Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH
Planungsabteilung A2-PL

Stadtbahn Eppingen - Heilbronn

2-gleisiger Ausbau zwischen Leingarten und Schwaigern

AVG-Str.-Nr. 94950

Bahn-km 124,6 bis 131,1

Anlage 20.3

Bodenschutzkonzept in der Genehmigungsplanung

Stand: Juli 2022

Mailänder Consult GmbH
Mathystraße 13
76133 Karlsruhe

Im Auftrag der

Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH
Tullastraße 71
76131 Karlsruhe

Dieses Projekt wurde unter der Projektnummer K 1419 bearbeitet durch:

Projektleiter:

Dipl.-Geograph Thomas Knaisch

Bearbeitung:

Andreas Beckhoff, M.Sc. Bodenwissenschaften

Karlsruhe, den 19.07.2022

Thomas Knaisch

Digital signiert von Thomas Knaisch
DN: cn=Thomas Knaisch, email=tknaisch@mic.de
Datum: 2022.08.02 10:31:54 +02'00'

Mailänder Consult GmbH
Mathystraße 13
76133 Karlsruhe
Tel.: 0721/93280-0
E-Mail: info@mic.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **3**

Tabellenverzeichnis **5**

Anlagenverzeichnis **6**

1 Einleitung **7**
1.1 Anlass und Aufgabenstellung 7
1.2 Rechtlicher Hintergrund – Erfordernis eines Bodenschutzkonzeptes 7
1.3 Beschreibung des Vorhabens 8
1.3.1 Allgemein 8
1.3.2 Beschreibung der mit Bodeneingriffen verbundenen Arbeiten 9
1.3.2.1 Logistikfläche Abschnitt 1 (Bahn-km 126,7 bis 127,0 l.d.B.) 10
1.3.2.2 Logistikfläche Abschnitt 2 (Bahn-km 127,8 bis 128,1 r.d.B.) 10
1.3.2.3 Logistikfläche Abschnitt 3 (Bereich Hp Schwaigern-Ost ca. Bahn-km 128,8+50 bis 129,0+50 r.d.B) 11
1.3.2.4 Sonstige BE-Flächen 12
1.3.2.5 Sonstige Eingriffe 12

2 Darstellung des Untersuchungsrahmens **14**
2.1 Naturräumliche Lage 14
2.2 Schutzgebiete 14
2.3 Geologie 15
2.3.1 Hydrogeologie 16
2.4 Böden im Untersuchungsraum gemäß BK50 18
2.4.1 Übersicht der Bodenformen 18
2.4.2 Beschreibung der Bodenfunktionen 18
2.5 Vorbelastungen im Untersuchungsraum 20
2.6 Wasserkörper im Untersuchungsraum 21
2.6.1 Grundwasser 21
2.6.2 Oberflächengewässer 21

3 Beschreibung der zu erwartenden Eingriffe in den Boden **22**
3.1 Allgemein 22
3.2 Herstellung und Betrieb der Logistikflächen und Baustraßen 22
3.3 Errichtung des zusätzlichen Bahnsteigs am Hp Schwaigern Ost 22
3.4 Bereichsweise Anpassung der Böschungen und des Regelquerschnitts der Bahntrasse 22
3.5 Herstellung der Tiefenentwässerung 23
3.6 Anpassung und Neubau der Oberleitungsmasten 23
3.7 Neubau Kabelkanal 23
3.8 Neubau Lärmschutzwälle 23

4 Felduntersuchungen **25**
4.1 Allgemein 25
4.2 Vor-Ort-Untersuchungen 25
4.2.1 Allgemein 25
4.2.2 Durchgeführte Kartierarbeiten 26

5 Ergebnisse der Feldarbeiten – Beschreibung der lokalen Böden und deren Eigenschaften 27
5.1 Beschreibung der Böden auf den Logistikflächen 27
5.1.1 Logistikfläche 1 27
5.1.2 Logistikfläche 2 27
5.1.3 Logistikfläche 3 28
5.2 Empfindlichkeit der Böden gegen Verdichtung und Erosion 28

6 Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen für die Bauphase 31
6.1 Allgemein 31
6.2 Allgemeine Bodenschutzmaßnahmen 31
6.3 Maßnahmen bei hoher Bodenfeuchte und schlechter Witterung 32
6.4 Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte 33
6.5 Zwischenlagerung von Bodenmaterial 35
6.6 Herstellung Mineralischer Schüttungen 36
6.7 Einsatz von Lastverteilungsplatten 37
6.8 Logistikflächen für kurze Arbeitsphasen 37
6.9 Abfall- und Massenmanagement 37
6.10 Umgang mit Auengleyen in Logistikfläche 1 38
6.11 Besondere Anforderungen an Baulogistikfläche Abschnitt 3 38
6.11.1 Maßnahmen zur besonderen Vermeidung stofflicher Emissionen auf der Logistikfläche 3 39

7 Bodenschutzplan in der Ausführungsplanung 40

8 Definition erforderlicher Rekultivierungsmaßnahmen bauzeitlich beanspruchter Flächen 41
8.1 Allgemein 41
8.2 Fachgerechter Rückbau der bauzeitlich genutzten Flächen 41
8.3 Tiefenlockerung und Oberbodenauftrag 41
8.4 Zwischenbewirtschaftung 42

9 Bodenkundliche Baubegleitung während der Bauausführung 43

Literatur und Quellen 45
Literatur 45

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Schutzausweisungen im Untersuchungsraum 14
Tab. 2: Geschützte Biotope am Standort bzw. im direkt angrenzenden Umfeld (50 m-Untersuchungsraum) 14
Tab. 3: Geologische Einheiten nach der Geologischen Übersichtskarte 1:300.000 im Untersuchungsraum (LGRB 2015) 15
Tab. 4: Werteskala für die Bewertung der Bodenfunktionen nach LUBW (2010b) 19
Tab. 5: Bewertung der Bodentypen nach Untersuchungsfläche 19
Tab. 6: Felduntersuchungen in 2021 26
Tab. 7: Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit im Vorhabengebiet 29
Tab. 8: Grundwasserstufe gemäß Tab. 59 der KA5 29
Tab. 9: Erodierbarkeit des Bodens im Vorhabengebiet (K-Faktor) 30
Tab. 10: Beispiele der Maschineneinsatzgrenze (geändert nach DIN 19639) 35

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Hydrogeologische Einheiten im Plangebiet, genordet, ohne Maßstab (verändert nach LUBW 2022) 16
Abb. 2: Lage des Grundwasserkörpers 08.13.46 gemäß UM-BW (2021) 17
Abb. 3: Nomogramm zur Ermittlung des maximal zulässigen Kontaktflächendruckes von Maschinen auf Böden gemäß DIN 19639 34

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Bodenschutzplan (Maßstab 1 : 500)

Anlage 2: Bodenkundliche Aufnahme: Leitprofile und Pürckhauer-Sondierungen

Anlage 3: Tabelle 2 DIN 19639

Anlage 4: Maschinenkataster

Anlage 5: Erodierbarkeit des Bodens im Vorhabengebiet

1 Einleitung

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH (AVG) plant, die Bahntrasse zwischen Schwaigern (Landkreis Heilbronn) und Leingarten (Landkreis Heilbronn) zweigleisig auszubauen. In Teilbereichen handelt es sich dabei um eine Wiederherstellung der Zweigleisigkeit. Der Bahnkörper weist nach wie vor größtenteils das Profil einer zweigleisigen Strecke auf; für den Wiedereinbau des zweiten Gleises muss er dennoch verbreitert werden, da der heute erforderliche und regelkonforme Gleisachsabstand mindestens 4,0 m beträgt.

Das neue Gleis beginnt unmittelbar westlich des Bahnübergangs beim Haltepunkt Leingarten-West (ca. km 126,3), wo eine neue Weichenverbindung eingebaut wird. Das neue Gleis wird elektrifiziert, die Bauart entspricht der vorhandenen Oberleitungsanlage am bestehenden Gleis. Die Leit- und Sicherungstechnik muss umfangreich erweitert und angepasst werden, auch in Hinblick auf den künftig hier vorgesehenen Gleiswechselbetrieb. Es werden mehrere neue Signale an der Strecke installiert.

Bei der Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH Karlsruhe (AVG) handelt es sich um die Infrastrukturbetreiberin der Eisenbahnbetriebsanlagen auf der Kraichgaubahn, die den Streckenabschnitt Heilbronn Hbf – Eppingen Bf. langfristig von der DB AG gepachtet hat. Die Stadt-bahnstrecke wird als Nichtbundeseigene Eisenbahninfrastruktur (NE) nach der EBO betrieben. Im Abschnitt Schwaigern – Leingarten ist die Strecke auf ca. 3,2 km Länge nur eingleisig und stellt deswegen einen betrieblichen „Flaschenhals“ dar.

In einer ersten Vorabstimmung mit der unteren Bodenschutzbehörde des Landratsamtes Heilbronn wurde für das kommende Planrechtsverfahren ein entsprechendes Bodenschutzkonzept für die Ausbaumaßnahme gefordert. Mailänder Consult wurde auf Grundlage des Angebotes vom 08.12.2020 mit der Erstellung eines Bodenschutzkonzepts für das Bauvorhaben beauftragt. Das vorhabenbezogene Bodenschutzkonzept zielt auf eine Minimierung der Beeinträchtigung von natürlichen Böden und der Verschlechterung oder des Verlusts der natürlichen Bodenfunktionen im Rahmen des Bauvorhabens (BV) ab und gilt ausschließlich für die bauzeitliche Beanspruchung von Böden, die nach Bauabschluss wieder ihre ursprüngliche Bodenfunktion erfüllen sollen.

Die Anforderungen des Bodenschutzkonzepts gelten nicht für Erdbauwerke bzw. bautechnische Zwecke, sehr wohl aber für die bauzeitliche Beanspruchung umliegender Böden im Zuge der Herstellung.

1.2 Rechtlicher Hintergrund – Erfordernis eines Bodenschutzkonzeptes

Das Umweltmedium Boden stellt mit seinen natürlichen Bodenfunktionen neben den Schutzgütern Wasser und Luft die Lebensgrundlage für Menschen, Flora und Fauna dar. Bodenschutzrechtliche Belange sind daher im Zuge jeglicher Bauvorhaben, bei denen in den Boden eingegriffen wird, zu berücksichtigen.

Der Schutz des Bodens wird unmittelbar durch das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) gewährleistet. Hierbei definiert sich die Schutzwürdigkeit von Böden anhand der natürlichen Bodenfunktionen, ihrer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie den Nutzungsfunktionen. § 4 Abs. 1 BBodSchG gibt vor, dass „Jeder, der auf den Boden einwirkt, hat sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden“.

Die natürlichen Bodenfunktionen werden im § 2 Abs. 2 BBodSchG beschrieben als

a. Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,

b. Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
c. Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers.

Die Nutzungsfunktionen des Bodens sind nach BBodSchG wie folgt definiert:

a. Rohstofflagerstätten,
b. Fläche für Siedlung und Erholung,
c. Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
d. Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Die Bodenschutzklausel in § 1a Abs. 2 Baugesetzbuch (BauGB) schreibt einen sparsamen und schonenden Umgang mit Böden bei Baumaßnahmen vor:

„Mit Grund und Boden soll sparsam und schonend umgegangen werden; [...] Landwirtschaftlich, als Wald oder für Wohnzwecke genutzte Flächen sollen nur im notwendigen Umfang umgenutzt werden“.

Der § 1a Abs. 3 BauGB fordert eine Vermeidung und Ausgleich von voraussichtlich erheblichen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sowie der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts. Die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts seinerseits ist indirekt von der Qualität des Bodens und dem Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen abhängig.

Das vorhabenbezogene Bodenschutzkonzept zielt auf eine Minimierung der Beeinträchtigung von natürlichen Böden und der Verschlechterung oder des Verlusts der natürlichen Bodenfunktionen im Rahmen von Bauvorhaben ab. Das Bodenschutzkonzept gilt ausschließlich für die bauzeitliche Beanspruchung von Böden, die nach Bauabschluss wieder ihre ursprüngliche Bodenfunktion erfüllen sollen. Dauerhafter, planmäßiger Verlust von Boden und Bodenfunktionen werden im Bodenkonzept inhaltlich nicht behandelt. Dies erfolgt im Zuge einer separaten Eingriffs-Ausgleichsbilanzierung. Ebenso gelten die Anforderungen des Bodenschutzkonzepts nicht für Erdbauwerke für bautechnische Zwecke, wohl aber die die bauzeitliche Beanspruchung umliegender Böden im Zuge der Herstellung.

Durch die Erstellung, Fortschreibung und Anwendung des Bodenschutzkonzeptes für ein Bauvorhaben soll gewährleistet werden, dass die beanspruchten Böden und natürlichen Bodenfunktionen nach Abschluss der Maßnahme (inkl. erforderlicher Rekultivierungsarbeiten), dieselbe Qualität aufweisen wie vor der Maßnahme.

1.3 Beschreibung des Vorhabens

1.3.1 Allgemein

Die AVG plant den zweigleisigen Ausbau der Strecke Heilbronn – Eppingen (AVG Strecke 94950) zwischen dem HP Leingarten West und dem Bf Schwaigern auf einer Länge von ca. 3,2 km. Der heutige eingleisige Abschnitt soll zukünftig zweigleisig betrieben werden.

Neben dem erforderlichen zusätzlichen Gleis sind vorhandene Weichenverbindungen zu ergänzen bzw. neue Überleitverbindungen zu schaffen. Die Leit- und Sicherungstechnik muss umfangreich erweitert und angepasst werden, auch in Hinblick auf den künftig hier vorgesehenen Gleiswechselbetrieb. Es werden mehrere neue Signale an der Strecke installiert.

Im Zuge des Neubaus des zweiten Gleises muss auch der Oberbau des vorhandenen Gleises an die neue Entwässerungssituation angepasst werden. Um die Bestandseingriffe zu reduzieren, wurde angestrebt die Neutrassierung der Gleise so auszulegen, dass die Lage- und Höheabweichungen möglichst wenig vom Bestand abweichen.

Der vorhandene Kabelkanal muss über die gesamte Strecke erneuert werden. Aufgrund der Ausbaumaßnahme muss die vorhandene Oberleitungsanlage teilweise zurückgebaut und mit zusätzlichen Fahrleitungsmasten ergänzt werden (DB Engineering& Consluting, 2021).

Weiterhin wird im Zuge des zweigleisigen Ausbaus auch die Erweiterung des Gleiskörpers einschließlich der Anpassung bzw. Erneuerung von vier Durchlassbauwerke entlang der Strecke erforderlich. Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der Böden sind die geplanten Tiefenentwässerungsleitungen und die Bahngräben an verschiedene Vorfluter anzuschließen. Entlang der geplanten Bahnstrecke ist ein Dachprofil des Planums vorgesehen, das die Entwässerung der Gleisanlage seitlich zum vorgesehenen Bahngraben bzw. zur Tiefenentwässerungsanlage führt.

Zusätzlich ist für die Fahrtrichtung Heilbronn – Eppingen am HP Schwaigern-Ost der Neubau eines Bahnsteigs am neuen Richtungsgleis erforderlich. Der Bahnsteig ist als Fertigteilbahnsteig mit Tiefgründung konzipiert. Der Zugang zum Bahnsteig wird mittels einer Rampenanlage hergestellt. Weiter beinhaltet die Maßnahme die Anpassung von zwei Bahnübergängen an die neue Gleislage sowie die Verlängerung der Personenunterführung westlich des Haltepunktes „Schwaigern-Ost“ (AVG 2022a). Des Weiteren wird südlich der Gleise von km 128,8+60 bis km 129,2 +20 auf einer Länge von 360 m eine Lärmschutzwand installiert, welche mit Kleintierdurchlässen versehen ist.

Es wird aktuell davon ausgegangen, dass die gesamte Maßnahme in mehreren Bauabschnitten und während einer halbjährigen Streckentotalsperrung (von 06/2024 bis 12/2024) und einer anschließenden eingleisigen Sperrung (von 12/2024 bis 06/2025) hergestellt wird. Mit einem sinnvollen und leistungsfähigen Schienenersatzverkehr (SEV) sollen die Auswirkungen auf die Reisenden so gering wie möglich gehalten werden.

Die Hauptarbeiten beginnen gemäß aktueller Planung im April 2024 mit der Herstellung der Baustelleneinrichtungsflächen. Die Durchführung der Hauptarbeiten startet mit Beginn der Streckentotalsperrung. Zum aktuellen Zeitpunkt wird davon ausgegangen, dass der eingleisige Bahnbetrieb im Dezember 2024 wieder aufgenommen werden kann. Die Fertigstellung der Baumaßnahmen sowie die Aufnahme des 2-gleisigen Bahnbetriebs soll bis spätestens Mitte 2025 erfolgen.

1.3.2 Beschreibung der mit Bodeneingriffen verbundenen Arbeiten

Eingriffe in den Boden während der Baumaßnahme erfolgen weitestgehend durch die Herstellung der Logistikflächen (Baustelleneinrichtungs- und Zwischenlagerflächen) sowie der hierfür jeweils erforderlichen Zuwegungen (temporäre Baustraßen). Bauliche Eingriffe im Trassenbereich erfolgen bereichsweise durch Anpassungen der Böschungen, Errichtung von Oberleitungsmasten, dem Ausbau der Tiefenentwässerung sowie Neubau des Kabelkanals für das zweite Gleis.

Für die Flächenbeanspruchung und den damit verbundenen Eingriffen in den Boden wird für das Bodenschutzkonzept von einem Bau unter Teilsperrung ausgegangen („worst-case-Betrachtung“). Hierdurch ergeben sich größere Baustellenbedarfsflächen außerhalb der Trasse als im Falle einer Vollsperrung der Strecke.

Gemäß derzeitigem Baulogistikkonzept (AVG 2022a) gliedert sich der Vorhabenbereich in drei Bauabschnitte, von denen jeder eigene Baubedarfsflächen bzw. Logistikflächen aufweist. Die Logistikflächen und damit verbundenen Bodeneingriffe werden nachfolgend beschrieben.

1.3.2.1 Logistikfläche Abschnitt 1 (Bahn-km 126,7 bis 127,0 l.d.B.)

Im Abschnitt 1 ist eine ca. 28.800 m² große Fläche in Ost-Westrichtung zwischen Leingarten und BÜ Reiterhof bzw. zwischen dem Gleis im Norden und dem Schalkweg im Süden als Baulogistikfläche geplant Die Fläche befindet sich derzeit in landwirtschaftlicher Bewirtschaftung (Ackerfläche) und wird durch einen unbefestigten Feld- bzw. Wirtschaftsweg in zwei Teilflächen unterteilt. Die geplante Logistikfläche unterteilt sich in folgende Teilflächen:

- Zwischenlagerfläche (7.705 m²) für die Entsorgung und Beprobung von Aushubmaterial:
  - Gleisschotter Z1.1
  - Bodenmaterial Z0 bis Z0*IIIA
  - Ggfs. Bahnschwellen
- Lagerplatz für Gleismaterial und Montageplatz (ca. 2.935 m²)
- Lagerplatz für Baumaterialien, Baucontainer und kleine Baubüros (ca. 2.100 m²)
- Betankungsfläche (max. ca. 1.630 m²)
- Optionaler Lagerplatz (ca. 1.413 m²)
- Baustraße und sonstige BE-Fläche zur Verbindung der Einzelflächen

Zur Verbindung der Trasse mit der Logistikfläche ist die Herstellung einer provisorischen Anrampung (ca. 15,0 x 30,0 m) vorgesehen. Die Zuwegung zur Logistikfläche soll nach derzeitigem Planungsstand über den Schalkweg erfolgen.

Die östliche Teilfläche weist im Gegensatz zur größeren westlichen Teilfläche ein deutliches Gefälle in Richtung Bahntrasse auf. Zur Herrichtung der Logistikfläche ist geplant, den vorhandenen Oberboden abzutragen und seitlich für die Dauer der Maßnahme zu lagern. Im Bereich der östlichen Teilfläche mit Gefälle sind zusätzlich Aushubarbeiten des Unterbodens erforderlich. Es ist geplant, die Fläche in zwei Ebenen zu gliedern und diese mittels Erdrampe zu verbinden. Hierdurch verringern sich die erforderlichen Profilierungsarbeiten im Vergleich zu der Ausbildung der gesamten Teilfläche auf einer Ebene. Auf dem freigelegten Unterboden ist über einem Geotextil eine ungebundene mineralische Tragschicht ausreichender Mächtigkeit herzustellen.

Die Entwässerung soll über eine Versickerungsmulde am Tiefpunkt der geschotterten BE-Fläche erfolgen. Diese soll durch eine Anschlussleitung an den bestehenden Bahngraben angeschlossen werden. Der Bahngraben ist mit dem Leinbach durch den Durchlass Nr. 1 verbunden. Um eine Abtrennung der absetzbaren Stoffe von dem Wasser zu erzielen, soll das Becken am Tiefpunkt zweistufig mit vorgeschalteten Absetzbecken hergestellt werden. Das Absetzbecken ist regelmäßig zu reinigen. Die Betankungsfläche wird mit einer gebundenen Tragschicht hergestellt und das anfallende Abwasser wird mittels Schmutzwasserschacht am Tiefpunkt der Betankungsfläche separat gefasst und entsorgt.

Die Logistikfläche 1 wird für die gesamte Baumaßnahme vorgesehen.

Die beschriebene Gesamtfläche wird nachfolgend als Baulogistikfläche 1 betitelt.

1.3.2.2 Logistikfläche Abschnitt 2 (Bahn-km 127,8 bis 128,1 r.d.B.)

Die Baubedarfsfläche im Abschnitt 2 befindet sich nördlich der Bahnstrecke der BÜ Reiterhof und der BÜ Affenhaus. Die ca. 6.350 m² große Fläche wird derzeit als extensive Grünfläche genutzt und beinhaltet eine ca. 4.000 m² große Lagerfläche sowie eine Baustraße als Zufahrt (ca. 10,0 x 30,0 m).

Zur Herrichtung der Fläche ist analog zu Abschnitt 1 ein Abtrag und seitliches Lagern des Oberbodens und Herrichtung einer mineralischen ungebundenen Tragschicht über Geotextil vorgesehen.

Im Bereich der geplanten BE-Fläche ist die Herstellung einer dauerhaften Versickerungs- und Verdunstungsmulde für die Bestandsentwässerung vorgesehen. Die Mulde weist eine Flächengröße von etwa 750 m^2 auf inkl. einem ca. 3,0 m breitem Instandhaltungsstreifen (s.u.). Die vorgesehene Fläche wird zunächst bauzeitlich als Lagerplatz bis zum Anfang der Entwässerungsarbeiten zwischen der Kilometrierung 127,8+60 und der Kilometrierung 128,2+16 genutzt.

Die gesamte BE-Fläche entwässert in den Straßengraben. Dieser ist an den Leinbach durch einen Durchlass unter der K2160 angeschlossen. Auf der Fläche kommt es zu keiner Lagerung kontaminierter Materialien oder sowie zu keiner Zwischenlagerung des Abbruch- oder Aushubmaterials.

Die beschriebene Gesamtfläche wird nachfolgend als Baulogistikfläche 2 betitelt.

1.3.2.3 Logistikfläche Abschnitt 3 (Bereich Hp Schwaigern-Ost ca. Bahn-km 128,8+50 bis 129,0+50 r.d.B)

Die Baubedarfsfläche im Abschnitt 3 befindet sich zwischen dem Bf Schwaigern und BÜ Affenhaus und grenzt unmittelbar an das nördlich gelegene Gleis an. Die Fläche beinhaltet eine ca. 5,0 m breite Baustraße zur Kernerstraße im Nordosten der Fläche, zwischen den Gehölzen auf einer bestehenden landwirtschaftlichen Zuwegung. Auf der Wiesenfläche verbreitert sich die Baustraße zu einer BE-Fläche. Die Baustraße ist für die Herstellung des zusätzlichen Bahnsteigs des Hp Schwaigern-Ost, nördlich der Trasse, zwingend erforderlich. Die geplante Baustraße und BE-Fläche liegt im Bereich des Überschwemmungsgebietes HQ 100. Die gesamte Flächenbeanspruchung nördlich des Hp Schwaigern Ost beläuft sich auf ca. 2100 m^2.

Es ist geplant, den Bahnsteig als Fertigbauwerk mit Tiefgründung auf Pfählen herzustellen. Hierdurch verringert sich der Flächeneingriff während des Baus sowie im Bestand im Vergleich zu einer konventionellen Baumaßnahme. Für die Baustraße eine max. Nutzungsdauer von 7,5 Monaten angesetzt, eine kürzere Dauer ist technisch möglich. Die Herstellung ist gemäß Bauzeitenplan für den April vorgesehen, somit sollen die Arbeiten weitestgehend im Sommerhalbjahr stattfinden. Nach Abschluss der entsprechenden Arbeiten im Abschnitt 3 wird diese zurückgebaut. Die Fläche ist nur als Zuwegung und Arbeitsraum für Fundamentarbeiten der Zugangsrampe bzw. des Haltepunktes vorgesehen und wird nicht als Zwischenlagerfläche für Erdaushub oder Abbruchmaterial genutzt.

Es ist geplant, dass die mittels massiver Stahlplatten hergestellte Baustraße in den Bestand entwässert. Dies ist zulässig, da in dem Bereich keine Tankvorgänge vorgenommen werden und kein eluierbares oder potenziell schadstoffhaltiges Material angelagert werden darf. Die bauzeitliche Entwässerung (Arbeiten Baugruben, Mikropfähle, Bohrungen, etc.) erfolgt über einen Pumpensumpf mit Tauchpumpen, einem Absetzbecken und einer nachgeschalteten Filteranlage. Im Anschluss wird das gereinigte Wasser direkt in den Entwässerungsgraben der Fläche, parallel zum Holzsteg eingeleitet. Dieser mündet nach Norden in die Lein. Eine Versickerung im Baufeld ist aufgrund der lokalen Bodenverhältnisse nicht möglich. Das abzupumpende Wasser muss gemäß Auflagen der zuständigen unteren Wasserbehörde auf seine Wasserqualität hin untersucht werden. Bei festgestellten Grundwasserverunreinigungen ist mittels entsprechender Anlage auf vorgegebene Grenzwerte zu reinigen. Während des Betriebs der Wasserhaltung ist durch den AN ein Wasserbuch zu führen. Dieses muss alle relevanten Informationen zum Betrieb der Wasserhaltung, wie z. B. die kontinuierliche Fördermengenerfassung, Ableitung, Beprobungen, Wechsel von Wassermengenmesseinrichtungen, Grundwasserstände, Absenkmaße und besondere Vorkommnisse beim Betrieb der Wasserhaltung beinhalten.

Die beschriebene Gesamtfläche wird nachfolgend als Baulogistikfläche 3 betitelt.

1.3.2.4 Sonstige BE-Flächen

Auf der Südseite des Hp Schwaigern-Ost ist die Herstellung mehrerer kleinerer BE-Flächen vorgesehen.

- BE-Fläche Sicherung OL-Masten, Grundstücke Nr. 9818 und Nr. 1816:

  Die BE-Fläche weist eine Größe von ca. 120 m² auf und ist zur Sicherung der bestehenden OL-Masten erforderlich. Derzeit handelt es sich um eine unbebaute Grünfläche.

- BE- Fläche Herstellung Lärmschutzwand, Grundstücke Nr. 15499/1, Nr. 9820, Nr. 9699/4 und Nr. 9699/3:

  Die BE-Fläche weist eine geplante Größe von ca. 1050 m² auf und dient der Herstellung der Lärmschutzwand. Die Fläche befindet sich teilweise im Bereich eines bestehenden Spielplatzes und ist weitestgehend unbefestigt. Die Zuwegung erfolgt ebenfalls aus Süden kommend von der Ostendstraße über das Gelände des teilbefestigten Spielplatzes (Grundstücks-Nr. 9816, 9819 und 9820).

- BE-Fläche Sicherung OL-Masten, Grundstücke Nr. 9798/8 und Nr. 9787:

  Die BE-Fläche weist eine Größe von ca. 73 m² auf und ist zur Sicherung der bestehenden OL-Masten erforderlich. Derzeit handelt es sich um asphaltierte Parkfläche. Gegebenenfalls ist ein Teilbereich des angrenzenden Grünstreifens mit betroffen

- BE- Fläche Herstellung Lärmschutzwand, Grundstücke Nr. 9784/4 und Nr. 9784/3:

  Die kleine BE-Fläche weist eine geplante Größe von ca. 17 m² auf und dient der Herstellung der Lärmschutzwand. Die Fläche ist derzeit unbefestigt.

Weitere BE-Flächen

- BE- Fläche Kernerstraße (nahe Leintalzoo) Grundstück Nr. 9842:

  Die kleine BE-Fläche weist eine geplante Größe von ca. 114 m² auf und dient der Anpassung der BÜ zum Wolfsbrunnenbach. Es handelt sich um eine unbefestigte Grünfläche.

1.3.2.5 Sonstige Eingriffe

Anpassungen des Regelquerschnitts

Der Trassenkörper ist in Bereichen in denen die Böschung zu steil ausgebildet ist, zur Einhaltung des vorgeschriebenen Regelquerschnitts zu verbreitern. Die Anpassungen erfolgen je nach Topografie mittels Geländeeinschnitt oder Herstellung bzw. Verbreiterung des Dammkörpers. Es ist vorgesehen, die Arbeiten von der bestehenden Bahntrasse aus durchzuführen. Bauzeitliche Bodeneingriffe außerhalb des Vorhabenbereichs sind somit nicht geplant.

Herstellung einer Tiefenentwässerung

Bereichsweise ist die Erneuerung bzw. Herstellung einer Tiefenentwässerung bzw. eines offenen Bahngrabens geplant. Der-Bahngraben sowie die Tiefenentwässerungsanlage werden in Einschnittsbereichen vorgesehen Die Herstellung erfolgt vom bestehenden Dammkörper aus, sodass bauzeitlich nicht in anliegende Flächen eingegriffen wird.

In den Bereichen, in denen der Bahnkörper in Dammlage liegt, wird das anfallende Wasser bereichsweise über die Böschungsschulter entwässert. Hierbei werden keine besonderen Entwässerungseinrichtungen vorgesehen.

Im Zuge der Neugestaltung der Streckenentwässerung kommt es auf einem gemeindeeigenen Flurstück zur Herstellung einer Versickerungs- und Verdunstungsmulde (siehe Logistikfläche Abschnitt 2). Westlich der Versickerungsmulde ist ein Instandhaltungsstreifen von ca. 3,0 m Breite vorgesehen (s.o.). Die Gesamtfläche der Anlage beläuft sich auf 750 m^2. Die Oberfläche des Instandhaltungsstreifens wird mittels ungebundener Tragschicht aus Schottermaterial hergestellt.

Errichtung von Oberleitungsmasten

Im Bereich Ortsausgang Leingarten werden auf einer Länge von ca. 700 m die vorhandenen OL-Masten l.d.B. erneuert und mit Mehrgleisauslegern ausgerüstet. Durch die Neuanlage des 2. Gleises werden vorwiegend r.d.B. neue OL-Masten auf der gesamten Ausbaulänge erforderlich. Die Herstellung der OL-Masten erfolgt vom bestehenden Dammkörper aus, sodass bauzeitlich nicht in anliegende Flächen eingegriffen wird.

Neubau Kabelkanal

Der vorhandene Kabelkanal wird über die gesamte Strecke erneuert. Die technische Planung sieht vor, den neuen Kabelkanal weitestgehend wie im Bestand rechts der Bahn und innerhalb des Randweges anzulegen.

Haltestelle Schweigern Ost Maßnahmen

Die Haltestelle Schweigern Ost ist durch einen zusätzlichen Bahnsteig, nördlich des Gleises zu erweitern. Für die Erweiterung ist die Logistikfläche 3 anzulegen (s.o.).

Herstellung Lärmschutzwände

Südlich der Gleise, von km 128,8+60 bis km 129,2 +20, sollen Lärmschutzwände (LSW) mit Kleintierdurchlässen installiert werden.

Die LSW sind als Wandelemente aus Leichtmetall (Aluminium) mit einseitig hochabsorbierender Oberfläche geplant. Die LSW-Elemente bestehen in der Regel aus Gründungskörpern und Pfosten mit einer Ausfachung aus austauschbaren Wandelementen. Die akustisch wirksamen Wandelemente beginnen ab Schienenoberkante (SO) bis zur erforderlichen Höhe über SO. Als unterer Abschluss und Längsträger der Wandelemente sollen Sockelelemente aus bewehrten Betonfertigteilen eingebaut werden.

Die LSW verläuft parallel zur Gleisachse in einem Abstand von 3,30 m. Im Bereich von Einbauten wie z. B. Bahnsteigen, Tiefentwässerung, Oberleitungsmasten, Bahnübergänge etc. wird die LSW entsprechend verzogen bzw. um die Hindernisse an der gleisabgewandten Seite herumgeführt.

Die Herstellung der LSW muss gemäß technischer Planung größtenteils von der Bahnseite aus mittels Schienenkran, 2-Wege-Bagger etc. erfolgen.

Anpassung Reisendenübergänge

Im Rahmen der Ausbaumaßnahmen an der vorhandenen Eisenbahnsicherungstechnik werden auch drei vorhandene Reisendenübergänge (RÜ) baulich angepasst. Hierbei kommen die AVG-internen Richtlinien für Gestaltung und Berechnung von Reisendenübergängen auf AVG-Infrastruktur zur Anwendung.

EÜ bei Bahn-km 129,063

Im Zuge des 2-gleisigen Streckenausbaus wird es erforderlich, die bahnrechte Randkappe zur Herstellung des erforderlichen Gleisachsabstands von 4,00 m vom neuen Richtungsgleis rückzubauen und in neuer, abgerückter Lage wieder herzustellen.

2 Darstellung des Untersuchungsrahmens

2.1 Naturräumliche Lage

Die Landschaft im Untersuchungsraum ist Teil der Großlandschaft „Neckar- und Tauber-Gäuplatten“ und des Naturraums „Kraichgau“ (Nr. 1259 (LUBW 2020a), welcher als Hügellandschaft zwischen dem Odenwald und dem Schwarzwald eingebettet ist. Aufgrund der im Eiszeitalter abgelagerten Lössdecke, die mit bis zu über 30 m Dicke die mächtigste innerhalb Deutschlands darstellt, wird im Kraichgau intensive Landwirtschaft betrieben, die den Naturraum bis heute prägt. Wesentliche landschaftliche Großelemente in der Region sind außerdem neben Schwaigern und Leingarten die Ortschaften Eppingen, Bad Friedrichshall und Neckarsulm. Außerdem gibt es im Kraichgau neben der Lein mehrere bedeutende Fließgewässer wie der Kraichbach, die Elsenz, die Pfinz, der Saalbach, der Leimbach und der Schwarzbach. Die höchste Erhebung im Kraichgau ist der Burgberg der Burg Steinsberg bei Sinsheim-Weiler mit 333 m über NN.

2.2 Schutzgebiete

Im Untersuchungsraum befinden sich die in **Tab.** 1 aufgeführten Schutzgebietsausweisungen.

Tab. 1: Schutzausweisungen im Untersuchungsraum

Schutzausweisung	Nr.	Name
Landschaftsschutzgebiet	1.25.060	Leintal mit Seitentälern und angrenzenden Gebieten
Wasserschutzgebiet	125133	Leinbachtal, Zone IIIA und IIIB
Überschwemmungsgebiet	630125000002	Leinbach

Im Untersuchungsraum sind zudem Biotope vorhanden, die nach § 30 BNatSchG oder § 33 NatSchG beziehungsweise nach § 30a LWaldG gesetzlich geschützt sind (Tab. 2). Die aus dem Jahr 1995 stammenden Daten der Erfassung der gesetzlich geschützten Biotope wurden während der Geländebegehung auf Aktualität geprüft. Die Abgrenzungen und die Vegetationsausprägung treffen im Wesentlichen noch zu.

Tab. 2: Geschützte Biotope am Standort bzw. im direkt angrenzenden Umfeld (50 m-Untersuchungsraum)

Nr.	Name	Schutzstatus
168201250194	Gewässerbegleitender Auwaldstreifen an der Lein E Schwaigern	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250187	Sukzession NO Schießstand	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250186	Feuchtgebiet im Leintal E Schwaigern	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250189	Feldgehölz in der Aue der Lein E Schwaigern	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250193	Feldhecke im Leintal S ‚Grat‘	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250188	Nasswiese im Leintal E Schwaigern I	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250190	Nasswiese im Leintal E Schwaigern II	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250191	Tümpel im Leintal E Schwaigern II	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250192	Feldgehölz im Leintal E Schwaigern II	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250196	Naturnaher Abschnitt der Lein W Leintalzoo	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250195	Feldhecke im ‚Bruch‘	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250198	Hochstaudenflur im ‚Sulz‘	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250197	Feldhecke W Leintalzoo	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250301	Feldhecke an Bahntrasse N ‚Kaisersberg‘	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250307	Feldhecken ‚Hofstätter Klamme‘/‘Kaisersberg‘	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250306	Feldhecke an Bahntrasse N ‚Hofstätter Klamm‘ I	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250202	Auwaldstreifen an der Lein E leintalzoo	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG

Nr.	Name	Schutzstatus
168201250203	Lein zwischen Leintalzoo und Sportplatz Schluchtern	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250313	Feldhecke an Bahntrasse N ‚Hofstätter Klamm' II	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250048	Massenbach	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250324	Lein W Schluchtern	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250321	Feldhecke an den ‚Schalkwiesen'	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250322	Feuchtgebiet am ‚Schalkweg'	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250323	Auwaldstreifen an der Lein SWSchluchtern	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250325	Großseggenried ‚Unter dem Schwaigerner Weg'	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250326	Feldhecke in der Mühlgasse	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
168201250327	Hochstaudenflur in der ‚Mühlgasse'	§ 30 BNatSchG / § 33 NatSchG
268201251041	Bahnböschung SW Schluchtern	§ 32 NatSchG/ § 30a LWaldG

Im Untersuchungsraum befindet sich darüber hinaus das Naturdenkmal „Feuchtgebiet Bruch" (Nr. 81250860002).

Im Untersuchungsraum befinden sich zudem nach § 30 gesetzlich geschützte Offenland- und Waldbiotope sowie das Naturdenkmal „Feuchtgebiet Bruch" (Nr. 81250860002)

Der Untersuchungsraum befindet sich teilweise im Landschaftsschutzgebiet „Leintal mit Seitentälern und angrenzenden Gebieten" (1.25.060) und zum Teil im Wasserschutzgebiet „Leinbachtal" (125133), Zone IIIA und IIIB. Die Zonen I und II bleiben vom Vorhaben unberührt. Außerdem liegen auch Teile des Überschwemmungsgebiets „Leinbach" (630125000002) im Untersuchungsgebiet.

2.3 Geologie

Der geologische Untergrund in den Gäulandschaften wird vorwiegend von Gesteinen des Muschelkalks gebildet, die Muschelkalk-Gäufläche wird lediglich inselartig von geringmächtigen Gesteinsschichten des Unterkeupers (Erfurt-Formation, Lettenkeuper) bedeckt (LGRB 2015).

Ein Großteil des Gebietes ist von Löss, Lösslehm oder geringmächtigen lösslehmhaltigen Deckschichten überkleidet, was mit einer deutlichen Verbesserung der Bodenqualität einhergeht. Besonders im stark reliefierten Kraichgau hat der starke Bodenabtrag zu einem typischen Bodenwechsel mit stark erodierten Lössböden auf Rücken und Hängen sowie mächtigen Abschwemmmassen am Hangfuß und in Mulden geführt.

Nach der Geologischen Übersichtskarte (1:300.000) sind im Untersuchungsraum die in Tab. 3 aufgeführten geologischen Einheiten aus dem Quartär und Trias anzutreffen (LGRB 2015). Der Unterkeuper bildet die geologische Grundlage des Gebiets und deckt den Großteil des Untersuchungsraums ab. Große Teile des Untersuchungsraums sind vorwiegend rezente Überflutungsbereiche der Lein und damit von Hochwassersedimenten bedeckt, des Weiteren kommen Lösssedimente im Untersuchungsraum vor.

Tab. 3: Geologische Einheiten nach der Geologischen Übersichtskarte 1:300.000 im Untersuchungsraum (LGRB 2015)

Geologische Einheit	Räumliche Einordnung	Kürzel	Zeitalter
Hochwassersediment (meist auf Flussschotter; lokal andere Talfüllungen)	Zwischen Schwaigern und Leingarten, entlang der Lein	fh	Quartär
Unterkeuper	Zwischen Schwaigern und Leingarten, entlang der Lein	ku	Trias
Lösssediment (lokal Abschwemmmassen)	Zwischen Schwaigern und Leingarten, entlang der Lein	los	Quartär
Gipskeuper-Formation	Kleinerer Bereich in der Mitte zwischen Schwaigern und Leingarten, südlicher Bereich Untersuchungsgebiet	km1	Trias

2.3.1 Hydrogeologie

Gemäß hydrogeologischer Übersichtskarte 1:350.000 (HÜK) befindet sich das Vorhabengebiet im Bereich des Kluftgrundwasserleiters des Gipskeuper und Unterkeupers (LGRB 2007).

Gemäß Anhang 6 – Karte 1.5 des 3. Bewirtschaftungsplans Baden Württemberg (3. BWP) befindet sich das Vorhabengebiet großräumig im hydrogeologischen Teilraum 6301 - Süddeutsches Keuperbergland. Nördlich der Bahntrasse bilden Jungquartäre Flusskiese und Sande (GWL) den Grundwasserleiter (GWL) im Bereich der Lein und dem von Nordwesten her zufließenden Massenbach. Außerhalb dieser fluviatilen Sedimente stehen im Untergrund Festgesteine des Gipskeuper und Unterkeuper und bilden den Grundwasserleiter bzw. Grundwassergeringleiter (GWG). Das Vorhabengebiet befindet sich ferner vollständig im Bereich des Grundwasserkörpers (GWK) 08.13.46. Der GWK weist gemäß 3. BWP einen guten mengenmäßigen und chemischen Zustand auf.

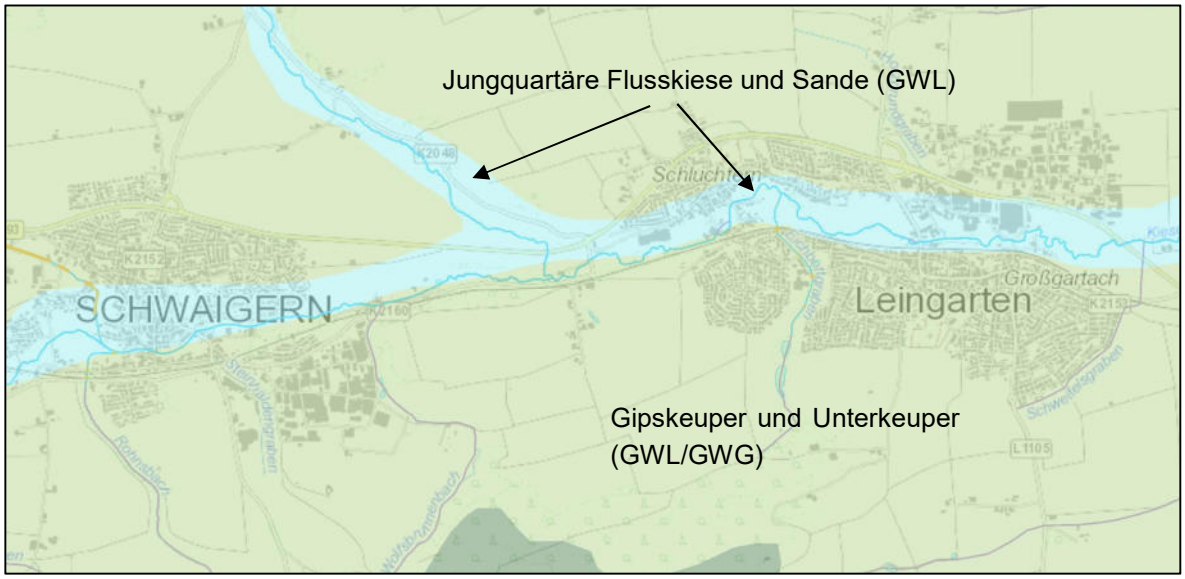


Abb. 1: Hydrogeologische Einheiten im Plangebiet, genordet, ohne Maßstab (verändert nach LUBW 2022)

Nördlich der Bahnstrecke liegen als Deckschichten fluviatile Altwasserablagerungen (qAa, Schluff, sandig bis tonig, Ton, Sand, schluffig bis tonig, meist schwach kiesig und kalkfrei, humos, lokal anmoorig bis torfig) mit sehr geringer bis fehlender Porendurchlässigkeit und kleinräumiger, meist mäßiger bis sehr geringer Ergiebigkeit in eingeschalteten geringmächtigen Kieslagen vor. Entlang der Bahntrasse dominieren Deckschichten aus Verschwemmungssedimenten unterschiedlicher Zusammensetzung, sehr geringer bis fehlender Porendurchlässigkeit und mäßiger bis sehr geringer Ergiebigkeit gebildet. In nördliche und südliche Richtung gehen die Deckschichten mit steigender Geländehöhe in gering bis nicht durchlässige Lösssedimente (qlos) sowie Gipskeuperlagen (kmGr) über. Letzterer bildet in Hanglagen im unverwitterten Zustand den Grundwassergeringleiter, im verwitterten Zustand den Kluft-/Karstgrundwasserleiter und weist hier je nach Verkarstung eine mäßige bis mittlere Durchlässigkeit und mittlere bis mäßige Ergiebigkeit auf.

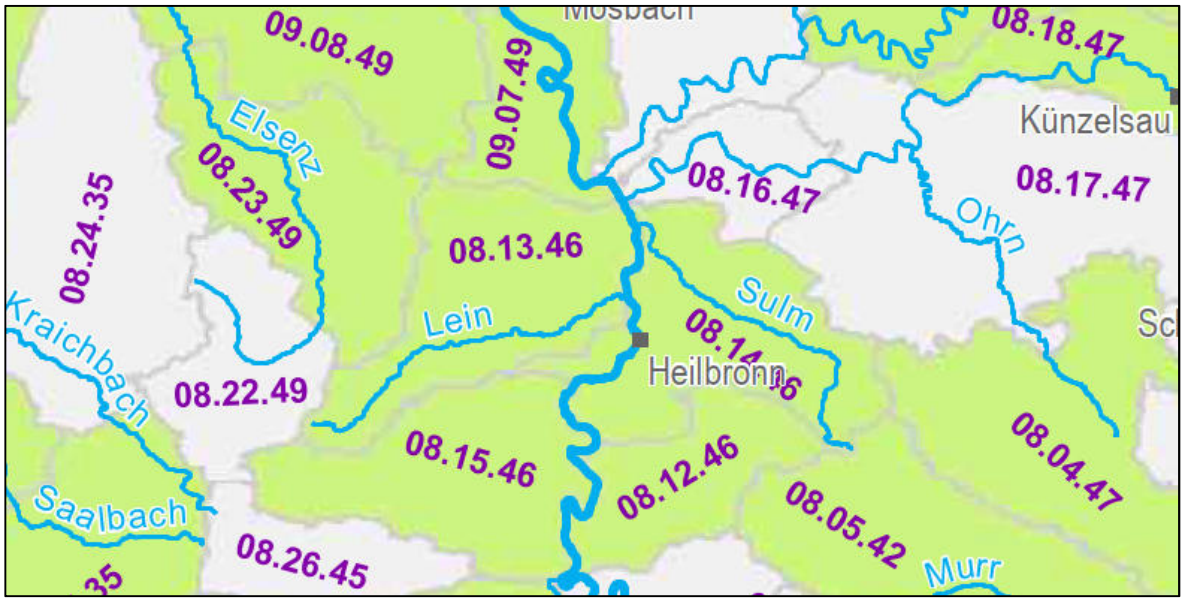


Abb. 2: Lage des Grundwasserkörpers 08.13.46 gemäß UM-BW (2021)

2.4 Böden im Untersuchungsraum gemäß BK50

2.4.1 Übersicht der Bodenformen

Der Untersuchungsraum verfügt gemäß Bodenkarte Baden-Württemberg 1:50.000 (BK50, LGRB 2019) über die nachfolgend aufgeführten Bodenformen.

Tiefes kalkreiches Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen (e83)

Die durch Verlagerung von humosem Material entstandenen und häufig in Talsohlen akkumulierten Böden sind zwischen Schwaigern und Leingarten vornehmlich entlang des Bestandsgleises anzutreffen. Die Böden haben sich durch die hangwärtsgerichtete Verlagerung von Lössmaterial gebildet und weisen folglich einen für die süddeutschen Gäulandschaften typisch hohen Kalkgehalt, auf. Die bindigen Böden setzen sich aus mittel tonigen Schluffen bis stark schluffigen Tonen zusammen und verfügen entsprechend des hohen Schluffanteils über eine sehr hohe nutzbare Feldkapazität (nFK, 200 – 240 mm). Typisch für lösshaltige Böden ist eine hohe bis sehr hohe Erodierbarkeit.

Die Logistikfläche 2 liegt vollständig innerhalb dieser Bodenform.

Auengley und Brauner Auenboden-Auengley aus Auenlehm (e111)

Die grundwassergeprägten Auenböden finden sich im Untersuchungsgebiet durchgängig im unmittelbaren Bereich der Lein, nördlich der Gleisanlage. Im Mündungsbereich des von Norden kommenden Massenbachs gehen die Böden lokal in die Bodenform Auengley-Brauner Auenboden aus Auenlehm (e109) über. Die Böden haben sich durch holozäne, fluviatile Ablagerungen gebildet und weisen dementsprechend eine ebenfalls hohe nutzbare Feldkapazität (200 – 250 mm) auf. Als typische Bodenarten treten mittel tonige Schluffe bis mittel schluffige Tone mit einer Mächtigkeit von bis zu 1,5 m auf.

Die Logistikfläche 3 liegt gemäß BK 50 weitestgehend im Bereich dieser grundwasserbeeinflussten Böden. Ob die Fläche nach Süden bereits in den Bereich der Kolluvium-Böden übergeht, lässt sich anhand der vorliegenden Maßstabs nicht ableiten.

Pararendzinen und Parabraunerde-Rendzinen aus Löss (e13)

Die für Lösslandschaften typischen Böden treten jeweils nördlich wie südlich der Trasse in einigem Abstand mit ansteigendem Höhenniveau auf. Die sehr schluffigen Böden (schwach bis stark toniger Schluff) haben sich aus würmzeitlichen Löss gebildet und werden stellenweise von Sandlöss unterlagert. Die nutzbare Feldkapazität ist hoch bis sehr hoch (180 – 210 mm).

Im Bereich der geplanten Logistikfläche 1 gehen die kalkreichen Kolluvium-Böden (e83, s.o.) nach Süden in die Pararendzinen und Parabraunerde-Rendzinen aus Löss (e13) über.

Sonstige Bodenformen

Neben den zuvor bereits genannten Auengleyen und Braunen Auenboden aus Auenlehm (e109) kommen innerhalb des Untersuchungsgebietes, östlich von Schweingarten und südlich der Gleistrasse, noch Pelosole aus Gipskeuper-Tonfließerde auf Ton- und Mergelstein (k5) vor. Beide Bodenformen werden aber durch das Bauvorhaben aller Voraussicht nach nicht tangiert und daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

2.4.2 Beschreibung der Bodenfunktionen

Die Bewertung der Bodenfunktionen erfolgt nach LGRB (2019) bzw. nach LUBW (2010b). Die verwendete Werteskala ist in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Werteskala für die Bewertung der Bodenfunktionen nach LUBW (2010b)

Klasse	Funktionserfüllung
0	keine (versiegelte Flächen)
1	gering
2	mittel
3	hoch
4	sehr hoch

Bei der Ermittlung der Wertstufen werden folgende Bodenfunktionen betrachtet:

- Natürliche Bodenfruchtbarkeit
- Ausgleichskörper im Wasserkreislauf unter landwirtschaftlicher Nutzung [LN] und unter Wald [W]
- Filter und Puffer für Schadstoffe unter landwirtschaftlicher Nutzung [LN] und unter Wald [W]
- Sonderstandort für naturnahe Vegetation

Dabei gilt für Böden, die bei der Funktion „Sonderstandort für naturnahe Vegetation“ die Bewertungsstufe 4 erreichen, automatisch die Gesamtbewertung in der Wertstufe 4. In allen anderen Fällen ergibt sich die Wertstufe der Gesamtbewertung aus dem arithmetischen Mittelwert der drei erstgenannten Bodenfunktionen, wobei die Funktion „Sonderstandort für naturnahe Vegetation“ dann nicht einbezogen wird. Der Gesamtbewertung der Bodentypen sowie der den Klassen zugeordnete Wertebereich ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Dabei erfolgt eine getrennte Betrachtung der Bewertung unter landwirtschaftlicher Nutzung [LN] und unter Wald [W].

Tab. 5: Bewertung der Bodentypen nach Untersuchungsfläche

Bodentyp	Bewertung [LN]	Bewertung [W]
Siedlung	-	-
Tiefes kalkreiches Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen	4,00	4,00
Pararendzina und Parabraunerde-Pararendzina aus Löss	3,00	3,33
Auengley und Brauner Auenboden-Auengley aus Auenlehm	3,00	3,33
Pelosol aus Gipskeuper-Tonfließerde	2,17	2,50
Auengley-Brauner Auenboden aus Auenlehm	3,50	3,83

Bewertungsschlüssel		
	≥ 3,5–4,0	sehr hoch
	≥ 2,5– < 3,5	hoch
	≥ 1,5– < 2,5	mittel
	1,0– < 1,5	gering
	Siedlung	-

Legende:
LN: landwirtschaftliche Nutzung
W: Wald

Anhand des gewählten Bewertungsschlüssels wird deutlich, dass sich die Bewertung unter landwirtschaftlicher Nutzung [LN] und unter Wald [W] nur geringfügig unterscheidet, wobei letztere leicht bessere Werte aufweist. Dies ist auf den Faktor „Ausgleichskörper im Wasserkreislauf“ zurückzuführen, bei dem Böden in Hinblick auf landwirtschaftliche Nutzung schlechter bewertet wurden.

Die hochwertigsten Böden in Bezug auf Bodenfunktion sind insbesondere im Bereich der Gleisanlagen vorhanden, der vom Vorhaben am massivsten betroffen sein wird. Aber auch alle anderen Böden im Untersuchungsraum weisen eine hohe Wertigkeit nach diesem Bewertungsschema auf,

ausgeschlossen die Böden in den Siedlungsbereichen, die versiegelt oder anderweitig stark beeinträchtigt sind und dadurch die Bodenfunktionen nur in geringem Maße erfüllen können.

2.5 Vorbelastungen im Untersuchungsraum

Nach Auskunft des Landratsamts Heilbronn, Abteilung Wasserrecht und Bodenschutz, liegen im Vorhabenbereich keine eingetragenen Altlasten im Altlastenkataster vor.

2.6 Wasserkörper im Untersuchungsraum

2.6.1 Grundwasser

Das Untersuchungsgebiet befindet sich vollständig im WSG Leinbachtal (Nr. 125133), das 8.024 ha groß ist. Hauptsächlich betroffen ist Zone III und IIIA , südlich angrenzend an die Bahngleise beginnt im westlichen Teil Zone IIIB.

2.6.2 Oberflächengewässer

Das Untersuchungsgebiet liegt im Einzugsgebiet der Lein, die den Untersuchungsraum von West nach Ost durchfließt. Zuflüsse der Lein innerhalb des Untersuchungsgebiets sind der Steinhäldengraben, der Wolfsbrunnenbach, der Massenbach und der Eichbottgraben.

Große Teile des Untersuchungsraums (nördlich der Bestandsstrecke) liegen innerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebiets Leinbachtal.

Lein

Die Lein, oftmals auch als Leinbach bezeichnet, entspringt südwestlich von Kleingartach auf einer Höhe von 293 m ü. NN. und fließt auf einer Länge von ca. 27,5 km Richtung Osten, bis sie auf einer Höhe von 150,8 m ü. NN bei Neckargartach von links in den Neckar mündet. Die Höhendifferenz von der Quelle zur Mündung beträgt 142,2 m, das Sohlgefälle liegt somit im Durchschnitt bei 5,2 %.

Massenbach

Der Massenbach mündet, von Norden kommend, zwischen Schwaigern und Leingarten (westlich der Sportplätze) in die Lein und quert den Untersuchungsraum nur auf einer kurzen Strecke.

Größere, dauerhaft Wasser führende Stillgewässer sind im Untersuchungsraum nicht vorhanden.

3 Beschreibung der zu erwartenden Eingriffe in den Boden

3.1 Allgemein

Im Zuge des Bauvorhabens ist mit verschiedenen Eingriffen in den Boden zu rechnen. Die tatsächlichen Eingriffe richten sich letztlich nach der technischen Planung und können zum jetzigen Zeitpunkt nur grob skizziert werden. Die Beschreibung der Bodeneingriffe erfolgt flächen- und maßnahmenbezogen.

3.2 Herstellung und Betrieb der Logistikflächen und Baustraßen

Zur Herstellung der Logistikflächen und Baustraßen ist mit folgenden planmäßigen Eingriffen in den Boden zu rechnen:

- Ausbau, Zwischenlagerung und Wiedereinbau von Oberboden über die gesamte beanspruchte Fläche
- Bedarfsweise Ausbau und Zwischenlagerung von Unterboden bei mangelnder Tragfähigkeit des Untergrundes sowie zu Profilierungszwecken
- Verdichtung des Unterbodens beim Einbau von mineralischen Tragschichten

Zusätzlich können nachfolgende, unvorhergesehene Bodenbeeinträchtigungen eintreffen:

- stoffliche Beeinträchtigungen durch Leckagen oder Tropfverluste
- Verdichtungen und Gefügeschäden durch Befahren nicht freigegebener, unvorbereiteter Flächen

3.3 Errichtung des zusätzlichen Bahnsteigs am Hp Schwaigern Ost

Für die Errichtung des zusätzlichen Bahnsteigs ist mit folgenden planmäßigen Eingriffen in den Boden zu rechnen:

- Dauerhafter Verlust von Ober- und Unterboden durch die Flächenversiegelung
- Mechanische Einwirkungen auf die umliegende Bodenoberfläche infolge der geplanten Bautätigkeiten (Geräteeinsatz)
- Ggfs. Ausbau, Zwischenlagerung und Wiedereinbau von Oberboden

Durch das gewählte Bauverfahren (Fertigteilbauweise mit Tiefgründung auf Pfählen) ist die Flächenversiegelung im Vergleich zu einer konventionellen Bauweise reduziert. Ebenso sind durch das Setzen der Tiefgründung geringere Erdbauarbeiten notwendig.

3.4 Bereichsweise Anpassung der Böschungen und des Regelquerschnitts der Bahntrasse

In Bereichen, in denen der Bahnkörper zur Anpassung der Böschungsneigung verbreitert werden muss, ist mit folgenden planmäßigen Eingriffen zu rechnen:

- Ausbau, Zwischenlagerung und Wiedereinbau von Oberboden
- Dauerhafter Verlust von Oberboden im direkten Erweiterungsbereich der Trasse (wird im Zuge der Eingriffs-Ausgleichsbilanzierung an anderer Stelle betrachtet)
- Verdichtung und Verschlechterung des anstehenden Unterbodens im direkten Erweiterungsbereich der Trasse infolge von Bodenverbesserungsmaßnahmen (Kalkung, Verdichtung) oder Bodenaustausch
- Mechanische Einwirkungen auf die umliegende Bodenoberfläche infolge der geplanten Bautätigkeiten (Geräteeinsatz, welcher nicht von dem Trassenkörper aus durchgeführt

werden kann). Eingriffe in den anstehenden Boden sind zu erwarten, wenn die Arbeiten im Teilbetrieb (Teilsperrung der Bahnstrecke) durchgeführt werden. Im dem Fall findet ein Teil der Arbeiten außerhalb des Dammkörpers bzw. der bestehenden Gleistrasse aus statt.

3.5 Herstellung der Tiefenentwässerung

Für Bereiche, in denen die Herstellung einer Tiefenentwässerung vorgesehen ist, ist mit folgenden planmäßigen Eingriffen zu rechnen:

- Ausbau, Zwischenlagerung und Wiedereinbau von Oberboden
- Dauerhafter Verlust von Oberboden und nicht hinreichend versickerungsfähigem Unterboden im Bereich der Tiefenentwässerung
- Einbau von mineralischem Fremdmaterial
- Erdbewegungen und Bodeneinwirkungen zur Herstellung des Anschlusses an städtische Mischwassersysteme oder zur Herstellung von Einleitpunkten bzw. dem Anschluss an Vorfluter
- Mechanische Einwirkungen auf die Bodenoberfläche um die geplante Tiefenentwässerung infolge der geplanten Bautätigkeiten
- Bodenbewegungen und Flächenbefahrung durch die Herstellung einer Versickerungs- und Verdunstungsmulde sowie für die Herstellung der zugehörigen BE-Fläche während der Bauzeit

3.6 Anpassung und Neubau der Oberleitungsmasten

Für Bereiche, in denen neue Mastanlagen sowie die Signaltechnik errichtet werden, ist mit folgenden planmäßigen Eingriffen zu rechnen:

- Ausbau, Zwischenlagerung und Wiedereinbau von Oberboden
- Dauerhafter Verlust von Unterboden im unmittelbaren Bereich der Fundamente
- Ausbau und Zwischenlagerung von Ober- und Unterboden für die Herstellung der Fundamente
- Verlust der Anbindung des Oberbodens, wenn dieser oberhalb der Fundamente wieder angedeckt wird
- Mechanische Einwirkungen auf die umliegende Bodenoberfläche im Zuge der geplanten Bautätigkeiten. Eingriffe in den anstehenden Boden sind zu erwarten, wenn die Arbeiten im Teilbetrieb (Teilsperrung der Bahnstrecke) durchgeführt werden. Im dem Fall findet ein Teil der Arbeiten außerhalb des Dammkörpers bzw. der bestehenden Gleistrasse aus statt.

3.7 Neubau Kabelkanal

Im Zuge der Neuerrichtung des Kabelkanals ist mit folgenden Eingriffen zu rechnen:

- Ausbau, Zwischenlagerung und Wiedereinbau von Oberboden
- Entsorgung von Oberboden im Verdrängungsbereich
- Dauerhafter Verlust von Ober- und Unterboden im Bereich des Kabelkanals
- Mechanische Einwirkungen auf die umliegende Bodenoberfläche im Zuge der geplanten Bautätigkeiten. Eingriffe in den anstehenden Boden sind zu erwarten, wenn die Arbeiten im Teilbetrieb (Teilsperrung der Bahnstrecke) durchgeführt werden. Im dem Fall findet ein Teil der Arbeiten außerhalb des Dammkörpers bzw. der bestehenden Gleistrasse aus statt.

3.8 Neubau Lärmschutzwälle

Im Zuge der Herstellung der Lärmschutzwände ist mit folgenden Eingriffen zu rechnen:

- Ausbau, Zwischenlagerung und Wiedereinbau von Oberboden, insb. für die Herstellung der erforderlichen BE-Flächen
- Dauerhafter Verlust sowie Entsorgung von Oberboden und Unterboden im Bereich der Fundamente
- Mechanische Einwirkungen auf die umliegende Bodenoberfläche im Zuge der geplanten Bautätigkeiten.
- Regelmäßige mechanische Belastungen der Bodenoberfläche im Bestand durch vegetationstechnische Pflegearbeiten (Befahrung bei Rückschnitten)

Darüber hinaus ist je nach Ausführung mit temporären Beanspruchungen den Bodens im Zuge der Anpassung der Reisendenübergänge und Anpassung der EÜ bei Bahn-km 129,063 (siehe Kptl. 1.3.2.5) zu rechnen.

4 Felduntersuchungen

4.1 Allgemein

Im Untersuchungskonzept wurde festgelegt, welche Bodenparameter nebst den bereits vorhandenen Datengrundlagen für die Erstellung des Bodenschutzkonzepts im Feld zu erfassen sind.

Die Feldbodenparameter werden ergänzt durch die Informationen aus den digitalen Kartengrundlagen. Diese sind den online-Kartendiensten des Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) in Baden-Württemberg sowie der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) entnommen und umfassen:

- Digitale Bodenkarte 1:50.000 (BK50)
- Karte der Bodenschätzung
- Geologische Karte 1:50.000 (GK50)
- Hydrogeologische Karte 1:50.000 (HK50)
- Karte der Bodenerosionsgefährdung
- Altlastenkataster
- Karte der Überschwemmungsgebiete

Für Bodenparameter, welche sich anhand der digitalen Datengrundlagen nicht ableiten lassen, sind Untersuchungen im Feld erforderlich. Felduntersuchungen zur Bestimmung des Bodentyps sind ferner grundsätzlich bei zu erwartenden heterogenen Bodenverhältnissen erforderlich. Diese können bei dem Maßstab der vorliegenden Kartengrundlagen (Bodenkarte im Maßstab von 1:50.000) nicht vollends erfasst werden.

4.2 Vor-Ort-Untersuchungen

4.2.1 Allgemein

Die DIN 19639 schreibt für die Feldarbeiten zur Erfassung relevanter Bodenparameter folgende Sondierabstände vor:

- Flächenbaustellen: mindestens 1 Bohrung bzw. Aufschluss je 1.000 m^2 bis 4.000 m^2
- Linienbaustellen: mindestens 1 Bohrung bzw. Aufschluss je 50 m bis 200 m laufender Trasse.

Bei komplexen Bodenverhältnissen können kleinere Sondierabstände festgelegt werden. Bei sehr homogenen Flächen kann die Anzahl der Aufschlüsse entsprechend reduziert werden. Die Erkundung hat bis zur planmäßigen Eingriffstiefe zu erfolgen. Die Handschürfe werden grundsätzlich auf Basis der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5, AD-HOC 2005) vollumfänglich aufgenommen und beschrieben. Pürckhauer-Erkundungen ermöglichen lediglich die Aufnahme eines reduzierten Katalogs folgender bodenkundlicher Parameter:

- Horizontmächtigkeit
- Feinbodenart und eingeschränkt Grobboden
- Humusgehalt (aus Bodenfarbe)
- Carbonatgehalt (HCL-Test)
- Grund- und Stauwassereinfluss, Bodenfeuchte
- Sonstige Auffälligkeiten

Pürckhauer-Sondierungen bzw. Bohrstock-Sondierungen dienen somit der räumlichen Abgrenzung der zuvor mittels Handschürfen erfassten Bodeneigenschaften. Anhand der aufzunehmenden Parameter ist die Ableitung weiterer, vorhabenbezogener Daten möglich. Für das Bauvorhaben von Relevanz sind hierbei insbesondere

- die standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit
- die witterungsabhängige Verdichtungsempfindlichkeit
- das Auftreten besonders empfindlicher Böden (grund- und stauwassergeprägte Böden, organische Böden)
- Vorkommen seltener Böden mit Archivfunktion

Ergeben sich im Nachgang zur Einreichung des Bodenschutzkonzeptes Änderungen in der technischen Planung des BV, sind ggfs. vor Ort weitere Bodenuntersuchungen im Zuge der Ausführungsplanung erforderlich.

4.2.2 Durchgeführte Kartierarbeiten

Die Datenaufnahme und Auswertung erfolgte durch einen Bodenkundler mit Sachkundenachweis als Bodenkundliche Baubegleitung am 20. Juli, 28. Juli und 12. August 2021. Es wurden die drei, in Abschnitt 5.1 beschriebenen, großen Logistikflächen untersucht. Kleinere BE-Flächen (siehe Abschnitt 1.3.2) wurden mit Blick auf die geringe Flächenbeanspruchung nicht untersucht. Es wird empfohlen, besagte kleinere BE-Flächen im Vorfeld der Baumaßnahme einer bodenkundlichen Beweissicherung zu unterziehen oder alternativ die Flächenherstellung im Beisein der Bodenkundlichen Baubegleitung durchzuführen.

Die in der nachfolgendenTabelle dargestellte Flächengröße beinhaltet für die Logistikfläche 2 ebenfalls die Versicherungs- und Verdunstungsgrube zzgl. Instandhaltungsstreifen.

Nachfolgend werden die durchgeführten Felduntersuchungen tabellarisch aufgelistet:

Tab. 6: Felduntersuchungen in 2021

Untersuchungs-Teilfläche		**Logistikfläche 3**	**Logistikfläche 2**	**Logistikfläche 1**	
				Acker west	**Acker ost**
Größe [m²]		ca. 2100	ca. 6350	ca. 19500	ca. 8500
Länge [m]		-	-		
Nutzung		Grünfläche	Grünfläche	Ackerfläche	
Bodentyp gem. BK 50		Auengley, Vega	Kolluvisol	Nördlich: Kolluvisole aus Lösslehm Südlich: Parabraunerden aus Löss/Lösslehm	
Anzahl Aufschlüsse	*Handschürfe*	1	2	3	1
	Pürckhauer	3	8	3	4

5 Ergebnisse der Feldarbeiten – Beschreibung der lokalen Böden und deren Eigenschaften

5.1 Beschreibung der Böden auf den Logistikflächen

5.1.1 Logistikfläche 1

Die Logistikfläche 1 wies im größeren östlichen Teilabschnitt eine Zwischenbegrünung aus Leguminosen auf. Der westliche, kleinere Abschnitt wies während der Begehung einen Weizenbesatz auf. Die östliche Teilfläche weist eine geringe Neigung auf und fällt nach Norden zur Bahntrasse hin ab. Weiter steigt die Fläche nach Westen zur anderen Teilfläche hin an. Die westliche Teilfläche weist dementsprechend ein größeres Gefälle zur Bahntrasse auf. Der Höhenunterschied entlang der Nord-Süd-Achse wird auf ca. 2,0 m geschätzt. Nördlich der Logistikfläche befindet sich zwischen Acker und Bahntrasse ein kleiner wasserführender Graben. Entlang dieses Grabens weist die östliche Teilfläche einen Grünstreifen auf, welcher augenscheinlich aus der Bewirtschaftung rausgenommen und zeitweise befahren wird.

Anhand von drei Handschürfen in den bewirtschafteten Bereichen der künftigen Logistikfläche konnten tiefgründige Böden aus feinsandig-schluffigem Löss oder Lösslehm festgestellt werden (Schürfe 1 bis 3). Auf den durchgehend ca. 0,3 m mächtigen Oberboden aus sandig-lehmigen Schluff und sandigem Schluff folgen in der östlichen Teilfläche kolluviale Unterbodenhorizonte aus von hangabwärts verlagertem Bodenmaterial. Folglich wurden hier als Bodenform Kolluvien aus Löss angesprochen. In der westlichen Teilfläche folgt auf den Oberboden direkt der Löss als Ausgangssubstrat der Bodenbildung, weshalb hier eine Rendzina aus Löss ausgewiesen wurde.

Der vierte Handschurf wurde im nördlichen Bereich der Teilfläche Ost, ca. 10 m südlich des kleinen Grabens angelegt. Hier wurde abweichend vom Rest der Fläche ein grundwassergeprägter Boden aus Auensedimenten festgestellt. Die Auendynamik lässt sich nebst der abweichenden Bodenart im Unterboden (schwach toniger Lehm, Lt2) anhand des Vorkommens von kleinen Kalkmuscheln festmachen. Der Unterboden weist ab 0,33 m unter GOK zunehmend hydromorphe Merkmale auf. Ab ca. 0,60 m u. GOK ist der Boden zunehmend wassergesättigt. Als Bodenform wurde ein Auengley aus Auenlehm ausgewiesen. Anhand ergänzender Pürckhauer-Sondierungen konnte der Boden entlang des gesamten nördlichen Bereichs der östlichen Teilfläche nachgewiesen werden. Der grundwassergeprägte Boden in diesem Bereich ist in der BK50 nicht ausgewiesen.

Eine detaillierte Beschreibung der Profile sowie der ergänzenden Sondierungen ist in Anlage 2 wiedergegeben. Die Lage der Aufschlüsse ist im Bodenschutzplan, Anlage 1, vermerkt.

5.1.2 Logistikfläche 2

Auf der Logistikfläche 2 stehen gemäß vorhandenen Datengrundlagen tiefe, kalkreiche kolluviale Böden aus holozänen Abschwemmmassen an. Anhand von 2 Handschürfen konnten vor Ort ebenfalls Kolluvisole aus Lösslehm angesprochen werden.

Die Fläche wies während der Erkundungen im östlichen Bereich eine intensive Grünlandnutzung auf, wohingegen der westliche Bereich augenscheinlich als extensives Grünland genutzt wird. Die nördlich der Heilbronner Straße gelegene Auenwiese liegt etwa 2,0 m unter dem Niveau der künftigen Logistikfläche.

Auf der gesamten Fläche wurden in den Handschürfen Kolluvisole ausgewiesen. Die dominierende Bodenart im Ober- und Unterbodenhorizont (M-Horizont) bilden sandig-lehmige Schluffe. Im Profil auf der westlichen, stärker geneigten Teilfläche, konnte im C-Horizont aus sandigem Schluff (Us) eine geringmächtige Hangschuttlage aus Gipskeuper festgestellt werden.

Die Oberböden wiesen eine weiche Konsistenz auf, die Unterbodenhorizonte eine weiche bis steife Konsistenz. Grund- oder Stauwasserprägungen konnten nicht festgestellt werden. Das Bodengefüge, die Lagerungsdichte wie auch die Durchwurzelung lassen nicht auf physikalische Beeinträchtigungen, z.B. durch Verdichtungen, schließen. Anhand ergänzender Pürckhauer-Sondierungen auf der geplanten Fläche konnte der angesprochene Bodentyp großflächig nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der Kartierungen bestätigen somit die Angaben der Bodenkarte. Kritische Bereiche wurden nicht ausgewiesen.

Eine detaillierte Beschreibung des Leitprofils sowie die Darstellung der ergänzenden Sondierungen ist in Anlage 2 wiedergegeben.

5.1.3 Logistikfläche 3

Gemäß Bodenkarte 1:50.000 stehen im Bereich der Logistikfläche Auengleye und Vega-Auengleye aus Auenlehm an (e111). Vor Ort konnte die Angabe der Bodenkarte bestätigt werden. Anhand des Leitschurfes konnte ein Auengley aus fluviatilen Ablagerungen nachgewiesen werden. Neben der Grundwasserprägung (GW ab ca. 0,5 m u. GOK) konnten lokal Stauwasserbildungen an der Oberfläche festgestellt werden. Der Boden weist unter einer Grasnarbe mit intensivem Wurzelfilz tonige Lehme (Lt) bis in den grundwassergesättigten Bereich auf. Entsprechend des hohen Grundwasserstands und der Stauwasserbildung an der Oberfläche, weisen die Auenlehme im ungesättigten Solum eine weiche bis breiige, im GW-gesättigten Bereich eine breiige Konsistenz auf. Anhand von drei ergänzenden Pürckhauer-Sondierungen auf der geplanten Fläche konnte der angesprochene Bodentyp großflächig nachgewiesen werden.

Eine detaillierte Beschreibung des Leitprofils sowie die Darstellung der ergänzenden Sondierungen ist in Anlage 2 wiedergegeben.

5.2 Empfindlichkeit der Böden gegen Verdichtung und Erosion

Im Untersuchungsgebiet befinden sich bereichsweise verdichtungsempfindliche Böden. Es besteht die Gefahr der schädlichen Verdichtung von Ober- und Unterboden infolge von:

- Direktem Befahren unbefestigter Flächen
- Verdichtung von Boden durch Herstellung min. Tragschichten (z.B. temp. Baustraßen, BE- und Lagerflächen)
- Verdichtung durch Profilierungs- und Einebnungsarbeiten
- Verdichtungen durch unsachgemäßen Wiedereinbau von Aushubmaterial bei Erdbauarbeiten

Die Gefahr des Auftretens schädlicher Bodenverdichtungen steigt, insbesondere bei sehr bindigen und stark humosen Böden, mit zunehmender Bodenfeuchte. Die Folge schädlicher Bodenverdichtungen sind die Abnahme der Luftkapazität (LK) und infolgedessen ein verringertes Infiltrationsvermögen für Niederschlagswasser, Stauwasserbildung, erhöhte Verschlämmungsneigung, erhöhte Erosionsneigung im steilen Gelände, verminderte Durchwurzelbarkeit und Gefügeschädigung. Die möglichen Folgeschäden einer Bodenverdichtung betreffen in besonderer Weise bindige Böden (Lehmige und tonige Böden, Löss- und Lösslehmböden) sowie grund- oder stauwassergeprägte Böden (Gleyböden, Auenböden, Pseudogleye).

Bodenverdichtungen durch Befahrung sind nebst den eigentlichen Untersuchungsflächen auch in Zufahrtsbereichen möglich, beispielsweise im Kurvenbereich von Wirtschaftswegen.

Anhand der vorhandenen Datengrundlagen kann eine Herleitung der **standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit** erfolgen. Diese hängt primär vom Anteil der Feinsubstanz (Ton und Schluff)

sowie dem Anteil an organischer Substanz ab, ferner vom Grobbodenanteil und dem Carbonatgehalt. Besonders empfindlich gegen Verdichtung reagieren

- Böden mit einer Grundwasserstufe von GWS 1,2,3 oder 4 nach DIN 4220
- Staunässegeprägte Böden
- Stark humose oder anmoorige Böden (ab 8 Masse-% Humus)
- Böden mit hohem Tonanteil

Als nicht verdichtungsempfindlich gelten Böden mit einem Grobbodenanteil von > 75 % (Kornfraktion > 2 mm nach DIN 4220) oder Sandböden aus Mittel- und Grobsand mit < 15 % Feinfraktion (Ton und Schluff). Die standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit der im Vorhabengebiet auftretenden Bodentypen und Bodenformen ist der nachfolgenden Tabelle entnehmen.

Tab. 7: Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit im Vorhabengebiet

Bodentypen/-formen gemäß Bodenkarte und Kartierung		Kolluvisole, Pararendzinen und Rendzinen aus Lösslehm	Auengleye aus Auenlehm, ggfs. Nassgleye oder Anmoorgleye
Bodenart	**Oberboden**	Uls, Us, Su	Lt, Lt2
	Unterboden	Uls, Us, Su	Lt, Lt2
Carbonatgehalt		carbonathaltig bis carbonatreich	carbonatfrei bis carbonatarm
Humusgehalt		sehr schwach bis mittel	schwach bis stark humos
Grundwasserstufe		GWS6	GWS3 bis GWS 1
Staunässe		ohne	teilweise
Vorkommen im Vorhabengebiet		**Logistikfläche 1** (Ausnahme Grünsteifen der östl. Teilfläche)	**Logistikfläche 1** (Nördlicher Grünsteifen der östl. Teilfläche)
		Logistikfläche 2	**Logistikfläche 3**
		entlang der Bahntrasse, sonstige Flächen	**entlang der Bahntrasse, sonstige Flächen**
Verdichtungsempfindlichkeit		mittel	hoch

Tab. 8: Grundwasserstufe gemäß Tab. 59 der KA5

Grundwasserstufe	**Beschreibung**	**MHGW [dm]**	**MGW [dm]**	**MNGW [dm]**
GWS1	sehr flach	über GOF (Geländeoberfläche)	< 2	< 4
GWS2	flach	< 2, oft über GOF	2 bis < 4	4 bis < 8
GWS3	mittel	< 4, gelegentlich über GOF	4 bis < 8	8 bis < 13
GWS4	tief	4 bis < 8	8 bis < 13	13 bis < 16
GWS5	sehr tief	8 bis < 16	13 bis < 16	16 bis < 20
GWS6	extrem tief	16 bis < 20	≥ 20	≥ 20

MHGW = mittlerer Grundwasserhochstand
MGW = mittlerer Grundwasserstand
MNGW = mittlerer Grundwassertiefstand

In Abhängigkeit von der aktuellen Witterung ergibt sich für den jeweiligen Bodentyp zusätzlich eine witterungsabhängige, **aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit**. Diese hängt primär von der aktuellen Wasserspannung oder Konsistenz des Bodens. Ab einer steifen Bodenkonsistenz ist demnach mit einer hohen Verdichtungsempfindlichkeit auszugehen. In dem Fall ist das direkte Befahren des Bodens nicht zulässig und es sind organisatorische oder technische Maßnahmen zu ergreifen.

Die **Erodierbarkeit** des Bodens durch Wasser ist abhängig von den Faktoren

- Niederschlagsverteilung und –intensität
- Erodierbarkeit des Bodens (K-Faktor)

- Hangneigung und Hanglänge
- Oberflächenzustand (Vegetation)
- Bewirtschaftungsweise

Bodenerosionen durch Wasser sind im Vorhabengebiet ist insb. im Fall der westlichen Teilfläche der Logistikfläche 1, nach Oberbodenabtrag, möglich. Auf ebenen Flächen ergibt sich zusätzlich eine hohe Erosionsgefährdung für Bodenmieten, sodass diese unmittelbar nach Herstellung zu begrünen sind (gemäß DIN 19639 ab einer geplanten Lagerungsdauer von min. 2 Monaten). Dies betrifft folglich alle bauzeitlich genutzten Logistikflächen, bei denen es zu einer länger andauernden, seitlichen Lagerung von Ober- und Unterboden kommt. In der nachfolgenden Tabelle ist der bodenartabhängige K-Faktor wiedergegeben.

Tab. 9: Erodierbarkeit des Bodens im Vorhabengebiet (K-Faktor)

Bodentypen/-formen gemäß Bodenkarte und Kartierung	**Bodenerodierbarkeit gemäß BK 50**
Logistikfläche 1	Oberer Hangabschnitt: Sehr hoch bis äußerst hoch; K = 5,6
	Unterer Hangabschnitt: Hoch, stellenweise sehr hoch; K = 4 (5)
Logistikfläche 2	Hoch, stellenweise sehr hoch; K = 4 (5)
Logistikfläche 3	Hoch; K = 4

In Anlage 5 ist die Bodenerodierbarkeit im Vorhabengebiet dargestellt.

Die Erosionsgefährdung im Bauzustand ist durch geeignete Maßnahmen möglichst gering zu halten (siehe Abschnitt 6).

6 Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen für die Bauphase

6.1 Allgemein

Nachfolgend werden die Maßnahmen zur Gewährleistung des Bodenschutzes auf Baustellen detailliert beschrieben. Die Maßnahmen gründen primär auf den Vorgaben der *DIN 19639 – Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben* sowie den mit der DIN-Norm korrelierenden etwaigen technischen Normen und Rechtsvorschriften. Die beschriebenen Maßnahmen werden im Bodenschutzplan in Anlage 1 zusätzlich mit Verweis auf das jeweilige Kapitel des Bodenschutzkonzeptes aufgeführt. Die größten bauzeitlichen Flächenbeanspruchungen erfolgen im Bereich der Logistikflächen (BE-Flächen, Lagerflächen, Baustraßen). Diese liegen i.d.R. außerhalb des Bahnkörpers.

Bei den übrigen, unmittelbar am Bahnkörper ablaufenden Arbeiten, wird als worst-case Szenario davon ausgegangen, dass das Bauvorhaben unter Teilbetrieb der Bestandsstrecke vollzogen wird. Hierdurch können nicht alle Arbeiten vom bestehenden Trassenkörper aus durchgeführt werden, wodurch sich zusätzliche bauzeitliche Bodenbeanspruchungen entlang der Trasse ergeben. Unter sonstige Arbeiten fallen in diesem Zusammenhang insbesondere (nicht ausschließlich):

- Bereichsweise Anpassung der Böschungen und des Regelquerschnitts der Bahntrasse
- Herstellung einer Tiefenentwässerung, Anschluss an Vorfluter und Kanal
- Herstellung Versickerungsgrube
- Errichtung von Oberleitungsmasten und Signaltechnik
- Neubau des Kabelkanals
- Anpassung RÜ
- Anpassung der EÜ bei Bahn-km 129,063

Bodenarbeiten, welche ausschließlich im Bereich des Dammkörpers, der Tiefenentwässerung oder der Analgentechnik stattfinden, werden nicht im Bodenschutzkonzept erfasst, da es sich um ein technisches Bauwerk handelt.

Der Verlust von natürlichem Boden durch Geländeeinschnitte oder Aufschüttungen an den bestehenden Dammkörper wird im Zuge der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) behandelt.

Für bauzeitliche Bodenbeanspruchungen außerhalb des Dammkörpers sowie etwaiger technischer Bauwerke gilt die Vorgabe, dass diese nach Bauende weitestgehend in ihren Ursprungszustand zurück versetzt werden müssen. Hierbei sollen die Böden nach Bauende, bezogen auf die jeweils relevanten Bodenfunktionen, jeweils eine mindestens gleich gute Qualität wir vor Baubeginn aufweisen.

In vorverdichteten, teilversiegelten oder etwaig vorgeschädigten Bereichen sind die nachfolgend skizzierten Maßnahmen nicht vollumfänglich umzusetzen. Die Festlegung der tatsächlich erforderlichen Maßnahmen erfolgt hier im Zuge der Ausführungsplanung.

6.2 Allgemeine Bodenschutzmaßnahmen

Für jegliche Arbeiten, die nicht von der Trasse aus durchgeführt werden können und mit Einwirkungen auf anstehende Böden verbunden sind, gelten folgende Grundsätze in der Durchführung:

- Oberboden darf gemäß Tabelle 2 sowie Bild 2 in der DIN 19639 nur bei hinreichend trockenen Bedingungen ohne zusätzliche technische Maßnahmen direkt befahren werden. Bei nicht hinreichend trockenen Bodenverhältnissen sind technische Maßnahmen wie der

Einsatz von Lastverteilungsplatten vorzusehen (siehe hierzu auch Abschnitt 6.7). Bild 2 der DIN 19639 ist in Abb.3 wiedergegeben. Die Tabelle 2 der DIN-Norm findet sich in den Anlagen zum Bodenschutzkonzept.

- Freigelegter Unterboden darf grundsätzlich nicht direkt befahren werden, sofern dieser nicht sehr steinreich ist (min. 75 % Grobbodenanteil, Festlegung vor Ort durch die BBB) oder direkt dem Festgestein- bzw. Festgestein-Verwitterungshorizont aufliegt.
- Für Erdarbeiten wie Aushub, Zwischenlagerung und Wiedereinbau gelten analog zur Befahrung die Vorgaben nach Tabelle 3 sowie Bild 2 der DIN 19639 (s. auch Abb. 3).
- Der Aushub, Zwischenlagerung und Wiedereinbau hat getrennt nach Ober- und Unterboden zu erfolgen. Sofern der Unterboden seinerseits deutliche Schichtfolgen aufweist, sind diese ebenfalls möglichst getrennt zu behandeln.
- Auf natürlichen sowie unter land- und fortwirtschaftlicher Nutzung stehenden Flächen wird eine Beweissicherung vor Baubeginn empfohlen.
- Hergestellte Böschungen im Einschnittsbereich der Bahntrasse sind unmittelbar nach Fertigstellung anzudecken und zu begrünen. Ggfs. ist eine Nassansaat bzw. Anspritzbegrünung vorzunehmen.
- Der anstehende Boden in Zuwegungen ist bedarfsweise durch mineralische Schüttungen (über Geotextil) oder Lastverteilungsplatten, insb. im Kurvenbereich, zu schützen, siehe hierzu Ausführungen in Kptl. 6.6 und 6.7).

6.3 Maßnahmen bei hoher Bodenfeuchte und schlechter Witterung

Erdarbeiten haben grundsätzlich bei hinreichend trockenen Bodenverhältnissen zu erfolgen. Die Gefahr des Auftretens schädlicher Bodenverdichtungen steigt, insbesondere bei sehr bindigen und stark humosen Böden, mit zunehmender Bodenfeuchte. Die Folge schädlicher Bodenverdichtungen sind die Abnahme der Luftkapazität (LK) und infolgedessen ein verringertes Infiltrationsvermögen für Niederschlagswasser, Stauwasserbildung, erhöhte Verschlämmungsneigung, verminderte Durchwurzelbarkeit und Gefügeschädigung.

Vor dem Hintergrund der bereichsweise hohen Verdichtungsempfindlichkeit der im Vorhabengebiet vorkommenden Bodentypen bei erhöhter Bodenfeuchte sind hinreichende technische und organisatorische Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfunktionen zu treffen.

Technische Maßnahmen bezeichnen den gezielten Einsatz geeigneter Arbeitsgeräte und Maschinen sowie die Verwendung technischer Hilfsmittel zur Schonung der zu bearbeitenden Flächen. Organisatorische Maßnahmen zur Verringerung von Bodenbeeinträchtigungen beinhalten vornehmlich ein angepasstes Bauzeitenmanagement. Für Böden im Allgemeinen und in besonderem Maße für bindige Böden sind die zulässigen Bodenfeuchtezustände für die jeweiligen Arbeiten zu berücksichtigen.

Optimal ist eine halbtrockene Konsistenz des anstehenden Bodens. Arbeiten bei steifen Böden können in Abstimmung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) erfolgen. Bei annähernd weicher Konsistenz sind Bodenarbeiten einzustellen. Feuchte Witterung sowie geringfügige Niederschlagsmengen während der Erdarbeiten sind grundsätzlich tolerierbar, solange hierdurch keine nennenswerte Zunahme der Bodenfeuchte zu erwarten ist. In der Folge sind die Erdarbeiten auf bauzeitlich genutzten Flächen möglichst in Trockenphasen oder -perioden durchzuführen sowie die Wetterlage vor und während der Maßnahme zu beobachten. Durch ein angepasstes Bauzeitenmanagement ist zu gewährleisten, dass die Erdarbeiten nach Niederschlagsereignissen phasenweise ausgesetzt werden können.

Für das Bauvorhaben ergeben sich bei langanhaltend nasser Witterung und damit einhergehend hoher Bodenfeuchte besondere Anforderungen an den Bodenschutz:

- Den Einsatz von Lastverteilungsplatten auf unbefestigten Wegen oder auf der freien Oberbodenfläche
- Anpassung des Maschineneinsatzes auf den Arbeitsflächen: Einsatz von Maschinen und Baugeräten mit geringer Flächenpressung unter Hinzunahme des Maximalgewichts gemäß DIN 19639
- Lagerung von Baumaterialien und Gerätschaften (z.B. Baggerschaufel) auf Flächen mit hinreichender Lastverteilung (z.B. Holzbohlen, Paletten o.Ä.)
- Ein direktes Befahren des Oberbodens bei feuchten Bodenverhältnissen ist nicht zulässig. Ein Befahren des Oberbodens mittels Raupenbagger mit geringem Anpressdruck ist gemäß DIN 19639 min. bei halbtrockener Konsistenz ohne zusätzliche technische Maßnahmen (z.B. Auslegung Lastverteilungsplatten) möglich. Bei einer steifen Bodenkonsistenz sind in Abstimmung mit der BBB ggfs. Lastverteilungsplatten auszulegen. Alternativ sind die Arbeiten einzustellen, bis der Boden hinreichend abgetrocknet ist (nach Vorgabe der BBB).
- Das Auskoffern, transportieren und Zwischenlagern von Bodenmaterial hat ebenfalls im halbtrockenen, min. im steifen Zustand zu erfolgen. Relevant ist hierbei der aktuelle Bodenzustand, d.h. leichte Niederschläge beim Ausbau von hinreichend trockenen Boden müssen daher nicht zwingend zu einem Baustopp führen. Für Böden im Konsistenzbereich ko3 (steif) dürfen die Arbeiten folglich nur dann fortgesetzt werden, wenn die Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit nach Nomogramm (Bild 2 der DIN 19639) nachgewiesen ist bzw. wenn die Bodenkundliche Baubegleitung dem Vorhabenträger eine Freigabe empfiehlt.
- Die Beurteilung der aktuellen Bodenfeuchte und Befahrbarkeit bzw. Bearbeitbarkeit erfolgt im Zweifelsfall vor Ort durch die Bodenkundliche Baubegleitung anhand der Beurteilung der Konsistenz des Bodens. Eine kontinuierliche Messung der Saugspannung des Bodens ist daher nicht zwingend erforderlich.

Ein angepasstes Bauzeitenmanagement impliziert die Erfassung vergangener, aktueller und künftiger Niederschlagsereignisse und entsprechender Trockenphasen. Durch permanente Erfassung der Wetterdaten und Abstimmung des Bauablaufs an die Wetterprognose können unvermeidbare Bodenbeeinträchtigungen, nebst der Anwendung der zuvor formulierten technischen Maßnahmen, auf ein Minimum reduziert werden.

6.4 Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte

Vor Beginn der Bodenarbeiten sind mit nicht verholzten Vegetation versehene Flächen je nach Zustand zu mähen und das Mahdgut zu entfernen oder zu mulchen. Auf Flächen mit Gehölzen hat eine Rodung und Entfernung der Wurzelstubben im Einklang mit den artenschutzrechtlichen Bestimmungen zu erfolgen. Sofern möglich, sind nach Empfehlung der DIN 19639 die Baumstümpfe bis Geländeoberkante zu entfernen und die Wurzeln zur Schonung des Bodengefüges und Stabilisierung des Untergrundes im Boden zu belassen.

Der Abtrag von Oberboden hat grundsätzlich rückschreitend mittels Raupenbagger zu erfolgen. Große Flächen sind in parallel versetzten Befahrungslinien abzutragen. Mehrmaliges Befahren der gleichen Fahrspur ist zu vermeiden. Schiebende Fahrzeuge, wie Planierraupen, sind für den Bodenabtrag nicht zulässig. Es sind Baumaschinen mit geringer Bodenpressung zu verwenden. Die Befahrbarkeit des Bodens in Abhängigkeit der aktuellen Bodenfeuchte sowie der Flächenpressung

und dem Gesamtgewicht der eingesetzten Maschinen ergibt sich aus dem Nomogramm der DIN 19639:

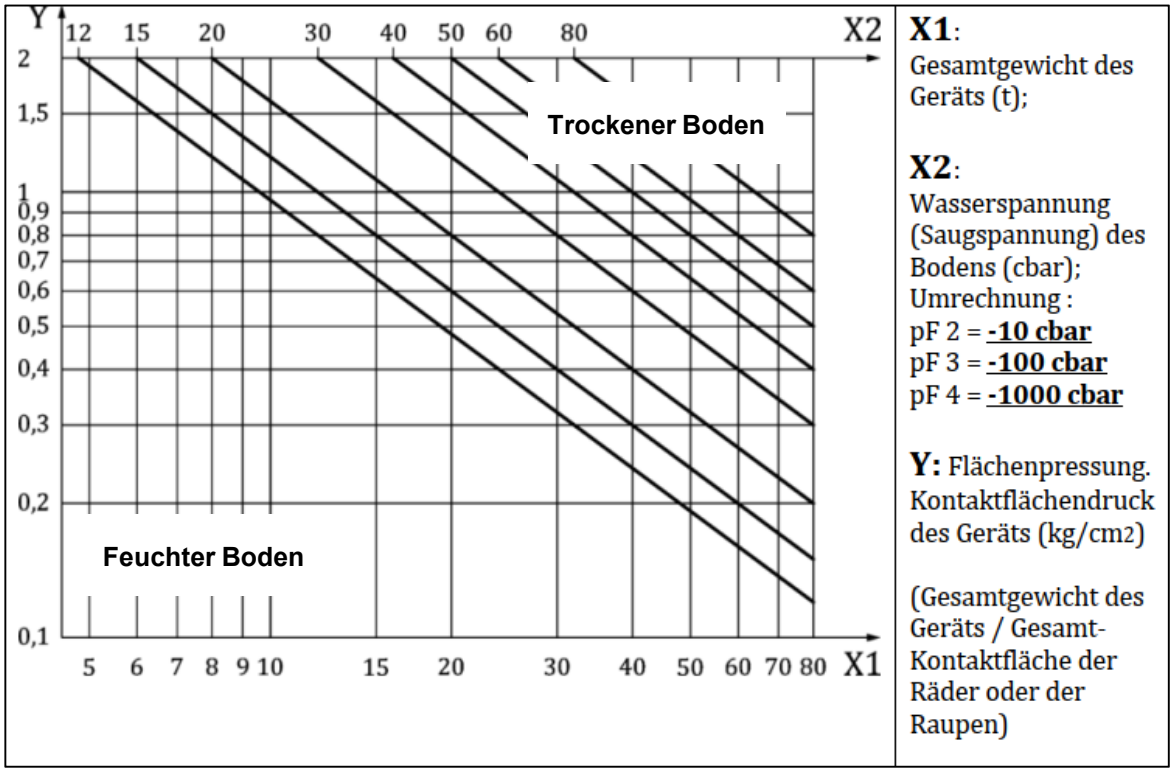


Abb. 3: Nomogramm zur Ermittlung des maximal zulässigen Kontaktflächendruckes von Maschinen auf Böden gemäß DIN 19639

Bei einer Wasserspannung des Bodens von > 50 cbar (halbfeste Konsistenz) ist eine Befahrbarkeit i.d.R. ohne Weiteres möglich. Bei Wasserspannung des Bodens von > 12 cbar (steife Konsistenz) ist die Befahrbarkeit nur möglich, wenn der Schnittpunkt zwischen Gesamtgewicht und Bodenpressung des eingesetzten Fahrzeugs im Nomogramm unterhalb der 12 cbar-Diagonalen auf der X2-Achse liegt.

Neben der Anwendung des Nomogramms in der obigen Abbildung kann die Maschinen-Einsatzgrenze gemäß DIN 19639 je nach Saugspannung anhand folgender Formel ermittelt werden:

Maschinen-Einsatzgrenze = Saugspannung (cbar) = Einsatzgewicht (t) • Flächenpressung (kg/cm^2) • 1,25

Rechnerische Maschinen-Einsatzgrenzen bzw. minimale Saugspannungen unterhalb von 12 cbar sind nicht zulässig. Der ermittelte Wert wird in solchen Fällen pauschal auf 12 cbar angehoben. Die nachfolgende, der DIN-Norm entstammende Tabelle gibt exemplarisch die Maschineneinsatzgrenzen für zwei Baumaschinen bei unterschiedlichem Einsatzgewicht und Bodenpressung wieder. Weist der Boden die jeweils geforderte Konsistenz nicht auf bzw. unterschreitet diese, ist ein direktes Befahren nicht zulässig. Die Beurteilung der Befahrbarkeit kann im Zweifel durch eine Konsistenzansprache erfolgen.

Tab. 10: Beispiele der Maschineneinsatzgrenze (geändert nach DIN 19639)

Gerät	Einsatzgewicht kg	Bodenpressung kg/cm²	Maschinen-Einsatzgrenze Saugspannung in cbar
Raupenbagger	10.000	0,25	12,0[a]
	20.000	0,40	12,0 [a]
	24.500	0,41	12,6
	30.000	0,50	18,8
	80.000	1,10	110
Planierraupe	20.000	0,50	12,5
	20.000	0,37	12,0 [a]

[a] Rechnerische Maschinen-Einsatzgrenzen bzw. minimale Saugspannungen unterhalb von 12 cbar sind nicht zulässig und werden auf 12 cbar festgesetzt.

Für das Bauvorhaben ist ein entsprechendes Maschinenkataster zu führen. In diesem sind, analog zum Beispiel in der obigen Tabelle, die relevanten Kenndaten der eingesetzten Maschinen zu erfassen und die kritische Einsatzgrenze zu definieren. In der Praxis erfolgt die Beurteilung der Befahrbarkeit dann im Zweifel durch die Bodenkundliche Baubegleitung mittels Ansprache der Konsistenz unter Hinzunahme der Tabelle in Anlage 3 (s.o.). Eine Messung der Saugspannung mittels Tensiometer bedarf längerer Vorbereitung und ist fehleranfällig, weshalb hiervon abzusehen ist.

Freigelegter Unterboden ist grundsätzlich nicht zu befahren, es sei denn man befindet sich bereits auf dem Festgesteins- oder Festgestein-Verwitterungshorizont oder der Boden weist einen sehr hohen Skelett- bzw. Grobbodenanteil von > 75 % auf.

6.5 Zwischenlagerung von Bodenmaterial

Der ausgekofferte Oberboden ist ortsnah, d.h. unmittelbar seitlich neben den Abtragsflächen, auf Miete zu lagern. Eine zentrale Lagerfläche für Oberboden ist nicht zielführend, da sich hierdurch zwangsläufig längere Transportwege auf der Fläche ergeben. Quertransporte von Bodenmaterial innerhalb des Bauvorhabens sind möglichst zu vermeiden. Die Bodenmieten sind folglich am Außenrand der bauzeitlich genutzten Flächen anzulegen. An die Herstellung und Pflege der Bodenmieten werden nachfolgende Anforderungen gestellt:

- Herstellung von Ober- und Unterbodenmieten auf dem anstehenden Oberboden (d.h. kein Abziehen des Oberbodens vor Unterbodenauftrag)
- Max. Mietenhöhe 2,0 m für Oberboden
- Trapezartige Ausbildung der Mieten
- Die Profilierung hat lediglich durch leichtes Andrücken der Mietenflächen zu erfolgen, ohne die Oberflächen zu verschmieren (kein Glattziehen). Auf ein Andrücken bzw. Profilieren der Mieten kann auch verzichtet werden, da sich hierdurch die anschließende Begrünung erleichtert. Die glatte, formschöne Miete wirkt lediglich optisch ansprechend, bewirkt aber nicht zwangsläufig eine fachgerechte Lagerung des Oberbodens. Pflegeschnitte im Nachgang müssen jedoch grundsätzlich gewährleistet werden.

- Die Mieten sind auf einer durchlässigen und ebenen oder am Hang befindlichen Fläche anzulegen, um Stauwasserbildung am Mietenfuß zu vermeiden. Muldenlagen sind entsprechend auszuschließen. Die vorgesehenen Lagerflächen der Mieten sind vor sowie während der Herstellung nicht zu befahren.
- Bei einer geplanten Lagerungsdauer von > 2 Monaten sind die Mieten unmittelbar nach Fertigstellung mit geeignetem Saatgut zu begrünen. Es sind grundsätzlich stark wasserzehrenden und je nach Lagerungsdauer mehrjährige Pflanzen anzusäen (z.B. Luzerne-Klee-Gras). Eine Begrünung kann auch im Herbst oder Winter mit geeignetem Wintersaatgut erfolgen. Zur Begrünung der Mieten wird auf die DIN 19639 und die DIN 18915 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten) verwiesen. Eine Selbstbegrünung der Mieten ist nicht zielführend.
- Mietenpflege: Die begrünten Mieten sind regelmäßig zu mähen (mindestens 1 Mal/Jahr, Entfernen des Schnittguts), bei trockener Witterung nach der Ansaat zu bewässern und bedarfsweise nach Anweisung der BBB nachzusäen.
- Vor der Begrünung ist ggfs. eine Auflockerung oder ein Aufrauen der Mietenflanken erforderlich, damit das aufgebrachte Saatgut nicht direkt zum Böschungsfuß rollt oder bei Regen abgewaschen wird
- Eine Pflege der Mietenbegrünung durch regelmäßige Mahd ist obligatorisch.

Bei der Herstellung von **Unterbodenmieten** gelten grundsätzlich dieselben Vorgaben wie für Oberbodenmieten (inkl. Begrünung), lediglich die max. Mietenhöhe liegt hiervon abweichend bei 3,0 m. Untergrundmaterial (aus dem C-Horizont) muss nicht begrünt werden. Mieten aus Oberboden und Unterboden sowie ggfs. dem Untergrundmaterial (C-Horizont) sind räumlich getrennt voneinander anzulegen.

6.6 Herstellung Mineralischer Schüttungen

Auf Flächen, die einer mineralichen Tragschicht bedürfen (insb. Logistikflächen) ist wie folgt zu verfahren:

- Das Planum kann im Vorfeld, sofern aus Gründen der Tragsicherheit erforderlich, nicht dynamisch, d.h. ohne Vibration, vorverdichtet werden.
- Auf dem frei gelegten Planum ist ein reißfestes Schutzvlies auszurollen. Um einen möglichst rückstandslosen Rückbau zu gewährleisten, werden Geovliese der Geotextilrobustheitsklasse 5 (GRK 5) empfohlen. Die Einzelbahnen des Geotextils unter der Schüttung müssen sich zu mindestens 50 cm überlappen.
- Über dem Schutzvlies ist das Material der mineralischen Schüttung vor Kopf mit einer Mindeststärke von 30 cm einzubauen. Das unterliegende Schutzvlies soll zu allen Seiten einen Überstand von ca. 1,0 m aufweisen.
- Eine Verunreinigung des seitlich anstehenden Feinbodens mit den min. Fremdmaterial ist nicht zulässig. Hierdurch kann das Schutzvlies im Zuge des Rückbaus ohne Rückstände entfernt werden.
- Bodenkonditionierungen des Unterbodens wie der Einsatz von Kalk sind nicht zulässig.

6.7 Einsatz von Lastverteilungsplatten

Lastverteilungsplatten (LVP) sind soweit bautechnisch möglich den mineralischen Schüttungen vorzuziehen. Die LVP sind auf einem Schutzvlies oder direkt auf der Bodenoberfläche zu verlegen und müssen folgende Eigenschaften aufweisen:

- Hinreichende Tragfähigkeit durch Verwendung geeigneter Materialien (Stahlplatten oder Holzbohlen.
- Hinreichende Dimensionierung, damit große Drücke verteilt auf die Fläche einen möglichst geringen Anpressdruck ergeben.
- Die Lastverteilungsplatten sollten idealerweise untereinander verbindungsfähig sowie mittels Nägeln, Bolzen o.Ä. an den Untergrund fixiert werden, um ein seitlichen Verrutschen im Baustellenbetrieb zu vermeiden.
- Der Einbau der Lastverteilungsplatten auf dem zuvor händisch ausgelegten Vlies hat vor Kopf zu erfolgen. Ein direktes Befahren der Fläche ist nicht zulässig.
- Bei kurzzeitigen Beanspruchungen mit geringen Lasteinträgen (z.B. einmalige kurzzeitige Zuwegungen für leichtere Maschinen und Fahrzeuge) ist der Einsatz kleiner, duktiler LVP aus Kunststoff möglich. Diese können händisch verlegt und flexibel umgelegt werden.

6.8 Logistikflächen für kurze Arbeitsphasen

Bei einer geplanten Dauer der Flächenbeanspruchung von bis zu 6 Monaten kann je nach Bodenverhältnissen (aktuelle Bodenfeuchte, Bodenart und Verdichtungsempfindlichkeit, Grund- oder Stauwassereinfluss) auf begrünten Flächen wie auch auf Ackerflächen auf ein Abtragen des Oberbodens vor Herstellung befestigter Baustraßen und kurzzeitigen BE-Flächen verzichtet werden. In diesem Fall verbleibt der Oberboden zum Schutz des unterlagernden Unterbodens auf der Fläche. Gemäß DIN 19639 ist die Grenze von 6 Monaten nicht zwingend einzuhalten. Je nach Standort ist gemäß gutachterlicher Einschätzung daher auch ein längerer Betrieb direkt über dem Oberboden möglich.

6.9 Abfall- und Massenmanagement

Es ist grundsätzlich eine möglichst hohe Wiederverwertungsquote der vor Ort anfallenden mineralischen Massen im Zuge des Bauvorhabens anzustreben. Bei der Wiederverwertung des auf der Baustelle anfallenden, überschüssigen Bodenmaterials, ist zwischen folgenden Zuständen zu unterscheiden:

a. Vor Ort anfallenden Überschussmassen sollen in unmittelbarer Umgebung und in vergleichbarer Tiefenlage wieder eingebaut werden.
b. Vor Ort anfallende Überschussmassen sollen innerhalb des Bauvorhabens, jedoch räumlich voneinander getrennt eingebaut werden.

Bei der Wiederverwertung von Bodenmaterial im Zuge des BV sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Bei einer ortsnahen Verwertung des Bodenmaterials in vergleichbarer Tiefenlage und bei ähnlichen Bodeneigenschaften (Fall a.) kann von einer chemischen Analyse abgesehen werden, sofern keine wesentliche stoffliche Beeinträchtigung zu erwarten ist
- Bei einer ortsfremden Verwertung innerhalb des BV (Fall b.), ist eine gutachterliche Einschätzung der Eignung des einzubauenden Bodenmaterials erforderlich. Wesentliche Parameter beinhalten hierbei insb.

- Die Feinbodenart
- Grobbodenart und –anteil
- bei Oberböden Humusgehalt
- Kalkgehalt

- Sofern mit Blick auf die bisherige Nutzung und gemäß Ansprache des Bodens kein Verdacht auf anthropogen bedingte Bodenverunreinigungen besteht, ist auch bei einer ortsfremden Verwendung (Fall b.) eine chemische Deklarationsanalyse nicht erforderlich. Bei der ortsfremden Wiederverwertung sind geogene Hintergrundgehalte zu berücksichtigen.

Bei der externen Verwertung von Bodenmaterial sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Für die Verwertung von Ober- und Unterboden zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenzone sind die Vorsorgewerte nach Anhang 2 Ziffer 4 der **BBodSchV** einzuhalten. Bei landwirtschaftlicher Folgenutzung darf die Bodenzone 70 % der Vorsorgewerte für Böden nicht überschreiten. Sofern kein Verdacht auf Verunreinigungen des Bodens besteht, kann mit behördlicher Zustimmung von einer Analyse nach BBodSchV abgesehen werden (analog zur Verwertung innerhalb des BV).
- Für die Verwertung von Bodenmaterial zum Einbau unterhalb der durchwurzelbaren Bodenzone gelten die Zuordnungswerte gemäß Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuften Bodenmaterial (**VwV Boden**).
- Aushubmaterial, das auf einer Beseitigung beseitigt werden soll, hat die Anforderungen an die Probenahme nach **LAGA PN 98** sowie an die Entsorgung gemäß Deponieverordnung (**DepV**) einzuhalten.

Die Umsetzung des BV ist nach derzeitigem Stand für das Jahr 2024 geplant. Zu diesem Zeitraum sind ergänzend oder vollständig die Anforderungen an Deklaration, Verwertung und Beseitigung von Bodenmaterial gemäß der neuen **Ersatzbaustoffverordnung** vom 09. Juli 2021 anzuwenden. Die Verordnung tritt zum 01.08.2023 in Kraft.

Quantitative Angaben zu den anfallenden mineralischen Aushubmassen, zur Wiederverwertung im BV, zur externen Verwertung oder Beseitigung sowie zu erforderlichen Deklarationsanalysen sind in einem separaten Abfallverwertungskonzept zu erfassen und hinreichend zu beschreiben.

6.10 Umgang mit Auengleyen in Logistikfläche 1

Sofern möglich, ist der nordöstliche Bereich der Ackerflächen mit auftretenden, bindigen Auengleyen im Zuge der Flächenherstellung auszusparen. Dies ist im Zuge der Ausführungsplanung zu prüfen. Zur Herstellung der Rampe ist eine hinreichende mächtige Schotterüberdeckung herzustellen, um die physikalischen Einwirkungen auf den Unterboden auf ein nötiges Minimum zu reduzieren.

6.11 Besondere Anforderungen an Baulogistikfläche Abschnitt 3

Im Bereich der geplanten Baustraße auf der Grünfläche (Baulogistikfläche 3) stehen grundwasserbeeinflusste Böden (Auengley aus Auenlehm) an. Kennzeichnend für diese Bodentypen ist eine hohe standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit und geringe Bearbeitbarkeit infolge des hohen Anteils an bindigem Feinboden und der permanent hohen Bodenfeuchte infolge des geringen Grundwasserflurabstands. Die Herstellung der Fläche hat daher unter besonderen Grundsätzen zu erfolgen. Es gelten grundsätzlich die Vorgaben gemäß den obigen Ausführungen in den Abschnitten

6.2 bis 6.9. Da Bodenarbeiten auf dieser Fläche nach Vorgabe der DIN 19639, mit Blick auf die oben skizzierten Bodeneigenschaften, nur bedingt bodenschonend möglich sind, ist abweichend von den anderen Logistikflächen der Einsatz von schweren Lastverteilungsplatten im Bereich der südlichen Grünfläche (ca. 2.500 m^2) vorzuziehen. Gemäß oben formulierter Materialanforderungen sind kleindimensionale und biegsame Baggermatten aus Kunststoff mit Blick auf den Untergrund und den zu erwarteten Arbeiten ungeeignet. Gemäß Bodenansprache weist der Oberboden eine intensive Durchwurzelung auf, welche die mechanische Stabilität des Oberbodens, im Vergleich zum Unterboden, bei gleicher Feinbodenart deutlich erhöht. In der Folge weist der Oberboden eine höhere Belastbarkeit als der nachfolgende Unterboden auf. Bei einer Herstellung der Baustraße auf dem freigelegten Unterboden, welcher sehr wahrscheinlich im gesamten Jahresverlauf eine weiche bis breiige Konsistenz aufweist, ist mit deutlichen Gefügeschäden durch Verdichtung auszugehen. Darüber hinaus ist der Unterboden im Nachgang nur bedingt rekultivierbar, da eingetretene Unterbodenverdichtungen sich bei den ungünstigen Konsistenzen nicht mehr hinreichend auflockern lassen.

Sofern der Einsatz von Lastverteilungsplatten aus etwaigen Gründen technisch nicht möglich ist, ist alternativ eine mineralische Baustraße, analog zu den anderen Flächen, jedoch ebenfalls auf dem Oberboden anzulegen. Durch die Lage im Überschwemmungsgebiet der Lein ist gelten in dem Fall besondere Anforderungen an die Auslaugbarkeit des eingesetzten Materials, siehe nachfolgender Abschnitt. In beiden Fällen ist der vorhandene Wurzelfilz im Vorfeld nicht zu beeinträchtigen, d.h. es hat lediglich eine bodennahe Flächenmahd mit anschließendem Abtrag des Mahdguts zu erfolgen.

6.11.1 Maßnahmen zur besonderen Vermeidung stofflicher Emissionen auf der Logistikfläche 3

Die geplante Logistikfläche 3 befindet sich innerhalb des Überschwemmungsgebietes HQ 100. Hierdurch ergeben sich zwangsläufig Einschränkung für die Arbeiten bzw. Flächennutzung:

- Baumaschinen, Diesel- oder Benzin-betriebene Geräte, Geräte mit Hydraulikanschluss sowie Baustoffe mit potenziell wassergefährdenden Bestandteilen oder Anhaftungen dürfen nicht dauerhaft auf der Fläche gelagert werden.
- Baustoffe sind ggfs. aufgeständert zwischenzulagern.
- Verunreinigungen der Baustraße sind bautäglich zu entfernen.
- Die Arbeiten haben vorzugsweise in einem Zeitraum zu erfolgen, welcher über ein langjähriges Mittel geringe Niederschlagsmengen aufweist.
- Das Bauzeitenmanagement ist an die aktuelle und prognostizierte Witterung anzupassen. Bei steigender Überschwemmungsgefahr sind die Arbeiten einzustellen und die Fläche von allen unbefestigten Materialien und Gerätschaften zu räumen.
- Sofern eine mineralische Baustraße hergestellt wird, ist diese aus natürlichem Gesteinsmaterial ohne geogene Belastungen oder RC-Material der Einbauklasse Z0 zu errichten.

7 Bodenschutzplan in der Ausführungsplanung

Das Bodenschutzkonzept ist im Zuge der Ausführungsplanung fortzuschreiben und durch einen fortgeschriebenen Bodenschutzplan zu ergänzen. Dieser stellt in einem hinreichend großen Maßstab die räumliche Verteilung der baubegleitenden Bodenschutzmaßnahmen dar. So können im Bodenschutzplan z.B. die Lage der Bodenmieten und Lastplatten, Fahrwege, Abtrags- und Auftragsbereiche dargestellt werden.

8 Definition erforderlicher Rekultivierungsmaßnahmen bauzeitlich beanspruchter Flächen

8.1 Allgemein

Die Erfordernis der Rekultivierung ergibt sich insb. für die bauzeitlich in Anspruch genommenen Logistikflächen. Die Rekultivierung hat unter dem Vorsatz zu erfolgen, dass die Böden nach Abschluss der Maßnahme mindestens dieselbe Qualität wie vor dem Bauvorhaben mit Blick auf die relevanten Bodenfunktionen aufweisen müssen. Für zuvor ackerbaulich genutzte Flächen bedingt dies nicht nur eine Wiederherstellung der früheren Oberbodenmächtigkeit. Vielmehr sind folgende Bodeneigenschaften, welche die natürliche Bodenfruchtbarkeit bedingen, wieder herzustellen:

- Natürliche Lagerungsdichte des Bodens (Ober- und Unterboden),
- Max. Durchwurzelungstiefe und Durchwurzelbarkeit,
- Grobbodenanteil,
- Stauwasserverhältnisse,
- Ursprüngliche Luftkapazität, Feldkapazität und Versickerungsvermögen,
- Schadstofffreiheit.

Zur Wiederherstellung der Bodeneigenschaften nach Bauende sind nachfolgend beschriebene Arbeiten notwendig.

8.2 Fachgerechter Rückbau der bauzeitlich genutzten Flächen

Vor der Beräumung der bauzeitlich genutzten Flächen sind diese von sämtlichen Baumaterialien zu befreien. Mineralische Baustraßen wie auch Lastverteilungsplatten sind rückschreitend rückzubauen. Gleiches gilt für unterlagernde Schutzvliese. Es ist Sorge zu tragen, dass keine Vliesreste vor Ort verbleiben. Ebenso dürfen keine mineralischen Fremdbestandteile vor Ort verbleiben, d.h. der ursprüngliche Grobboden- oder Skelettanteil des Bodens ist wieder herzustellen.

8.3 Tiefenlockerung und Oberbodenauftrag

Nach Rückbau der Logistikflächen ist das anstehende Planum tiefenzulockern. Hierzu sind je nach Verdichtungsgrad Heckaufreißer (Raupe),Tiefgrubber, Spatenmaschine (bei intensiver Bodenverdichtung) oder vergleichbare Gerätschaften einzusetzen. Das alleinige Auflockern mittels Baggerkralle ist nicht ausreichend. Nach Lockerung des Unterbodens ist dieser nicht mehr zu befahren. Die Arbeiten zur Tiefenlockerung haben bei hinreichend trockenen Bodenverhältnissen gemäß Tabelle 2 der DIN 19639 zu erfolgen (siehe Anlage 3). Optimal sind Arbeiten bei halbtrockener Konsistenz, ab einer weichen Konsistenz sind Bodenarbeiten nicht mehr zulässig. Die erforderliche Lockerungstiefe beträgt bei geringverdichteten Flächen 60 cm unter endgültiger GOK, bei stark verdichteten Flächen 90 cm u. GOK. Sofern Abtragsbereiche wieder in ihren ursprünglichen Zustand versetzt werden, erhöht sich die erforderliche Lockerungstiefe entsprechend. Grundsätzlich orientiert sich die erforderliche Bearbeitungstiefe an der verursachten Verdichtungstiefe. Die Arbeiten können in dem Fall zweckmäßig vor dem Bodenauftrag stattfinden.

Die Tiefenlockerungsarbeiten sind auch im Bereich der Mietenaufstandsflächen durchzuführen. Hierbei ist Sorge zu tragen, dass es zu keiner Vermischung von Ober- und Unterboden kommt. Der Geräteeinsatz ist entsprechend anzupassen.

Die mechanische Tiefenlockerung ist nach Abschluss durch die BBB abzunehmen.

Der Auftrag von Oberboden erfolgt vor Kopf ohne Befahren des zuvor gelockerten Unterbodens. Der Oberboden wird locker, d.h. ohne Verdichtung eingebaut. Um spätere Setzungen des locker

eingebauten Bodens zu kompensieren, ist der Oberboden mit entsprechender Übermächtigkeit einzubauen. Wie beim Bodenauftrag sind die Vorgaben zur Bodenfeuchte und Maschineneinsatz zu beachten. Der Einsatz schiebender Fahrzeuge (Planierraupen) zur Herstellung des Planums ist im Konsistenzbereich 1 (fest) bis 3 (steif) zulässig. Nach Bodenauftrag ist die Fläche erneut oberflächig mittels Grubber aufzulockern. Sofern der Oberboden mehrfach befahren wurde, ist eine tiefergehende Lockerung, z.B. mittels Pflug, erforderlich.

8.4 Zwischenbewirtschaftung

Zur Wiederherstellung der physikalischen Bodeneigenschaften auf den Logistikflächen ist neben der mechanischen (Tiefen-) Lockerung eine mehrjährige Zwischenbewirtschaftung vorzunehmen. Die Zwischenbewirtschaftung dient u. A. der Wiederherstellung des natürlichen Bodengefüges.

Auf den zuvor ackerbaulich genutzten Flächen sind tiefwurzelnde Zwischenfrüchte (Leguminosen und Saatmischungen mit Leguminosenanteil) ackerbaulich auszubringen. Kann die Ansaat erst zum Winter erfolgen, ist eine zeitweise Zwischenbegrünung mit Winterweizen oder Winterroggen vorzunehmen. Im Frühjahr ist die Fläche dann entsprechend zu mulchen, oberflächennah und schonend aufzubrechen (z.B. mittels Eggen) und die mehrjährige Leguminosen-Ansaat vorzunehmen. Sofern eine Futternutzung nicht angedacht ist, ist die Fläche durch regelmäßiges Häckseln (Mulchen) vor einer Verunkrautung zu schützen. Gemäß DIN 19639 ist nach dem dritten Jahr ist eine Ackernutzung möglich, wobei der Anbau von Feldfrüchten mit hoher Bodenbeanspruchung (z. B. Hackfrüchte, Kartoffeln) möglichst lange unterbleiben sollte. Es bietet sich an, das Rekultivierungskonzept unter Einbezug des Flächeneigentümers oder –pächters zu erstellen.

Bei zu rekultivierenden Flächen mit späterer Grünlandnutzung ist zunächst auf eine intensive Nutzung (Beweidung oder Mahd) zu verzichten, d.h. die Fläche ist extensiv zu bewirtschaften. Im Bereich der Logistikfläche 3 hat die Ansaat hat unter Berücksichtigung des hohen Grundwasserstandes durch angepasstes Saatgut zu erfolgen.

Die Zwischenbewirtschaftung hat unter Hinzunahme der allgemeinen Hinweise der DIN 18915 – Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten, sowie im Speziellen unter Hinzunahme des Anhangs E der DIN-Norm, zu erfolgen.

9 Bodenkundliche Baubegleitung während der Bauausführung

Während der Bauphase sowie für den Zeitraum der Rekultivierung und ggfs. zeitweise Zwischenbewirtschaftung ist durch den Bauherrn eine fachkundige Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) einzusetzen. Die BBB begleitet und überprüft die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gemäß Bodenschutzkonzept in der Bauphase. Etwaige, nicht im Bodenschutzkonzept betrachtete Bodenbeeinträchtigungen sind vor Ort in Abstimmung mit der BBB zu planen und umzusetzen.

Die BBB ist an der Beweisaufnahme der zu beanspruchenden Flächen vor Baubeginn involviert und dokumentiert durch regelmäßige Begehungen die fachgerechte Umsetzung der Bodenschutzmaßnahmen gemäß Bodenschutzkonzept und etwaiger behördlicher Vorgaben.

Kommt es zu Schäden des Bodens im Zuge der Baumaßnahme, ist das Schadensbild durch die BBB zu erfassen und Vorgaben zur notwendigen Wiederherstellung zu definieren. Hierbei kann es sich um folgende (nicht ausschließlich) Mängel oder Schadensbilder handeln:

- Fahrspuren
- Abschwemmungen, Erosion und Rutschungen
- Nicht fachgerecht wiederhergestellter Profilaufbau (Missachtung der ursprünglichen Horizontierung)
- Bodenverdichtungen
- Verschmutzungen (stoffliche Belastungen, Bauabfälle)
- Vermischung unterschiedlicher Bodenschichten
- Einmischung von Steinen in zuvor steinfreie Schichten (z.B. durch Rückstände min. Schüttungen und Baustraßen)
- Ein- und Auftrag standortfremden Bodenmaterials
- Aufwuchsschäden.

Weiter erfolgt die Abnahme der Flächenwiederherstellung unter Hinzunahme der BBB. Nach Abschluss der Baumaßnahme inkl. aller erforderlichen Nacharbeiten erstellt die BBB einen Abschlussbericht zur Baumaßnahme.

Aufgestellt:

Karlsruhe, den 19.07.2022

i. V. Dipl.-Geograph Thomas Knaisch

Mailänder Consult GmbH

i. A. M. Sc. Andreas Beckhoff

Literatur und Quellen

Literatur

[AD-HOC 2005] AD-HOC AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5). 5. Auflage. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. 438 S.

[AVG 2022a] ALBTAL-VERKEHRS-GESELLSCHAFT MBH (2022a): Stadtbahn Eppingen – Heilbronn, 2-gleisiger Ausbau zwischen Leingarten und Schwaigern, AVG-Str.-Nr. 94950 - Bahn-km 124,6 bis 131,1, Genehmigungsplanung: Unterlage für eine Entscheidung nach § 18 AEG – Anlage 1.1: Erläuterungsbericht

[AVG 2022b] ALBTAL-VERKEHRS-GESELLSCHAFT MBH (2022b): Stadtbahn Eppingen – Heilbronn, 2-gleisiger Ausbau zwischen Leingarten und Schwaigern, AVG-Str.-Nr. 94950 - Bahn-km 124,6 bis 131,1, Genehmigungsplanung: Unterlage für eine Entscheidung nach § 18 AEG – Anlage 1.2: Bautechnische Beschreibung

[DB ENGINEERING & CONSULT GMBH 2021] DB ENGINEERING & CONSULT GMBH (2021): Erläuterungsbericht zur EP, Zweigleisiger Ausbau Leingarten – Schwaigern Planung Oberleitung

[LGRB 2021] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU BADEN WÜRTTEMBERG (2021): LGRB Wissen. Gäulandschaften. Stand: 10.02.2021. URL: https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/unser-land/gaeulandschaften. (17.02.2020)

[LGRB 2019] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU BADEN WÜRTTEMBERG (2019): BK50: Bodenkundliche Einheiten Bodentypen. Regierungspräsidium Freiburg. URL: https://maps.lgrb-bw.de/ (zuletzt abgerufen am 16.11.2020)

[LGRB 2015] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU BADEN-WÜRTTEMBERG (2015): LGRB-BW GÜK300: Geologische Einheiten. Stand: 21.12.2015. Regierungspräsidium Freiburg.
URL: https://meta.lgrb-bw.de/geonetwork/srv/de/main.home?uuid=091da67b-e1aa-43d7-b61f-89add71e647a (02.02.2021).

[LGRB 2007] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU BADEN-WÜRTTEMBERG (2015): LGRB-BW HÜK350: Hydrogeologische Übersichtskarte. Stand: 2007. Regierungspräsidium Freiburg.
URL: https://maps.lgrb-bw.de/?app=lgrb&lang=de. (23.08.2021).

[LUBW 2022] LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (2022): Daten- und Kartendienst der LUBW. URL: http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/ (13.04.2022).

[LUBW 2010b] LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Bodenschutz 23. Karlsruhe: LUBW.

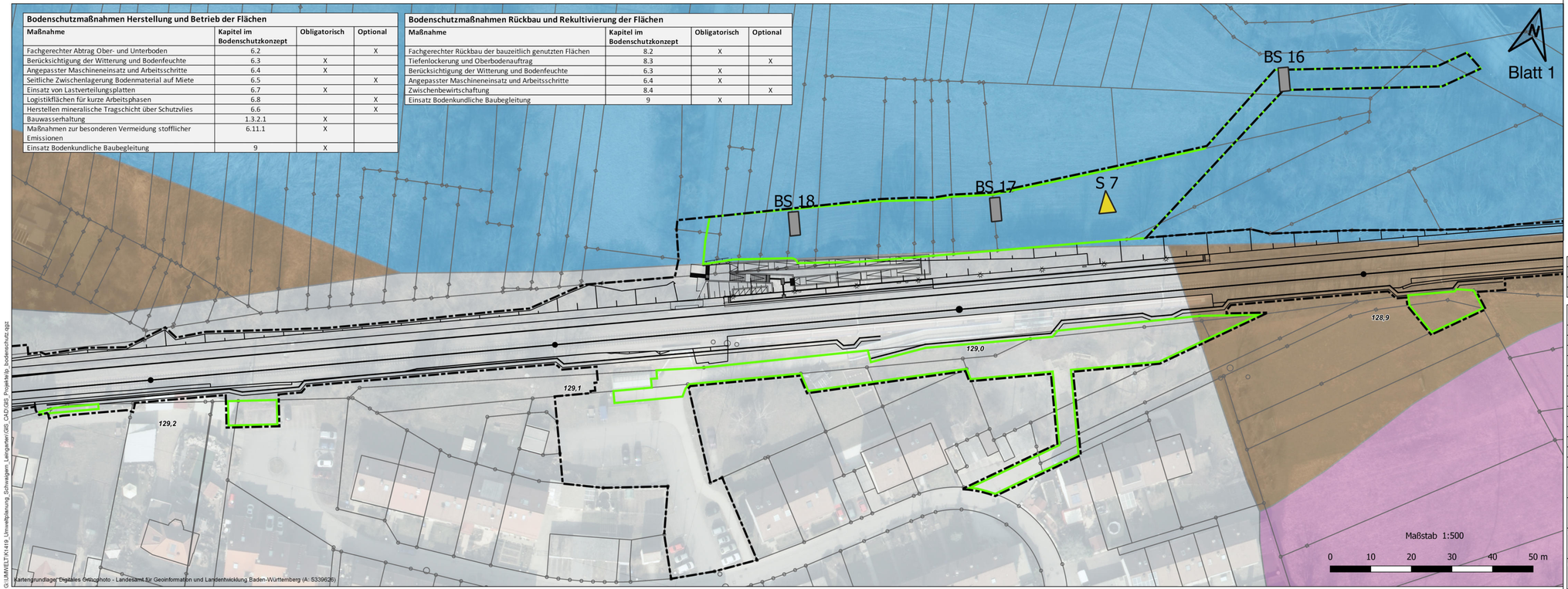
[UM-BW 2021] MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (2021): Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie - Bewirtschaftungsplan Aktualisierung 2021 für den baden-württembergischen Anteil der Flussgebietseinheit Rhein, Dezember 2021

Bodenschutzmaßnahmen Herstellung und Betrieb der Flächen

Maßnahme	Kapitel im Bodenschutzkonzept	Obligatorisch	Optional
Fachgerechter Abtrag Ober- und Unterboden	6.2		X
Berücksichtigung der Witterung und Bodenfeuchte	6.3	X	
Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte	6.4	X	
Seitliche Zwischenlagerung Bodenmaterial auf Miete	6.5		X
Einsatz von Lastverteilungsplatten	6.7	X	
Logistikflächen für kurze Arbeitsphasen	6.8		X
Herstellen mineralische Tragschicht über Schutzvlies	6.6		X
Bauwasserhaltung	1.3.2.1	X	
Maßnahmen zur besonderen Vermeidung stofflicher Emissionen	6.11.1	X	
Einsatz Bodenkundliche Baubegleitung	9	X	

Bodenschutzmaßnahmen Rückbau und Rekultivierung der Flächen

Maßnahme	Kapitel im Bodenschutzkonzept	Obligatorisch	Optional
Fachgerechter Rückbau der bauzeitlich genutzten Flächen	8.2	X	
Tiefenlockerung und Oberbodenauftrag	8.3		X
Berücksichtigung der Witterung und Bodenfeuchte	6.3	X	
Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte	6.4	X	
Zwischenbewirtschaftung	8.4		X
Einsatz Bodenkundliche Baubegleitung	9	X	



Kartengrundlage: Digitales Orthophoto - Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (A: 5339626)

G:\UMWELT\1419_Umweltplanung_Schwaigern_Leingarten\GIS_CAD\05_Projekte\p_bodenschutz.qgz

Blatt 1

Legende

technische Planung

- Planfeststellungsgrenze
- Gleisachsen
- 129,5 Bestand und Kataster
- BE-Fläche, Baustraße, Baustellenzufahrt

Bodenkundliche Einheiten

- Kolluvium, z.T. über Braunerde und Parabraunerde, aus Abschwemmmassen über Fließerden (K1), [Kartenkürzel: e83]
- Pararendzina und Parabraunerde-Pararendzina aus verschwemmtem Löss und lössreichem Hochflutsediment Z8) [Kartenkürzel: e13]
- Auengley, Auenpseudogley-Auengley und Brauner Auenboden-Auengley aus Auensand und Auenlehm (A3) [Kartenkürzel: e111]
- Bohrstock-Sondierung mit Bezeichnung und Nr.
- Schurf mit Bezeichnung und Nr.

Name	Datum	Änderung

Bodenschutzkonzept

	Name	Datum
bearbeitet	Be	07/22
gez.	GS	07/22
geprüft	TK	07/22

Mailänder Consult
Mailänder Consult GmbH
Mathystraße 13 76133 Karlsruhe
T 0721 93280-0 F 0721 93280-10

	Name	Datum
gez.		
geprüft		
A2-PL		
A2-PA		
A2-IH		
A2		
EBL		

Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH
Tullastraße 71 76131 Karlsruhe
Telefon 07 21 / 61 07-0
Telefax 07 21 / 61 07-50 09

AVG

Strecke: Crailsheim – Heilbronn – Eppingen

Streckennummer: 94950

Stadtbahn Eppingen – Heilbronn

4950

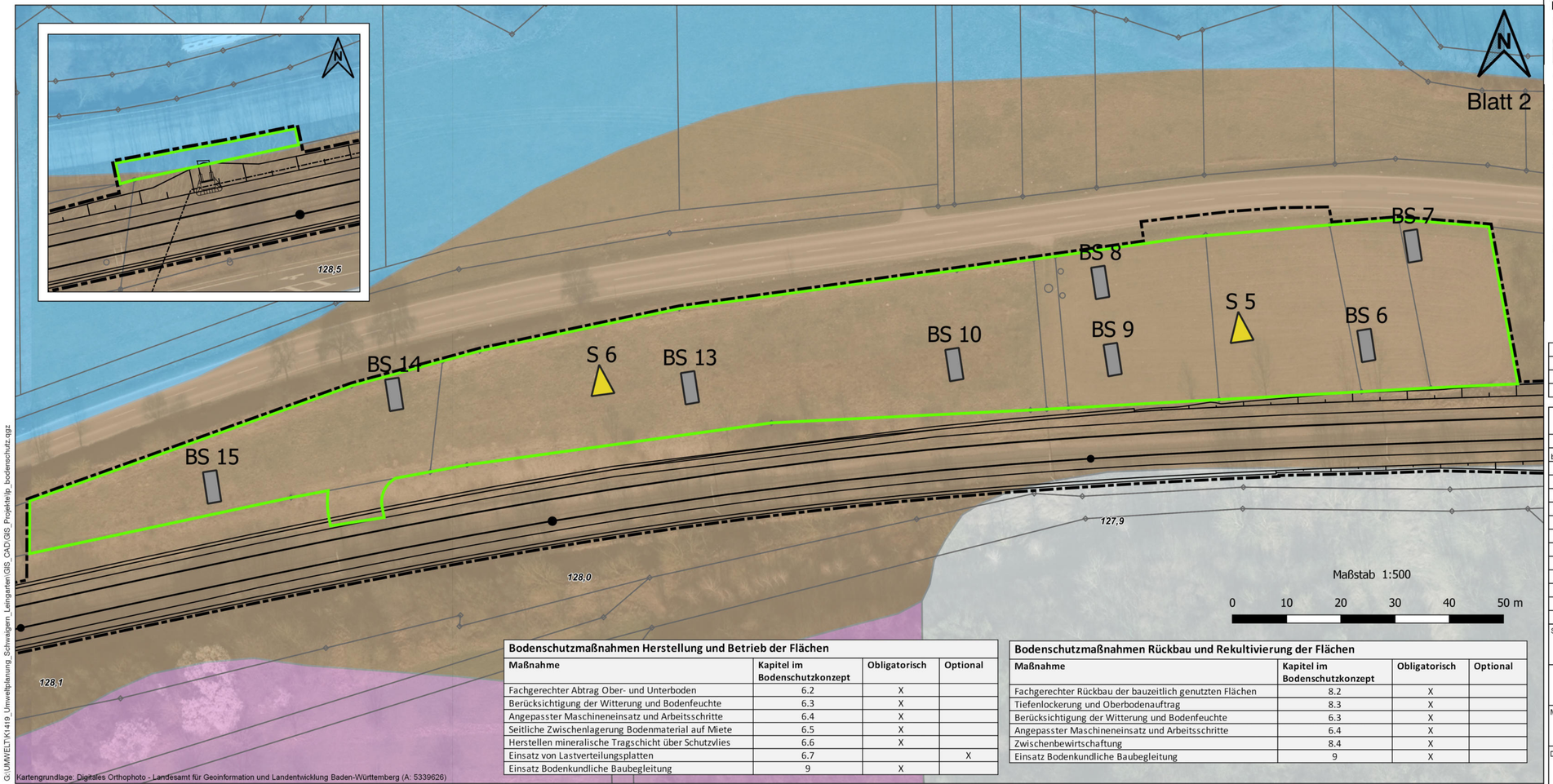
Maßnahme: 2-gleisiger Ausbau zwischen Leingarten und Schwaigern
Bahn-km 124,6 bis 131,1

Projekt-Nr: 1084

Darstellung: Bodenschutzplan

1:500

Anlage: 1



Kartengrundlage: Digitales Orthophoto - Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (A: 5339626)

G:\UMWELT\K1419_Umweltplanung_Schwalgern_Leingarten\GIS_CAD\GIS_Projekte\lp_bodenschutz.qgz

Bodenschutzmaßnahmen Herstellung und Betrieb der Flächen

Maßnahme	Kapitel im Bodenschutzkonzept	Obligatorisch	Optional
Fachgerechter Abtrag Ober- und Unterboden	6.2	X	
Berücksichtigung der Witterung und Bodenfeuchte	6.3	X	
Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte	6.4	X	
Seitliche Zwischenlagerung Bodenmaterial auf Miete	6.5	X	
Herstellen mineralische Tragschicht über Schutzvlies	6.6	X	
Einsatz von Lastverteilungsplatten	6.7		X
Einsatz Bodenkundliche Baubegleitung	9	X	

Bodenschutzmaßnahmen Rückbau und Rekultivierung der Flächen

Maßnahme	Kapitel im Bodenschutzkonzept	Obligatorisch	Optional
Fachgerechter Rückbau der bauzeitlich genutzten Flächen	8.2	X	
Tiefenlockerung und Oberbodenauftrag	8.3	X	
Berücksichtigung der Witterung und Bodenfeuchte	6.3	X	
Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte	6.4	X	
Zwischenbewirtschaftung	8.4	X	
Einsatz Bodenkundliche Baubegleitung	9	X	

Legende

Blatt 2

technische Planung

- Planfeststellungsgrenze
- Gleisachsen (129,5)
- Bestand und Kataster
- BE-Fläche, Baustraße, Baustellenzufahrt

Bodenkundliche Einheiten

- Pararendzina und Parabraunerde-Pararendzina aus verschwemmtem Löss und lössreichem Hochflutsediment Z8) [Kartenkürzel: e13]
- Kolluvium, z.T. über Braunerde und Parabraunerde, aus Abschwemmmassen über Fließerden (K1), [Kartenkürzel: e83]
- Auengley, Auenpseudogley-Auengley und Brauner Auenboden-Auengley aus Auensand und Auenlehm (A3) [Kartenkürzel: e111]

- Bohrstock-Sondierung mit Bezeichnung und Nr.
- Schurf mit Bezeichnung und Nr.

Name	Datum	Änderung

Bodenschutzkonzept

	Name	Datum
bearbeitet	Be	07/22
gez.	GS	07/22
geprüft	TK	07/22

Mailänder Consult
Mailänder Consult GmbH
Mathystraße 13 76133 Karlsruhe
T 0721 93280-0 F 0721 93280-10

	Name	Datum
gez.		
geprüft		
A2-PL		
A2-PA		
A2-IH		
A2		
EBL		

Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH
Tullastraße 71, 76131 Karlsruhe
Telefon 07 21 / 61 07-0
Telefax 07 21 / 61 07-50 09

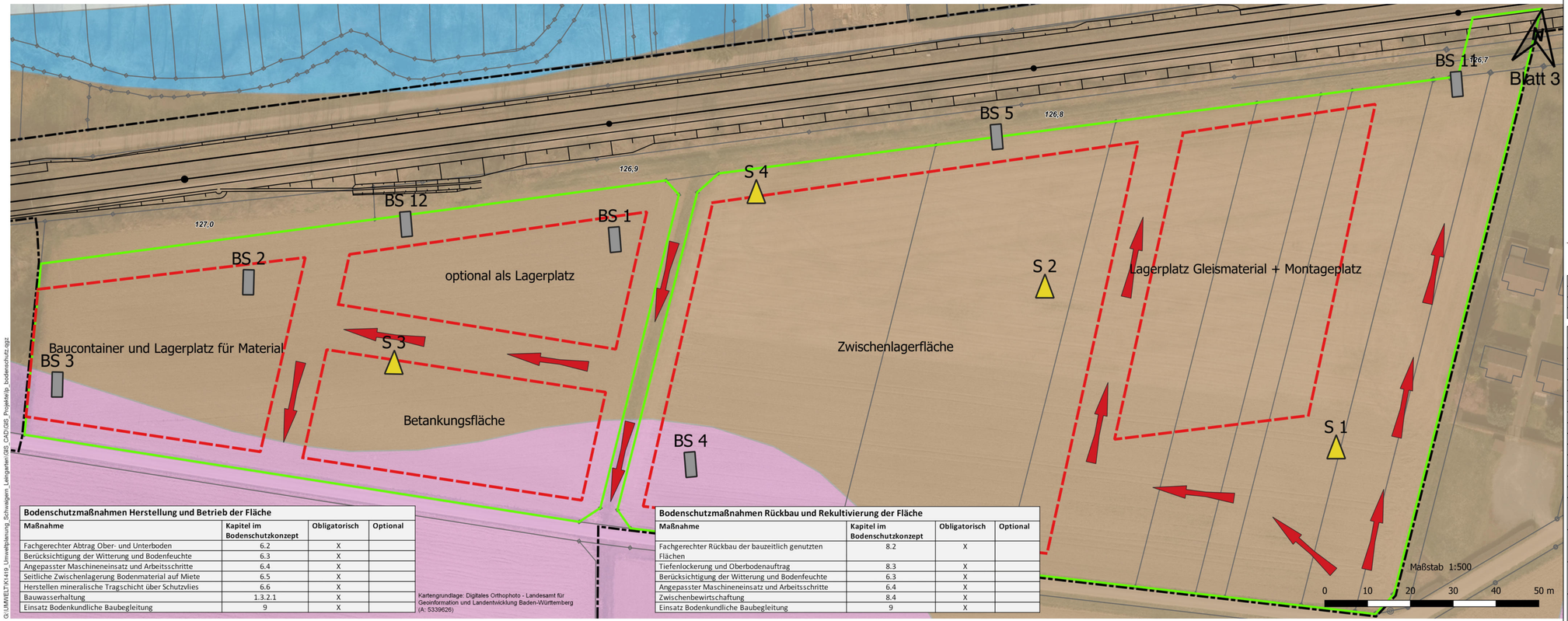
AVG

Strecke: Crailsheim – Heilbronn – Eppingen — Streckennummer: 94950

Stadtbahn Eppingen – Heilbronn — 4950

Maßnahme: 2-gleisiger Ausbau zwischen Leingarten und Schwaigern
Bahn-km 124,6 bis 131,1 — Projekt-Nr.: 1084

Darstellung: Bodenschutzplan — 1:500 — Anlage: 1



Bodenschutzmaßnahmen Herstellung und Betrieb der Fläche

Maßnahme	Kapitel im Bodenschutzkonzept	Obligatorisch	Optional
Fachgerechter Abtrag Ober- und Unterboden	6.2	X	
Berücksichtigung der Witterung und Bodenfeuchte	6.3	X	
Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte	6.4	X	
Seitliche Zwischenlagerung Bodenmaterial auf Miete	6.5	X	
Herstellen mineralische Tragschicht über Schutzvlies	6.6	X	
Bauwasserhaltung	1.3.2.1	X	
Einsatz Bodenkundliche Baubegleitung	9	X	

Kartengrundlage: Digitales Orthophoto - Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (A: 5339626)

Bodenschutzmaßnahmen Rückbau und Rekultivierung der Fläche

Maßnahme	Kapitel im Bodenschutzkonzept	Obligatorisch	Optional
Fachgerechter Rückbau der bauzeitlich genutzten Flächen	8.2	X	
Tiefenlockerung und Oberbodenauftrag	8.3	X	
Berücksichtigung der Witterung und Bodenfeuchte	6.3	X	
Angepasster Maschineneinsatz und Arbeitsschritte	6.4	X	
Zwischenbewirtschaftung	8.4	X	
Einsatz Bodenkundliche Baubegleitung	9	X	

G:\UMWELT\K1419_Umweltplanung_Schwaigern_Leingarten\GIS_CAD\GIS_Projekte\lp_bodenschutz.qgz

Blatt 3

Legende

technische Planung

- Planfeststellungsgrenze
- Gleisachsen
- 129,5 Bestand und Kataster
- BE-Fläche, Baustraße, Baustellenzufahrt

bodenkundliche Einheiten

- Pararendzina und Parabraunerde-Pararendzina aus verschwemmtem Löss und lössreichem Hochflutsediment Z8) [Kartenkürzel: e13]
- Kolluvium, z.T. über Braunerde und Parabraunerde, aus Abschwemmmassen über Fließerden (K1), [Kartenkürzel: e83]
- Auengley, Auenpseudogley-Auengley und Brauner Auenboden-Auengley aus Auensand und Auenlehm (A3) [Kartenkürzel: e111]

- Bohrstock-Sondierung mit Bezeichnung und Nr.
- Schurf mit Bezeichnung und Nr.
- Fahrtrichtungspfeil innerhalb der BE-Flächen
- Baucontainer und Lagerplatz für Material, Betankungsfläche, Lagerplatz Gleismaterial + Montageplatz, optional als Lagerplatz, Zwischenlagerfläche

Name	Datum	Änderung

Bodenschutzkonzept

	Name	Datum
bearbeitet	Be	07/22
gez.	GS	07/22
geprüft	TK	07/22

	Name	Datum
gez.		
geprüft		
A2-PL		
A2-PA		
A2-IH		
A2		
EBL		

Mailänder Consult
Mailänder Consult GmbH
Mathystraße 13 76133 Karlsruhe
T 0721 93280-0 F 0721 93280-10

Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH
Tullastraße 71, 76131 Karlsruhe
Telefon 07 21 / 61 07-0
Telefax 07 21 / 61 07-50 09

AVG

Strecke: Crailsheim – Heilbronn – Eppingen

Streckennummer: 94950

Stadtbahn Eppingen – Heilbronn

4950

Maßnahme: 2-gleisiger Ausbau zwischen Leingarten und Schwaigern
Bahn-km 124,6 bis 131,1

Projekt-Nr: 1084

Darstellung: Bodenschutzplan

1:500

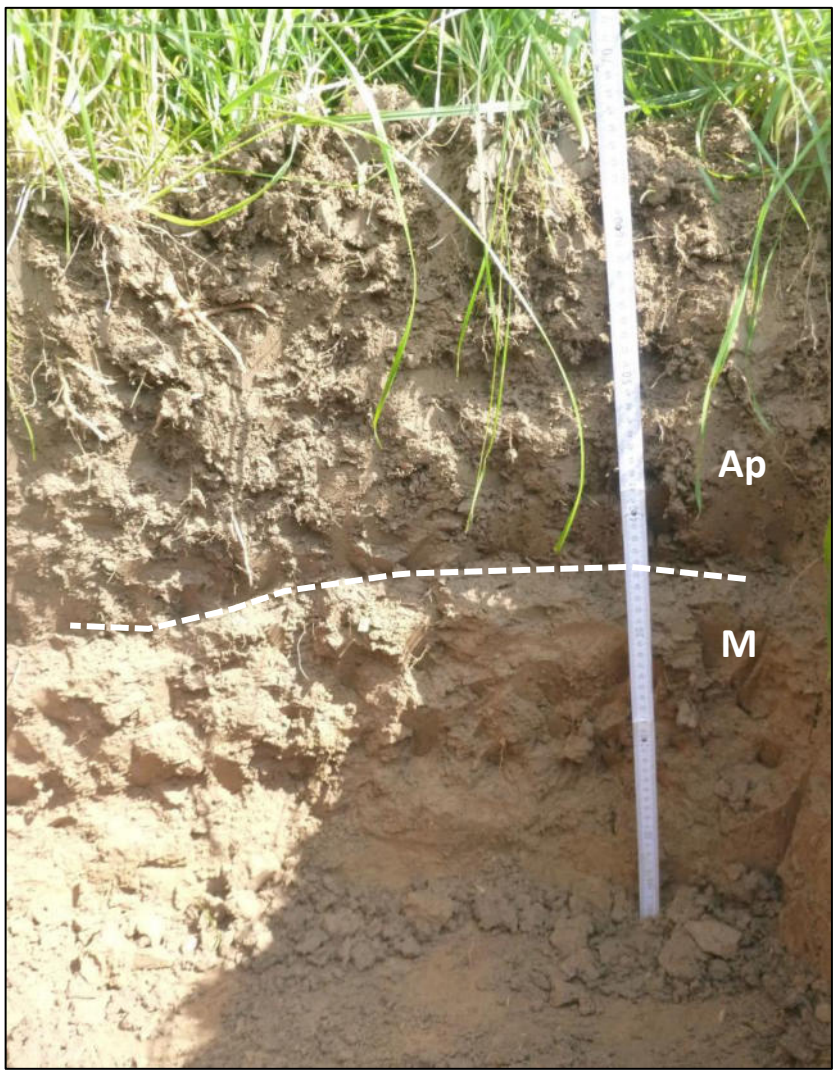
Anlage: 1

Anlage 2: Bodenkundliche Aufnahme: Leitprofile und Pürckhauer-Sondierungen

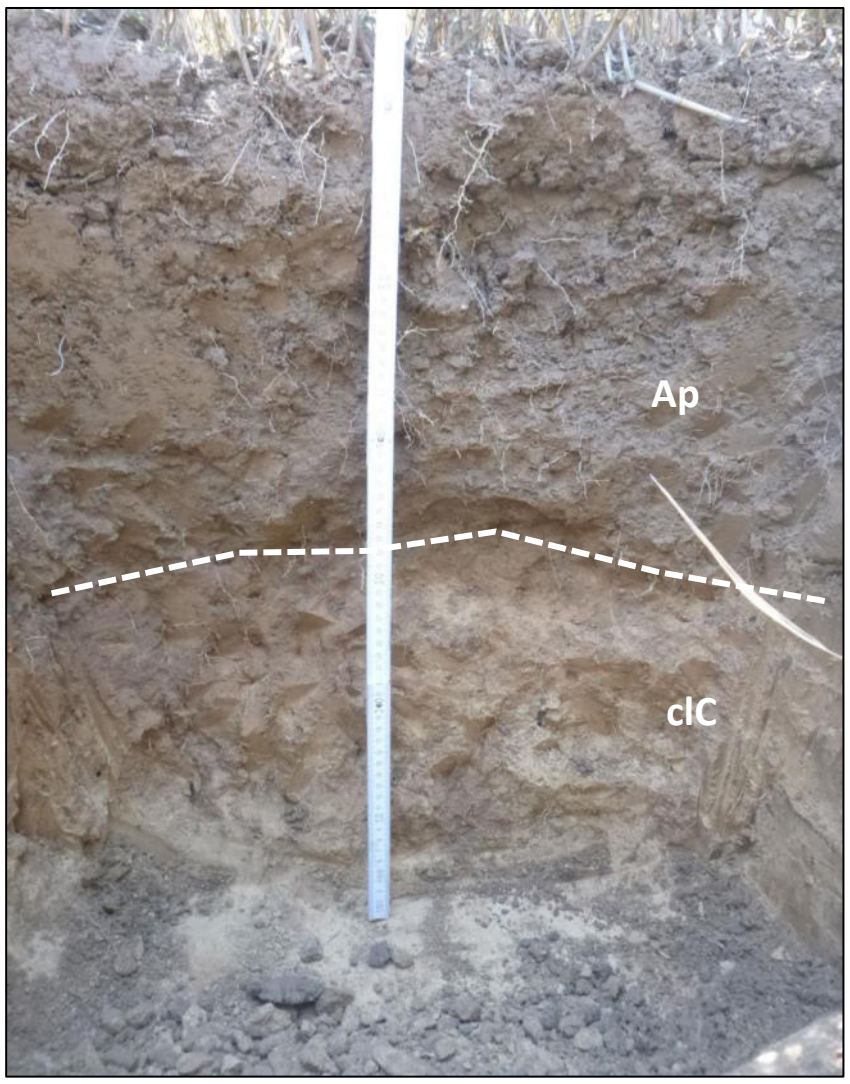
Logistikfläche 1

Bezeichnung		Schurf 1	
Bodentyp		Kolluvisol aus Lösslehm	
Witterung	aktuell	trocken, sonnig	
	im Vorfeld	regelmäßige Niederschläge	
Relief/Neigung		Hangfuß/sehr schwach geneigt	
Tiefe	[m]	0,0 - 0,34	0,34 - 0,7
Horizontbezeichnung		Ap	M
Trockenrohdichte	Bezeichnung	gering	mittel
	[g/cm^3]	1,2 bis < 1,4	1,4 bis < 1,6
Carbonat	Bezeichnung	carbonatreich	carbonatreich
	Zeichen	C4	C4
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Schluffiger Sand
	Zeichen	Uls	Su
Bodenfeuchte		feucht	schwach feucht
Konsistenz		weich bis steif	steif
Bewuchs		Zwischenfrucht Leguminosen	
Durchwurzelung	Bezeichnung	stark bis sehr stark	schwach bis mittel
	Zeichen	Wf4-5/Wg0	Wf2-3/Wg0
Farbe		dunkelbraun	beige-braun
Munsellfarbe		10YR 4/3	10 YR 5/6
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	h1
	[%]	< 1 bis < 2	< 1
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0
Gefüge		Subpolyeder bis Krümel	Subpolyeder
Bemerkungen		Vereinzelt Kohle- und Ziegelreste	ohne

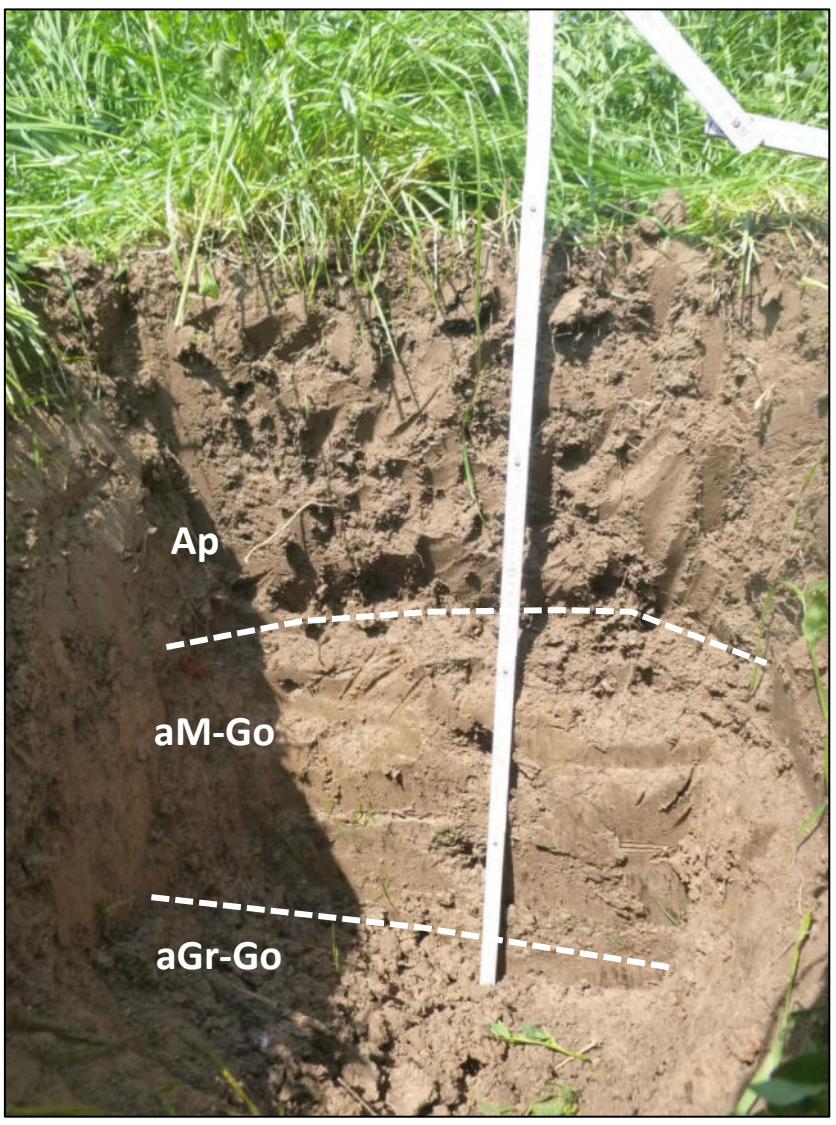
Bezeichnung		Schurf 2	
Bodentyp		Kolluvisol aus Lösslehm	
Witterung	aktuell	trocken, sonnig	
	im Vorfeld	regelmäßige Niederschläge	
Relief/Neigung		Hangfuß/nicht bis sehr schwach geneigt	
Tiefe	[m]	0,0 - 0,34	0,34 - 0,7
Horizontbezeichnung		Ap	M
Trockenrohdichte	Bezeichnung	gering	mittel
	[g/cm^3]	1,2 bis < 1,4	1,4 bis < 1,6
Carbonat	Bezeichnung	carbonatreich	carbonatreich
	Zeichen	C4	C4
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Schluffiger Sand
	Zeichen	Uls	Su
Bodenfeuchte		feucht	feucht
Konsistenz		weich bis steif	steif bis weich
Bewuchs		Zwischenfrucht Leguminosen	
Durchwurzelung	Bezeichnung	stark bis sehr stark	schwach
	Zeichen	Wf4-5/Wg1	Wf2/Wg0
Farbe		dunkelbraun	beige-braun
Munsellfarbe		10YR 3/4	10 YR 4/4
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h2 bis h3	h1
	[%]	1 bis < 4	< 1
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0
Gefüge		Krümel bis Subpolyeder	Subpolyeder
Bemerkungen		Vereinzelt Kohle- und Ziegelreste	ohne



Bezeichnung		Schurf 3	
Bodentyp		Rendzina aus Löss	
Witterung	aktuell	trocken, sonnig	
	im Vorfeld	regelmäßige Niederschläge	
Relief/Neigung		Nordhang/sehr schwach bis schwach geneigt	
Tiefe	[m]	0,0 - 0,33	0,34 - 0,67
Horizontbezeichnung		Ap	clC
Trockenrohdichte	Bezeichnung	gering	mittel
	[g/cm³]	1,2 bis < 1,4	1,4 bis < 1,6
Carbonat	Bezeichnung	carbonatreich	carbonatreich
	Zeichen	C4	C4
Bodenart	Bezeichnung	Schluffiger Sand	Schluffiger Sand
	Zeichen	Su	Su
Bodenfeuchte		feucht	schwach feucht
Konsistenz		weich bis steif	halbfest
Bewuchs		Weizen	
Durchwurzelung	Bezeichnung	stark bis sehr stark	sehr schwach bis schwach
	Zeichen	Wf4-5/Wg0	Wf1-22/Wg0
Farbe		dunkelbraun	beige-braun
Munsellfarbe		10YR 4/4	10 YR 5/6
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1	h0
	[%]	< 1	0
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0
Gefüge		Subpolyeder	Subpolyeder bis Koharent
Bemerkungen		Vereinzelt Kohle- und Ziegelreste	ohne

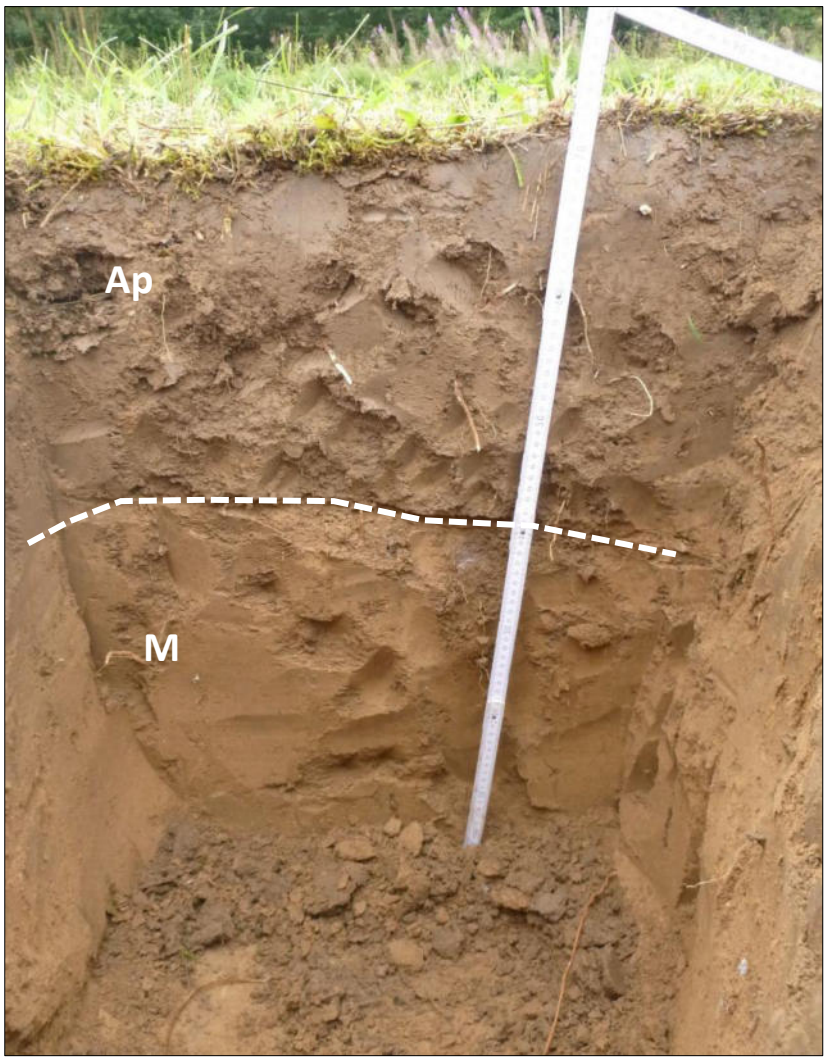


Bezeichnung		Schurf 4		
Bodentyp		Vega-Gley		
Witterung	aktuell	trocken, sonnig		
	im Vorfeld	regelmäßige Niederschläge		
Relief/Neigung		Hangfuß-Mulde/nicht geneigt		
Tiefe	[m]	0,0 - 0,33	0,33 - 0,60	0,60 - 0,85
Horizontbezeichnung		Ah	aM-Go	aGr-Go
Trockenrohdichte	Bezeichnung	gering	mittel	mittel
	[g/cm³]	1,2 bis < 1,4	1,4 bis < 1,6	1,4 bis < 1,6
Carbonat	Bezeichnung	carbonatreich	carbonatarm	carbonatfrei
	Zeichen	C4	C2	C0
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Schwach toniger Lehm	Schwach toniger Lehm
	Zeichen	Uls	Lt2	Lt2
Bodenfeuchte		feucht	stark feucht	nass
Konsistenz		weich	weich	weich
Bewuchs		Zwischenfrucht Leguminosen		
Durchwurzelung	Bezeichnung	mittel	sehr schwach	keine
	Zeichen	Wf3/Wg0	Wf1/Wg0	Wf0/Wg0
Farbe		dunkelbraun	rost-braun	rost-grau-braun
Munsellfarbe		2,5Y 4/3	10 YR 4/3	ohne
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	h1 bis h2	ohne
	[%]	< 1 bis < 2	< 1 bis < 2	ohne
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	fG1	fG1
Gefüge		Subpolyeder	Koharent	Koharent
Hydromorphie		ohne	oxidative Merkmale	oxidativ-reduktive Merkmale
			ed, f4	ed, f3, rb, f4
Bemerkungen		ohne	kleine Muscheln	kleine Muscheln

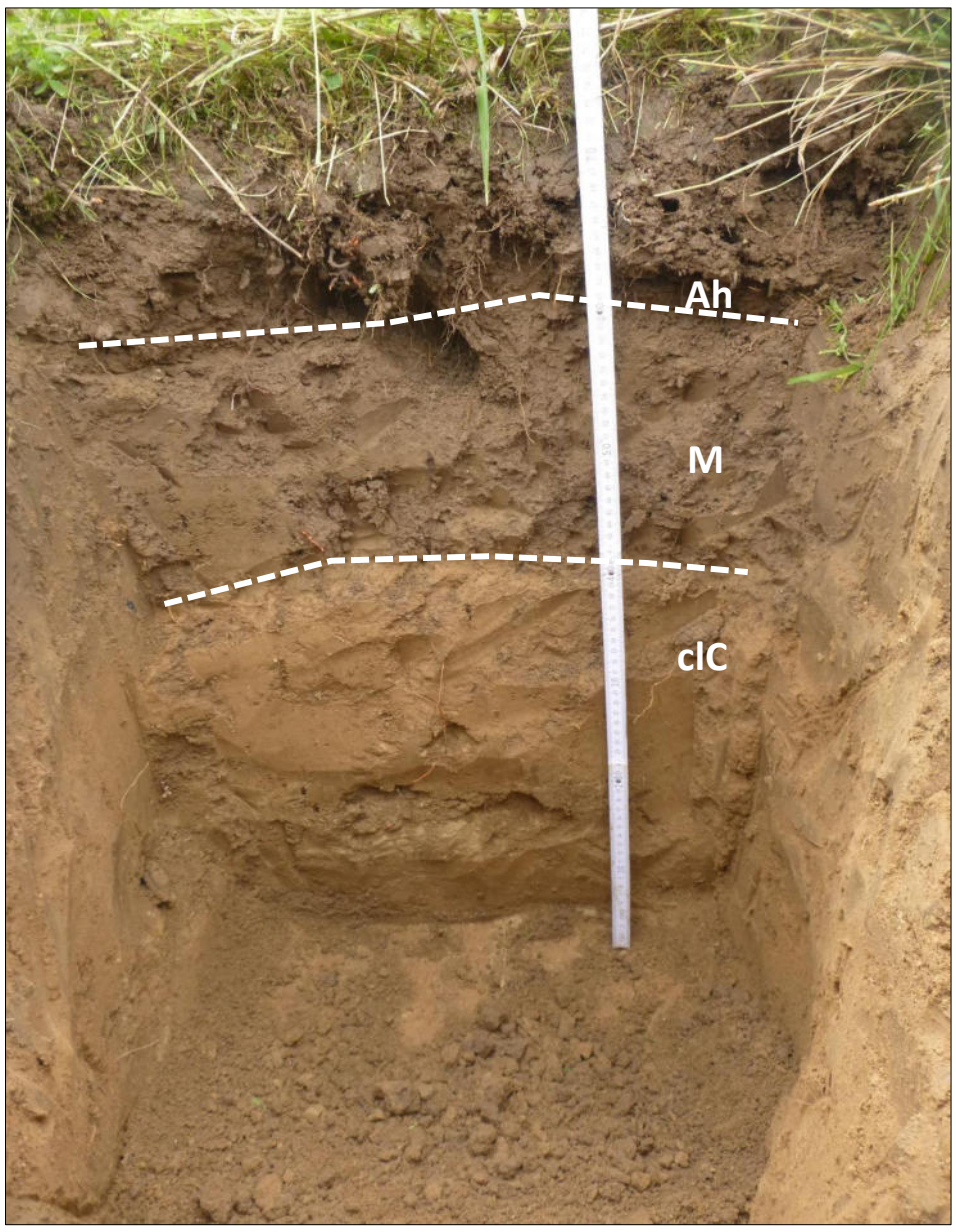


Logistikfläche 2

Bezeichnung		Schurf 5	
Bodentyp		**Kolluvisol aus Lösslehm**	
Witterung	**aktuell**	trocken, bedeckt	
	im Vorfeld	regelmäßige Niederschläge	
Relief/Neigung		Hangfuß/sehr schwach geneigt	
Tiefe	[m]	0,0 - 0,30	0,3 - 0,75
Horizontbezeichnung		Ap	M
Trockenrohdichte	Bezeichnung	gering	mittel
	[g/cm^3]	1,2 bis < 1,4	1,4 bis < 1,6
Carbonat	Bezeichnung	carbonatreich	carbonathaltig
	Zeichen	C4	C3
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff
	Zeichen	Uls	Uls
Bodenfeuchte		feucht	feucht
Konsistenz		weich	steif
Bewuchs		Intensiv genutzte Grünfläche	
Durchwurzelung	Bezeichnung	stark	mittel
	Zeichen	Wf4/Wg3	Wf3/Wg2
Farbe		dunkelbraun	beige-braun
Munsellfarbe		10YR 4/3	10 YR 5/6
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	h1
	[%]	< 1 bis < 2	< 1
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0
Gefüge		Subpolyeder	Subpolyeder
Bemerkungen		ohne	ohne

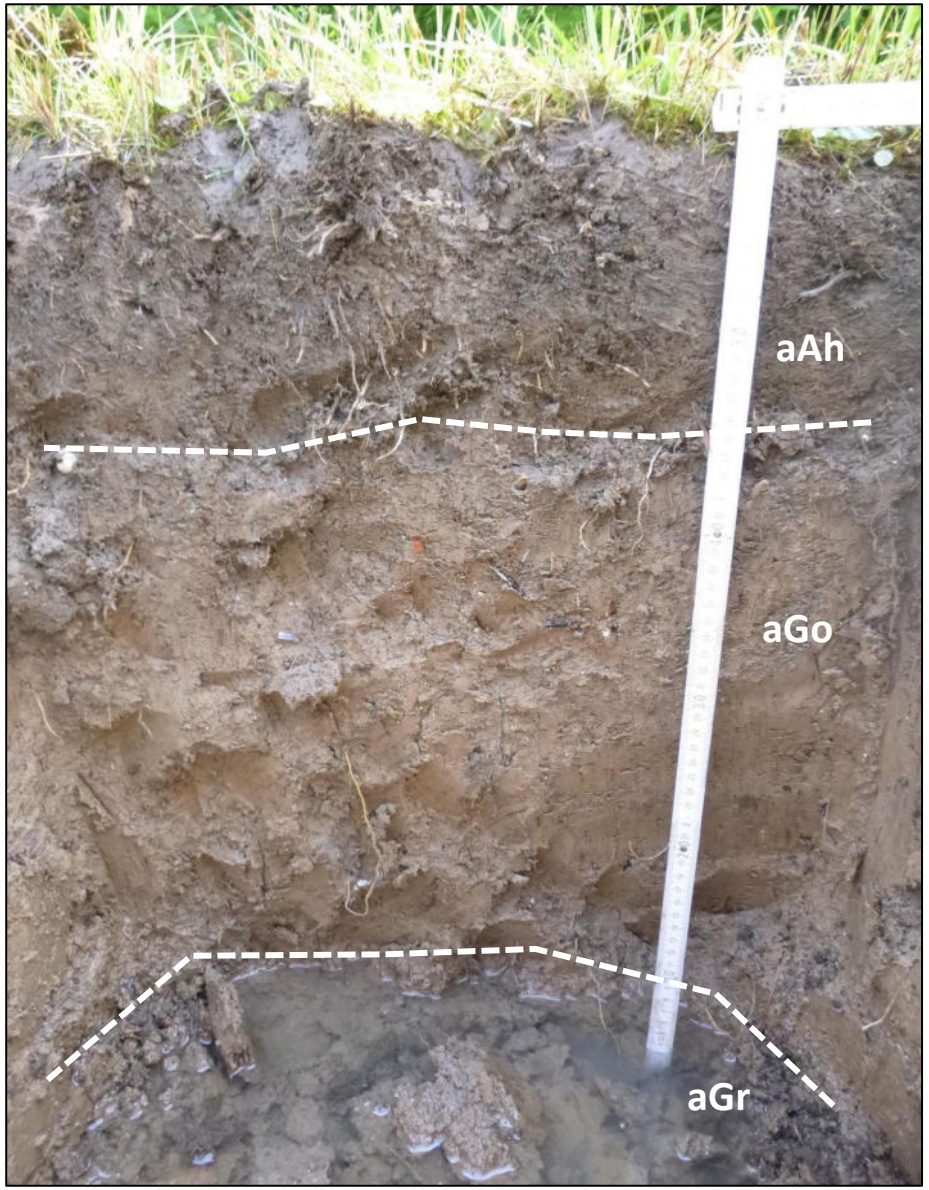


Bezeichnung		Schurf 6		
Bodentyp		**Kolluvisol aus Lösslehm**		
Witterung	**aktuell**	trocken, bedeckt		
	im Vorfeld	regelmäßige Niederschläge		
Relief/Neigung		Hangfuß/sehr schwach geneigt		
Tiefe	[m]	0,0 - 0,20	0,20 - 0,38	0,38 - 0,80
Horizontbezeichnung		Ah	M	clC
Trockenrohdichte	Bezeichnung	sehr gering bis gering	gering bis mittel	mittel
	[g/cm^3]	< 1,2 bis < 1,4	1,2 bis < 1,6	1,4 bis < 1,6
Carbonat	Bezeichnung	carbonathaltig	carbonatreich	carbonatreich
	Zeichen	C3	C4	C4
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandiger Schluff
	Zeichen	Uls	Uls	Us
Bodenfeuchte		feucht	feucht	feucht bis schwach feucht
Konsistenz		weich	weich - steif	steif
Bewuchs		Extensiv genutzte Grünfläche		
Durchwurzelung	Bezeichnung	stark bis sehr stark	mittel	sehr schwach
	Zeichen	Wf4-5/Wg3	Wf3/Wg2	Wf1/Wg0
Farbe		dunkelbraun	braun	beige-braun
Munsellfarbe		10YR 4/3	10YR 4/4	10 YR 5/6
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	h1	h1
	[%]	< 1 bis < 2	< 1	< 1
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	fGr2
Gefüge		Subpolyeder	Subpolyeder	Subpolyeder
Bemerkungen		ohne	ohne	Hangschuttlage bei 0,6 m, ca. 5 cm mächtig, Gipskeuper



Logistikfläche 3 (Baustraße)

Bezeichnung		Schurf 7		
Bodentyp		Auengley		
Witterung	aktuell	trocken, sonnig		
	im Vorfeld	regelmäßige Niederschläge		
Relief/Neigung		Tiefenlage/nicht geneigt		
Tiefe	[m]	0,0 - 0,15	0,15- 0,53	0,53 - 0,62
Horizontbezeichnung		aAh	aGo	aGr
Trockenrohdichte	Bezeichnung	sehr gering	gering	gering
	[g/cm^3]	< 1,2	1,2 bis < 1,4	1,2 bis < 1,4
Carbonat	Bezeichnung	sehr carbonatarm	carbonatfrei bis sehr carbonatarm	carbonatfrei
	Zeichen	C1	C0-C1	C0
Bodenart	Bezeichnung	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm
	Zeichen	Lt	Lt	Lt
Bodenfeuchte		feucht bis sehr feucht	sehr feucht	sehr nass
Konsistenz		weich bis breiig	weich bis breiig	breiig
Bewuchs		Intensiv genutzte Grünfläche		
Durchwurzelung	Bezeichnung	extrem stark	sehr schwach	keine Wurzeln
	Zeichen	Wf6/Wg0	Wf1/Wg0	Wf0/Wg0
Farbe		dunkelbraun	rötlich-grau	grau
Munsellfarbe		10 YR 3/1	2,5 YR 4/1	ohne
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h3 bis h4	ohne	ohne
	[%]	2 bis < 8	ohne	ohne
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	1 - 5	1 - 5
Gefüge		Krümel	Koharent	Koharent
Hydromorphie		Stauwassermerk-male	oxidative Merkmale	wassergesättig-te Bodenzone
		ohne	ed, f4	ed, f2, rb, f4
Bemerkungen		Intensiver Wurzelfilz	kleine Muscheln	kleine Muscheln



Logistikfläche 1

Sondier-Nr.		1		2			3		
Datum d. Aufnahme		20.07.2021		20.07.2021			20.07.2021		
Relief/Neigung		Nordhang/sehr schwach bis schwach geneigt		Nordhang/sehr schwach bis schwach geneigt			Nordhang/sehr schwach bis schwach geneigt		
Tiefe	[m]	0,00 - 0,33	0,33 - 0,50	0,00 - 0,30	0,30 - 0,45	0,30 - 0,50	0,00 - 0,30	0,30 - 0,40	0,40 - 0,45
Carbonat	Bezeichnung	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich
	Zeichen	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Schluffiger Lehm	Sandig-lehmiger Schluff	Sandiger Schluff	Schluffiger Lehm	Sandiger Schluff	Sandiger Schluff
	Zeichen	Uls	Su	Lu	Uls	Us	Lu	Us	Us
Bodenfeuchte		feucht	schwach feucht	feucht	feucht	trocken	feucht	feucht	trocken
Konsistenz		weich	halbfest	weich	steif	halbfest bis fest	weich	steif	halbfest
Bewuchs		Weizen		Weizen			Weizen		
Farbe		dunkelbraun	beige-braun	dunkelbraun	beige-braun	beige	dunkelbraun	beige-braun	beige
Munsellfarbe		10YR 4/4	10 YR 5/6	10YR 4/4	10 YR 5/6	10 YR 6/8	10YR 4/4	10 YR 5/6	10 YR 6/6
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1	h0	h1	h0	h0	h1	h0	h0
	[%]	< 1	0	< 1	0	0	< 1	0	0
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydromorphie		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne

Sondier-Nr.		4				5			
Datum d. Aufnahme		20.07.2021				20.07.2021			
Relief/Neigung		Nordhang/sehr schwach bis schwach geneigt				Hangfuß/sehr schwach geneigt			
Tiefe	[m]	0,00 - 0,30	0,30 - 0,60	0,60 - 080	0,80 - 085	0,00 - 0,33	0,33 - 0,70	0,70 - 0,80	0,80 - 1,00
Carbonat	Bezeichnung	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonatarm	carbonatfrei	carbonatfrei
	Zeichen	C4	C4	C4	C4	C4	C2	C0	C0
Bodenart	Bezeichnung	Schluffiger Lehm	Schluffiger Lehm	Reiner Schluff	Reiner bis sandiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Schwach toniger Schluff	Schwach toniger Schluff	Schwach toniger Schluff
	Zeichen	Lu	Lu	Uu	Uu bis Us	Uls	Ut2	Ut2	Ut2
Bodenfeuchte		feucht	feucht	schwach feucht	trocken	feucht	sehr feucht	sehr feucht	sehr feucht
Konsistenz		weich	weich	steif bis halbfest	halbfest	weich	weich	weich	weich
Bewuchs		Zwischenfrucht Leguminosen				Zwischenfrucht Leguminosen			
Farbe		dunkelbraun	beige-braun	beige	beige	dunkelbraun	rost-braun	rost-grau-braun	
Munsellfarbe		10YR 4/4	10 YR 5/6	10 YR 6/6	10 YR 6/8	2,5Y 4/3	10 YR 4/3	ohne	ohne
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1	h0	h0	h0	h1 bis h2	h1 bis h2	ohne	ohne
	[%]	< 1	0	0	0	< 1 bis < 2	< 1 bis < 2	ohne	ohne
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydromorphie		ohne	ohne	Eisenoxide	ohne	ohne	ohne	Eisenoxide	Eisen- und Manganoxide

Sondier-Nr.		11			12		
Datum d. Aufnahme		12.08.2021			12.08.2021		
Relief/Neigung		Hangfuß/sehr schwach geneigt			Hangfuß/sehr schwach geneigt		
Tiefe	[m]	0,00 - 0,30	0,33 - 0,70	0,70 - 1,00	0,00 - 0,30	0,33 - 0,75	0,75 - 1,00
Carbonat	Bezeichnung	carbonathaltig	carbonathaltig	sehr carbonatarm	sehr carbonatarm	carbonatfrei bis sehr carbonatarm	carbonatfrei bis sehr carbonatarm
	Zeichen	C3	C4	C1	C1	C0 - C1	C0 - C1
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Schwach toniger Schluff	Schwach toniger Schluff	sandiger Schluff bis Sandig-lehmiger Schluff	sandiger Schluff bis Schluff	Schluff bis schwach toniger Schluff
	Zeichen	Uls	Ut2	Ut2	Us bis Uls	Us bis Uu	Uu bis Ut2
Bodenfeuchte		feucht	sehr feucht	sehr feucht	feucht	feucht	feucht
Konsistenz		weich	weich	weich-breiig	weich	weich	weich
Bewuchs		Grünstreifen			Weizen		
Farbe		dunkelbraun	rost-braun	grau-braun-rötlich	dunkelbraun	beige-braun	beige-braun
Munsellfarbe		10Y 3/3	10 YR 4/3	ohne	10YR 4/4	10 YR 5/6	10 YR 5/6
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h3 bis h4	h1 bis h2	ohne	h1	h0	h0
	[%]	2 bis < 8	< 1 bis < 2	ohne	< 1	0	0
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	0	0	0	0
Hydromorphie		ohne	Eisenoxide	Eisen- und Manganoxide	ohne	ohne	ohne

Logistikfläche 2

Sondier-Nr.		6				7			
Datum d. Aufnahme		28.07.2021				28.07.2021			
Relief/Neigung		Ebener Hangfuß, nicht geneigt				Ebener Hangfuß, nicht geneigt			
Tiefe	[m]	0,00 - 0,30	0,30 - 0,70	0,70 - 0,80	0,80 - 1,00	0,00 - 0,30	0,30 - 0,70	0,70- 0,78	0,78 - 1,00
Carbonat	Bezeichnung	carbonatfrei	carbonatfrei	carbonatfrei	carbonatreich	sehr carbonatarm	carbonathaltig	carbonatreich	carbonatreich
	Zeichen	C0	C0	C0	C4	C1	C3	C4	C4
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Schluff
	Zeichen	Uls	Uls	Uls	Us	Uls	Uls	Uls	Uu
Bodenfeuchte		feucht	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht
Konsistenz		weich	weich	weich	weich - steif	weich	weich	weich	weich
Bewuchs		Intensivgrünland				Intensivgrünland			
Farbe		dunkelbraun	10YR 4/4	dunkelbraun	10 YR 5/4	dunkelbraun	10YR 4/4	dunkelbraun	10 YR 6/6
Munsellfarbe		10 YR 4/3	h1	10 YR 4/3	h0	10 YR 4/3	h1	10 YR 4/3	h0
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	< 1	h1 bis h2	0	h1 bis h2	< 1	h1 bis h2	0
	[%]	< 1 bis < 2	0	< 1 bis < 2	0	< 1 bis < 2	0	< 1 bis < 2	0
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydromorphie		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Bemerkungen		ohne	ohne	humoser Zwischen-horizont	ohne	ohne	ohne	humoser Zwischenhorizont	ohne

Sondier-Nr.		8				9		
Datum d. Aufnahme		28.07.2021				28.07.2021		
Relief/Neigung		Ebener Hangfuß, nicht geneigt				Ebener Hangfuß, nicht geneigt		
Tiefe	[m]	0,00 - 0,30	0,30 - 0,60	0,60 - 0,72	0,72- 1,00	0,00 - 0,30	0,30 - 0,70	0,70- 1,00
Carbonat	Bezeichnung	carbonathaltig	carbonatreich	carbonatreich	carbonatreich	carbonathaltig	carbonathaltig	carbonathaltig
	Zeichen	C3	C4	C4	C4	C3	C3	C3
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandiger Schluff bis Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Schluff bis Sandiger Schluff
	Zeichen	Uls	Uls	Uls	Us - Uu	Uls	Uls	Uu - Us
Bodenfeuchte		feucht	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht
Konsistenz		weich	weich	weich	steif	weich	weich	steif
Bewuchs		Intensivgrünland				Intensivgrünland		
Farbe		dunkelbraun	10YR 4/4	dunkelbraun	10 YR 6/6	dunkelbraun	10YR 4/4	10 YR 5/6
Munsellfarbe		10 YR 4/3	h1	10 YR 4/3	h0	10 YR 4/3	h1	h0
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	< 1	h1 bis h2	0	h1 bis h2	< 1	0
	[%]	< 1 bis < 2	0	< 1 bis < 2	0	< 1 bis < 2	0	0
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	0	0	0	0	0
Hydromorphie		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Bemerkungen		ohne	ohne	humoser Zwischenhorizont	ohne	ohne	ohne	ohne

Sondier-Nr.		10			13		
Datum d. Aufnahme		28.07.2021			12.08.2021		
Relief/Neigung		Ebener Hangfuß, nicht geneigt			Ebener Hangfuß, nicht geneigt		
Tiefe	[m]	0,00 - 0,25	0,25 - 0,58	0,58- 0,85	0,00 - 0,30	0,30 - 0,80	0,80- 1,00
Carbonat	Bezeichnung	carbonathaltig	carbonathaltig	carbonatreich	carbonathaltig bis carbonatreich	carbonathaltig bis carbonatreich	sehr carbonatarm
	Zeichen	C3	C3	C4	C3 - C4	C3 - C4	C1
Bodenart	Bezeichnung	Sandig-lehmiger Schluff	Sandig-lehmiger Schluff	Sandiger Schluff	Sandiger Schluff	Sandiger Schluff bis Schluff	Schluff
	Zeichen	Uls	Uls	Us	Us	Us - Uu	Uu
Bodenfeuchte		feucht	feucht	feucht	feucht	schwach feucht	schwach feucht
Konsistenz		weich	weich	halbfest	weich	steif bis halbfest	halbfest
Bewuchs		Extensivgrünland			Extensivgrünland		
Farbe		dunkelbraun	10YR 4/4	10 YR 5/4	dunkelbraun	10YR 4/4	10 YR 6/6
Munsellfarbe		10 YR 4/3	h1	h0	10 YR 4/3	h1	h0
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	< 1	0	h1 bis h2	< 1	0
	[%]	< 1 bis < 2	0	0	< 1 bis < 2	0	0
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	10	0	0	0
Hydromorphie		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Bemerkungen		ohne	ohne	Schwache Hangschuttlage aus Gipskeuper	ohne	ohne	ohne

Sondier-Nr.		14			15		
Datum d. Aufnahme		12.08.2021			12.08.2021		
Relief/Neigung		Ebener Hangfuß, nicht geneigt			Ebener Hangfuß, nicht geneigt		
Tiefe	[m]	0,00 - 0,30	0,30 - 0,60	0,60- 1,00	0,00 - 0,30	0,30 - 0,50	0,50- 1,00
Carbonat	Bezeichnung	carbonathaltig bis carbonatreich	carbonathaltig bis carbonatreich	sehr carbonatarm	carbonathaltig bis carbonatreich	carbonathaltig bis carbonatreich	sehr carbonatarm
	Zeichen	C3 - C4	C3 - C4	C1	C3 - C4	C3 - C4	C1
Bodenart	Bezeichnung	Sandiger Schluff	Sandiger Schluff bis Schluff	Schluff	Sandiger Schluff	Sandiger Schluff bis Schluff	Schluff
	Zeichen	Us	Us - Uu	Uu	Us	Us - Uu	Uu
Bodenfeuchte		feucht	schwach feucht	schwach feucht	feucht	schwach feucht	schwach feucht
Konsistenz		weich	steif bis halbfest	halbfest	weich	steif bis halbfest	halbfest
Bewuchs		Extensivgrünland			Extensivgrünland		
Farbe		dunkelbraun	10YR 4/4	10 YR 6/6	dunkelbraun	10YR 4/4	10 YR 6/6
Munsellfarbe		10 YR 4/3	h1	h0	10 YR 4/3	h1	h0
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h1 bis h2	< 1	0	h1 bis h2	< 1	0
	[%]	< 1 bis < 2	0	0	< 1 bis < 2	0	0
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	0	0	0	0	0
Hydromorphie		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Bemerkungen		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne

Logistikfläche 3 (Baustraße)

Sondier-Nr.		16			17			18		
Datum d. Aufnahme		12.08.2021			12.08.2021			12.08.2021		
Relief/Neigung		Tiefenlage			Tiefenlage			Tiefenlage		
Tiefe	[m]	0,00 - 0,15	0,15- 0,70	0,70- 1,00	0,00 - 0,15	0,15- 0,50	0,50- 1,00	0,00 - 0,15	0,15- 0,50	0,50- 1,00
Carbonat	Bezeichnung	sehr carbonatarm	carbonatfrei bis sehr carbonatarm	carbonatfrei	sehr carbonatarm	carbonatfrei	carbonatfrei	sehr carbonatarm	carbonatfrei bis sehr carbonatarm	carbonatfrei
	Zeichen	C1	C0-C1	C0	C1	C1	C0	C1	C0-C1	C0
Bodenart	Bezeichnung	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm	Toniger Lehm
	Zeichen	Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	Lt	Lt
Bodenfeuchte		feucht bis sehr feucht	sehr feucht	sehr nass	feucht bis sehr feucht	sehr feucht	sehr nass	feucht bis sehr feucht	sehr feucht	sehr nass
Konsistenz		feucht bis sehr feucht	sehr feucht	sehr nass	feucht bis sehr feucht	sehr feucht	sehr nass	feucht bis sehr feucht	sehr feucht	sehr nass
Bewuchs		Intensiv genutzte Grünfläche			Intensiv genutzte Grünfläche			Intensiv genutzte Grünfläche		
Farbe		dunkelbraun	rötlich-grau	grau	dunkelbraun	rötlich-grau	grau	dunkelbraun	rötlich-grau	grau
Munsellfarbe		10 YR 3/1	2,5 YR 4/1	ohne	10 YR 3/1	2,5 YR 4/1	ohne	10 YR 3/1	2,5 YR 4/1	ohne
Humusgehalt nach Munsell	Stufe	h3 bis h4	ohne	ohne	h3 bis h4	ohne	ohne	h3 bis h4	ohne	ohne
	[%]	2 bis < 8	ohne	ohne	2 bis < 8	ohne	ohne	2 bis < 8	ohne	ohne
Grobbodenanteil (> 2 mm)	[%]	0	1 - 5	1 - 5	0	1 - 5	1 - 5	0	1 - 5	1 - 5
Hydromorphie		Stauwassermerkmale	oxidative Merkmale	wassergesättigte Bodenzone	Stauwassermerkmale	oxidative Merkmale	wassergesättigte Bodenzone	Stauwassermerkmale	oxidative Merkmale	wassergesättigte Bodenzone
Bemerkungen		ohne	kleine Muscheln	kleine Muscheln	ohne	kleine Muscheln	kleine Muscheln	ohne	kleine Muscheln	kleine Muscheln

Tabelle 2 — Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte (siehe DIN 18915; adaptiert aus DIN 19682-5 und DIN EN ISO 14688-1; siehe Anhang A)

Konsistenzbereich		Bodenmerkmale bei geringer und mittlerer effektiver Lagerungsdichte		Bodenfeuchtezustand				Befahrbarkeit	Bearbeitbarkeit	Verdichtungs-empfindlich-keit (bodenarten-abhängig)
				Wasserspannung		Feuchtestufe				
Kurz-zeichen	Bezeich-nung	Zustand bindiger Böden (Tongehalt > 17 %)	Zustand nicht bindiger Böden (Tongehalt ≤ 17 %)	pF-Bereich lg hPa	cbar[a]	Bezeich-nung	Kurz-zeichen			
ko1	fest (hart)	nicht ausrollbar und knetbar, da brechend; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	staubig; helle Bodenfarbe, dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	> 4,0	> 990	trocken	feu1	optimal	Bindige Böden: mittel bis ungünstig[b] Nicht bindige Böden: optimal	gering
Schrumpfgrenze										
ko2	halbfest (bröckelig)	noch ausrollbar, aber nicht knetbar, da bröckelnd beim Ausrollen auf 3 mm Dicke; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch nach	Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch etwas nach	4,0 bis > 2,7	990 bis > 50	schwach feucht	feu2	gegeben	optimal	mittel
Ausrollgrenze										
ko3	steif (-plastisch)	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln, schwer knetbar und eindrückbar, dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	Finger werden etwas feucht, auch durch Klopfen am Bohrer kein Wasseraustritt aus den Poren; dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	2,7 bis > 2,1	50 bis > 12,4	feucht	feu3	eingeschränkt, nach Nomogramm	eingeschränkt (ja, wenn im Löffel rieselfähig)	hoch
ko4	weich (-plastisch)	ausrollbar auf < 3 mm Dicke, leicht eindrückbar, optimal knetbar	Finger werden deutlich feucht, durch Klopfen am Bohrer wahrnehmbarer Wasseraustritt aus den Poren	2,1 bis > 1,4	12,4 bis > 2,5	sehr feucht	feu4	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	hoch
ko5	breiig (-plastisch)	ausrollbar, kaum knetbar, da zu weich, quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch	durch Klopfen am Bohrer deutlicher Wasseraustritt aus den Poren, Probe zerfließt, oft Kernverlust	≤ 1,4	≤ 2,5	nass	feu5	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem
Fließgrenze										
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und knetbar, da fließend	Kernverlust	0	0	sehr nass	feu6	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem

[a] Die Einheit Centibar wird hier in Anlehnung an das Schweizer Nomogramm verwendet. Die Umrechnung in den pF-Wert erfolgt über eine Multiplikation mit 10 und einer anschließenden Logarithmierung zur Basis 10 (log10).

[b] Die Bearbeitbarkeit stark bindiger Böden (> 25 % Ton) ist bei sehr starker Austrocknung nur bedingt möglich, weil starke Klutenbildung die Bearbeitungsqualität — insbesondere im Hinblick auf die Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten — vermindert.

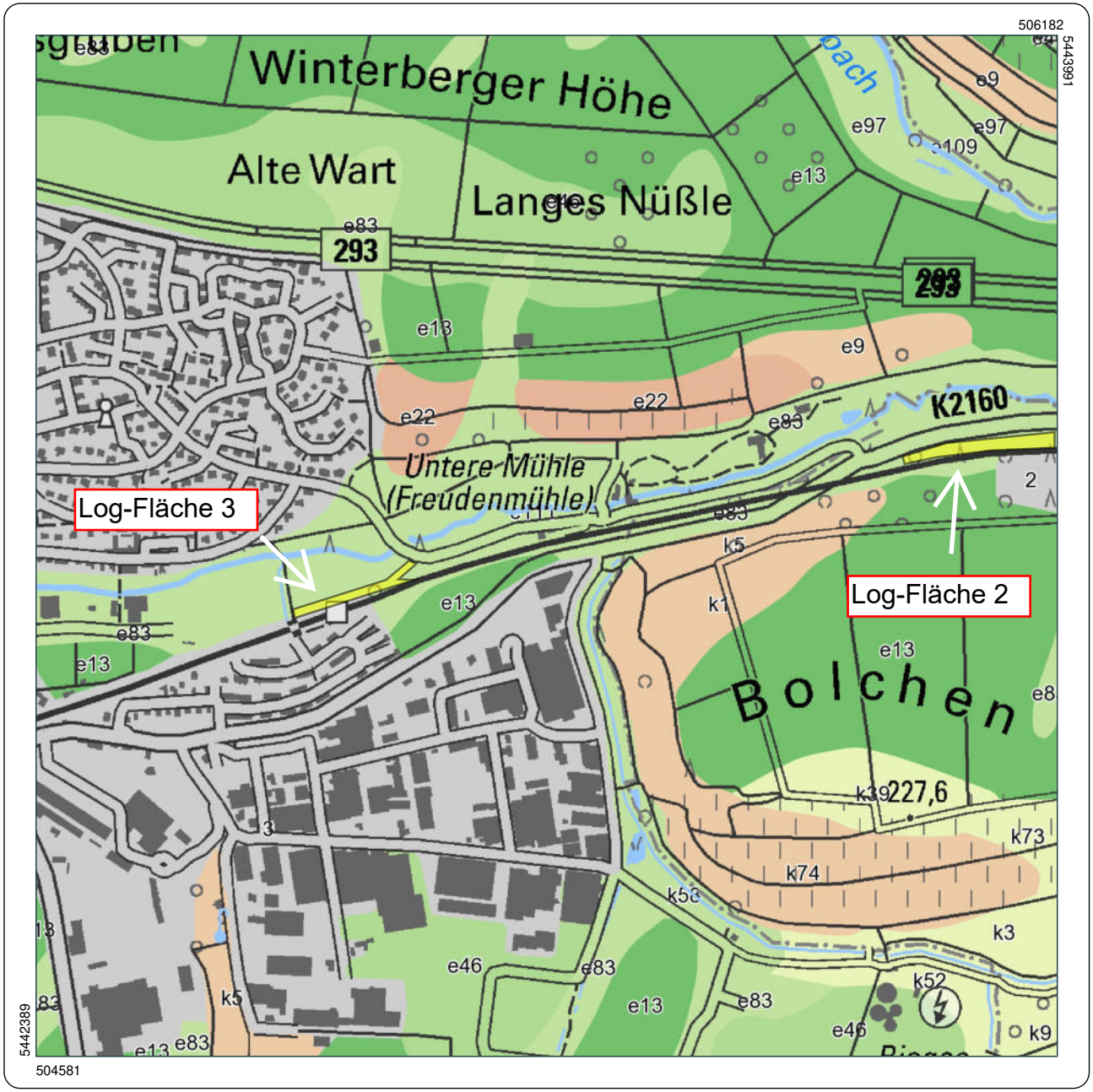
Anlage 4 – Maschinenkataster

Maschine / Gerät [1]	Gesamtgewicht [kg]	Bodenpressung[2] [kg/cm²]	Maschinen-Einsatzgrenze Saugspannung [cbar]

[1] Fabrikat angeben
[2] Ggfs. durch Aufmaß der Ketten prüfen

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU

Geoportal Kartenausdruck



Maßstab

1 : 10000

Ebenen

BK50: Erodierbarkeit (K-Faktor)

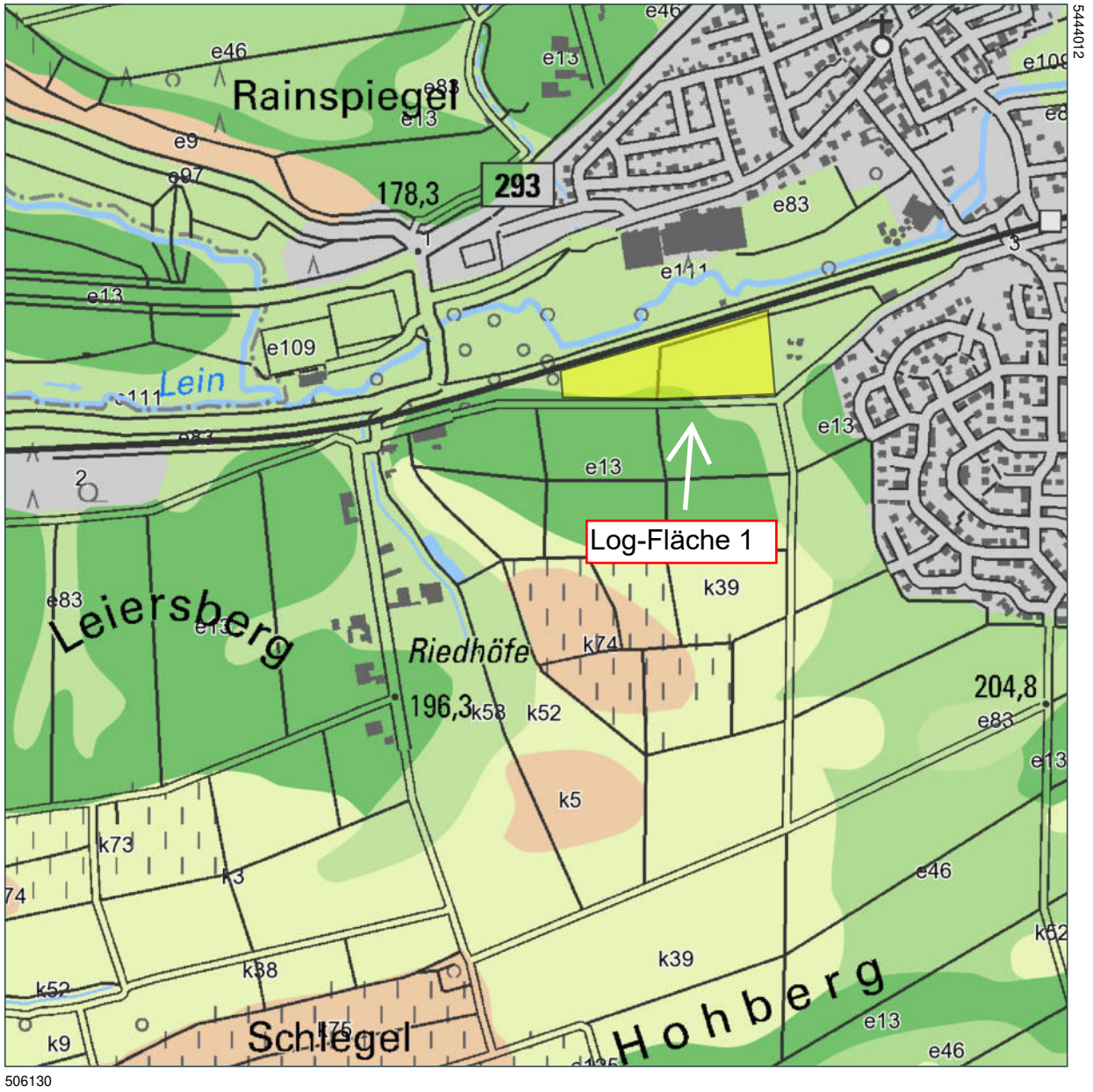
Topographie (Rasterdaten des LGL)

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Ausdruck vom:23.Aug.21

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU

Geoportal Kartenausdruck



Maßstab

1 : 10000

Ebenen

BK50: Erodierbarkeit (K-Faktor)

Topographie (Rasterdaten des LGL)

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Ausdruck vom:23.Aug.21

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU

Geoportal Kartenausdruck

Legende

BK50: Erodierbarkeit (K-Faktor)

GeoLa Boden: Erodierbarkeit (K_FAKTOR)

- sehr gering
- sehr gering bis gering
- sehr gering bis mittel
- gering
- gering bis mittel
- gering bis hoch
- mittel
- mittel bis hoch
- mittel bis sehr hoch
- hoch
- hoch bis sehr hoch
- sehr hoch
- sehr hoch bis äußerst hoch
- Grünland oder Wald
- stark wechselnd
- Ortslagen und anthropogen veränderte Flächen

Logistikfläche

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Ausdruck vom:23.Aug.21