigung jedoch minimiert werden. Nach Rückbau der temporär befestigten Flächen ist zunächst durch die BBB eine Bestandsaufnahme (z.B. Spatenprobe, Schürfe, Penetrologgermessungen) vorzunehmen. Nur wenn eine Bodenschadverdichtung festgestellt wird, sind Maßnahmen zur Melioration (z.B. Tiefenlockerung, Zwischenbewirtschaftung) empfehlenswert. Beschränkt sich die Einwirkungstiefe auf den Oberboden (ca. 30 cm), ist eine Rekultivierung mit typischen landwirtschaftlichen Maschinen (z.B. Grubber) ausreichend und eine normale Folgebewirtschaftung kann durchgeführt werden. Hierzu sollte die BBB den Bewirtschaftern beratend zur Seite stehen.

Zusätzlich sollten die temporären Zuwegungen und Baustelleneinrichtungsflächen umgehend nach Ende der Bauarbeiten angesät werden. Sollte das Ende der Baumaßnahme in die Wintermonate fallen, sind Pflanzen anzubauen, deren Keimfähigkeit bereits bei 0 °C beginnt. Vegetationslose Flächen sind unbedingt zu vermeiden, da auch kurzzeitig wirkende Erosion flächenhaften Bodenabtrag oder Verschlämmung verursachen kann.

Bei Flächen, die als Grünland genutzt werden, ist es lediglich empfehlenswert, das Grünland im ersten Jahr extensiv zu nutzen. Wir empfehlen auf eine Beweidung zu verzichten und nur einen Schnitt im Spätsommer vorzunehmen.

Die Durchführung von jeglichen Rekultivierungsmaßnahmen ist nur bei ausreichend trockenen Bodenverhältnissen möglich, bzw. wenn bindige Böden eine mindestens steifplastische Konsistenz aufweisen. Die Befahrbarkeit durch Fahrzeuge für die Rekultivierung (z.B. Grubber) ist genauso wie für Baumaschinen durch Bodenfeuchte und Flächenpressung reglementiert. Wir empfehlen geringe Achslasten und niedrige Reifendrücke. Weitere Maßnahmen, wie z.B. Kalkung, Ausbringung organischen Düngers oder Mulchen mit den einzelnen Schnitten, unterstützen ebenfalls den Humusaufbau sowie die Gefügebildung und können bei Bedarf in Absprache mit der BBB zum Einsatz kommen.

Für die Bereiche mit Erdarbeiten ist zu beachten, dass bindige Substrate nach dem Einbau durch natürliche Prozesse (Wiederbefeuchtung, Gefrier- und Auftauprozesse im Winter) weiter konsolidiert werden. Obwohl sich die Bodenoberfläche absenken kann, bleiben bei dieser natürlichen Konsolidation die Porenräume für die Luft- und Wasserzirkulation erhalten. Sollte die angelegte Überhöhung im Bereich der Baugruben nicht ausreichen, um die Setzungen auszugleichen, sind die Sackungen und Senken mit geeignetem, ortsüblichen Material aufzufüllen. **Im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes ist eine nachträgliche Verfüllung von Senken einer potenziellen Unterbodenverdichtung, welche bei einem massiven Einbau der Erdstoffe (z.B. bei Rückbaustandorten) eintreten kann, vorzuziehen.**

6.1 Zwischenbewirtschaftung

Ist aufgrund einer durch die BBB festgestellten Bodenschadverdichtung eine Zwischenbewirtschaftung erforderlich, empfehlen wir zur Wiederherstellung bzw. zur Unterstützung des bestehenden Bodengefüges



eine mehrjährige (mindestens zwei Vegetationsperioden umfassende), schonende Bewirtschaftung. Wir empfehlen die Ansaat von tiefwurzelnden, wasserzehrenden und frostfesten Pflanzen. So kann infolge der Durchwurzelung, der Schrumpf- und Quellvorgänge sowie Gefrier- und Auftauprozesse die Wiederherstellung des Bodengefüges unterstützt werden. Für die Zwischenbewirtschaftung ist ein Pflanzengemenge empfehlenswert, sodass verschiedene Eigenschaften kombiniert werden können.

Folgende Pflanzeigenschaften sollten abgedeckt sein:

- schnelles Keimverhalten und rasche Jugendentwicklung,
- intensives und starkes Wurzelwachstum sowohl als Tief- als auch Flachwurzler,
- Polwurzler zur Aufbrechung von Bodenverdichtungen,
- Große Blattflächen für großen Wasserbedarf und der Entfeuchtung der Unterböden,
- überwinternd,
- leicht verrottende Biomasse zur Humusmehrung.

Folgende Pflanzen werden für eine Zwischenbewirtschaftung empfohlen:

- Kreuzblütengewächse: Abessinischer Kohl, Futterraps, Leindotter, Ölrettich, Tiefenrettich, Gelbsenf, Winterraps,
- Hülsenfrüchtler, Unterfamilie Schmetterlingsblütler: Ackerbohne, Alexandriner Klee, Esparsette, Felderbse, gewöhnlicher Hornklee, Lupine, Ungarische Wicke, Perserklee, Rotklee, Schwedenklee, Serradella, Sparriger Klee, Winterwicke,
- Knöterichgewächse: Buchweizen,
- Süßgräser: Grün-/Futterroggen, Rau-/Sandhafer, Sorghum/Sudangras, Waldstaudenroggen, Welsches Weidelgras,
- Leingewächse: Flachs,
- Raublattgewächse: Phacelia,
- Malvengewächse: Quirlmalve,
- Korbblütengewächse: Ramtillkraut, Saflor/Färberdistel, Sonnenblume, Studentenblume.

Da für eine gute Eingliederung der Zwischenbewirtschaftung weitere Kenntnisse über das jeweilige Fruchtfolgekonzept erforderlich sind, wird empfohlen, die Auswahl der Pflanzen mit dem Bewirtschafter sowie evtl. mit der zuständigen Fachbehörde festzulegen.

Generell ist eine für den Naturraum angepasste Saatgutmischung / Baumartenauswahl zu verwenden. Eine Beratung durch lokalen Hersteller ist zu empfehlen.

Für den eventuellen Fall einer nötigen Zwischenbewirtschaftung empfehlen wir, mit dem Eigentümer oder Bewirtschafter eine Zwischenbewirtschaftungsvereinbarung, ggf. mit einem eingebunden Beweissicherungskonzept, abzuschließen, um zu gewährleisten, dass der betroffene Boden Zeit hat, sich auf natürliche Art und Weise zu rekultivieren und ein gesundes Bodengefüge aufzubauen. Dazu empfehlen wir, bei der Folgebewirtschaftung auf den Anbau von Hackfrüchten bzw. Reihenkulturen in den ersten Folgejahren zu verzichten. Hackfrüchte, wie z.B. Kartoffeln, Zuckerrüben oder Mais, haben zum einen ein kaum den Boden stabilisierendes Wurzelgeflecht und zum anderen einen geringen Überdeckungsgrad, der wiederum Erosion begünstigt. Sollte es dennoch nicht möglich sein auf Reihenkulturen zu verzichten, empfehlen



wir den Anbau in Form einer Mulchsaat. Außerdem empfehlen wir auf eine Beweidung bzw. intensive Bewirtschaftung innerhalb der ersten drei Vegetationsperioden zu verzichten.

7. Bodenkundliche Baubegleitung

Zur Durchführung der Baumaßnahme im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes sowie zur Qualitäts- und Beweissicherung respektive Qualitätsprüfung ist eine bodenkundliche Baubegleitung empfehlenswert. Die bodenkundliche Baubegleitung sollte bereits in die Ausführungsplanung einbezogen werden. Vor allem sollte die Zusammenarbeit mit der Ökologischen Baubegleitung hinsichtlich Ausgleichsmaßnahmen und Kompensation forciert werden, um mögliche negative Auswirkungen auf das Schutzgut Boden zu vermeiden.

8. Schlussbemerkung

Das Dokument zum Bodenschutz ist unter anderem in Anlehnung an das projektspezifische Baugrundgutachten erarbeitet worden und zusammen mit diesen Dokumenten zu betrachten. Die bodenkundliche Bestandsaufnahme ist anhand der Auswertung der Bohrprofile und einer umfassenden Daten- und Kartenanalyse abgeleitet worden, weshalb Abweichungen von den getroffenen Aussagen möglich sind. Sollten bei den Aufgrabungsarbeiten besonders vernässte Stellen oder stark humifizierte Standorte gefunden werden, ist ein Bodengutachter hinzuzuziehen, um diese Standorte zu dokumentieren und um vor Ort geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen.

Das Dokument zum Bodenschutz basiert auf den zum Zeitpunkt der Bearbeitung bereitgestellten Unterlagen (Stand **August 2025**). Ergeben sich in der weiteren Planungsphase Änderungen, so sind vom zuständigen Gutachter zusätzliche Empfehlungen einzuholen bzw. sind die Angaben zu überprüfen.

Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt werden oder Unsicherheiten bezüglich der angetroffenen Böden/Erdstoffe auftreten, ist der zuständige Gutachter vor dem Fortgang der Arbeiten zu informieren.

Das Dokument zum Bodenschutz ist nur in seiner Gesamtheit (44 Seiten, 6 Anlagen) gültig.



9. Quellenverzeichnis

1. TenneT TSO GmbH: technische Planung als dxf-Datei; Bayreuth 22.06.2023
2. BUCHHOLZ+PARTNER GmbH: 380/110-kV-Ltg. Oberbachern - Ottenhofen B180, A080, Bau-
grundhauptuntersuchung, Projektnummer L19-II-126.54
3. Bayerische Vermessungsverwaltung: Digitales Geländemodell mit Rasterweite 1 m, open data
Zugriff 05/2023
4. Bayerisches Landesamt für Umwelt: Umweltatlas; <http://www.umweltatlas.bayern.de>, Zugriff:
05-09/2023:
 - Grundwasserisohypsen und Grundwassermessstellen,
 - Übersichtsbodenkarte 1:25.000,
 - Bodenschätzungsübersichtskarte 1:25.000,
 - Geologische Karte 1:25.000,
 - Moorbodenkarte 1:25.000,
 - Standortkundliche Bodenkarte 1:50.000,
 - Auswertungskarten zu Bodenphysik und Bodenchemie.
5. Bayerisches Geologisches Landesamt: Das Schutzgut Boden in der Planung, Bewertung natürli-
cher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren; 2003
6. Bayerisches Landesamt für Umwelt: Untersuchung möglicher Boden- und Pflanzenbelastungen
im Umfeld von Strommasten; Ergebnisbericht; 2011
7. Bundesamt für Naturschutz: Landschaftsteckbriefe Baden-Württemberg; Bonn 2010
8. AD-HOC-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für
Geowissenschaften und Rohstoffe: Bodenkundliche Kartieranleitung KA5; Hannover 2005
9. Bundesverband Boden: BVB-Merkblatt 2, Bodenkundliche Baubegleitung, Leitfaden für die Pra-
xis; Berlin 2013
10. Scheffer / Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde; Berlin 2009
11. Stahr / Kandeler / Hermann / Streck: Bodenkunde und Standortlehre; UTB-Verlag; Stuttgart
2008
12. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Altlastenbewer-
tung, Priorisierungs- und Bewertungsverfahren Baden-Württemberg; Karlsruhe 2016

