

Ingenieurbüro **Feldwisch**

Karl-Philipp-Straße 1

51429 Bergisch Gladbach

Tel.: 02204 / 4228-50

info@ingenieurbuero-feldwisch.de

www.ingenieurbuero-feldwisch.de



Bodenschutzkonzept Fulda – Vor dem Haimberge

Auftraggeber:

Stadt Fulda – Stadtplanungsamt, Abteilung Landschaftsplanung

Bearbeiter:

Dr. agr. Norbert Feldwisch

Fabian Syberberg M.Sc. Georessourcenmanagement

Nadine Bernhard M.Sc. Environmental Geography

Bergisch Gladbach, den 05.03.2024

P2150_Fulda_vdHaimberge_240305.pdf



Unser Sachverstand für Bodenschutz und Altlasten:

Dr. Norbert Feldwisch ist von der Industrie- und Handelskammer zu Köln öffentlich bestellt und vereidigt als Sachverständiger für Gefährdungsabschätzungen für den Wirkungspfad Boden-Pflanze / Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefahrenermittlung, -beurteilung und -abwehr von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser.

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Auftrag	1
2	Untersuchungsgebiet	2
3	Vorhabenbeschreibung und Planungsvorgaben	4
3.1	Vorhabenspezifische Wirkorte und Wirkfaktoren	4
3.2	Erfassungs- und Bewertungsmethoden.....	5
3.2.1	Rechtliche Anforderungen zum vorsorgenden Schutz der Böden bei Bauvorhaben.....	5
3.2.2	Grundlagen der Bodenfunktionsbewertung für die Raum- und Bauleitplanung (m242)	6
3.2.3	Empfindlichkeiten der Böden im Untersuchungsgebiet.....	7
4	Datengrundlagen und durchgeführte Untersuchungen	11
4.1	Bodenkarten und bodenschutzfachliche Erkundungsbohrungen	11
4.2	Schadstoffsituation – Hintergrundwerte und Altlastenkataster	11
5	Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung	12
5.1	Bodeneigenschaften nach BFD50 und BFD5L	12
5.2	Bodeneigenschaften nach Bohrergebnissen	12
5.3	Stoffliche Vorbelastungen / Altlastenverdacht	13
5.4	Natürliche Bodenfunktionen	13
5.5	Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit	15
5.6	Bewertung des Wasserhaushalts	16
5.7	Bewertung des Erosionspotenzials.....	17
5.8	Substratwechsel im Unterboden.....	18
6	Auswirkungen, vorhabenbezogene, zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung	19
6.1	Teilflächen des Baufeldes – Wirkorte und Wirkungen auf den Boden.....	19
6.2	Versiegelung	21
6.3	Physikalische Wirkungen	21
6.4	Hydrologische Wirkungen	22
6.5	Stoffliche Wirkungen	22
7	Vermeidung und Minderung der Beeinträchtigungen.....	23

7.1	Bodenschutzfachliche Anforderungen an die Bauausführung.....	23
7.2	Baustelleneinrichtungs- und Bauausführungsplanung	23
7.3	Bauzeitenplanung	24
7.4	Bodenabtrag	24
7.5	Zwischenlagerung des Bodenaushubs.....	24
7.6	Verwertung von überschüssigem Bodenmaterial.....	26
7.7	Begrenzung der Bodendrücke.....	26
7.8	Errichten der Baustraße und anderer befestigter Baustelleneinrichtungsflächen ...	27
7.9	Rückbau der Baustraße und anderer befestigter Baustelleneinrichtungsflächen ...	27
7.10	Erosionsempfindlichkeit.....	28
7.11	Bodenauftrag / Rekultivierung	28
7.12	Bodenschutzplan.....	29
8	Bodenbezogene Kompensation	31
8.1	Ermittlung des Kompensationsbedarfs	31
8.2	Bodenbezogene Kompensationsmaßnahmen.....	34
9	Zusammenfassung sowie Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	35

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Lageplan des Untersuchungsgebiets	2
Abb. 2-2:	Untersuchungsgebiet mit Lage der Bohrpunkte BP_01 – BP_05 und Bodeneinheiten nach BFD50.....	3
Abb. 5-1:	Ausschnitt aus dem Erosionsatlas 2018 des HLNUG.....	17
Abb. 6-1:	Skizze der Ausführungsplanung	19
Abb. 6-2:	Profil der Betriebsfläche.....	20
Abb. 7-1:	Bodenschutzplan	30
Abb. 8-1:	Ablaufschema zur Ermittlung der bodenfunktionsbezogenen Kompensation nach ²² WS = Wertstufe, BWE = Bodenwerteinheit.....	32

Tabellenverzeichnis

Tab. 5-1:	Bodeneinheiten und zugehörige Substratgruppe	13
Tab. 5-2:	Relevante Eingangsgrößen (resultierend aus den Kartierergebnissen).....	14
Tab. 5-3:	Gesamtbewertung aus aggregierten Bodenteilfunktionen	14
Tab. 8-1:	Ermittlung des Kompensationsbedarfs.....	33
Tab. 8-2:	Gegenüberstellung des Kompensationsbedarfs und der Maßnahmenbewertung für die Ausgleichsmaßnahmen	34

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Karten der Bodenfunktionsbewertungen	36
Anlage 2:	Protokolle der Bodenaufnahmen.....	41
Anlage 3:	Fotodokumentation der Pürckhauer-Bohrungen.....	42
Anlage 4:	Matrix zur Bewertung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit ¹¹	47
Anlage 5:	Hinweise zur Konsistenzgrenzen und Befahrbarkeit	48
Anlage 6:	Nomogramm zur Ermittlung des maximalen Kontaktflächendrucks von Maschinen in Abhängigkeit von der Saugspannung und dem Maschinengewicht (FaBo 2003, verändert).....	49

1 Veranlassung und Auftrag

Die Stadt Fulda beabsichtigt, die planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Betriebserweiterung eines Bauhofs zu schaffen. Zusätzlich beinhaltet die Planung den Bau eines Fahrradweges. Im Rahmen der Umweltprüfung zum Bebauungsplan sind die natürlichen Bodenfunktionen und Empfindlichkeiten zu ermitteln. Darüber hinaus sollen die vorhabenspezifischen Wirkungen analysiert werden, deren Auswertungen eine fachliche Grundlage zur Ableitung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes darstellen.

Das Ingenieurbüro Feldwisch wurde am 06. Dezember 2021 mit der Erstellung eines *Fachgutachtens Bodenschutz* beauftragt. Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf die geplante Bauhoferweiterung. Es basiert auf vorliegenden Geodaten, welche durch Vor-Ort-Erkundungen ergänzt wurden.

In Anlehnung an die DIN19639¹ wird neben der Erfassung und Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen und Bodenempfindlichkeiten und dem Ableiten geeigneter und erforderlicher Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen eine bodenbezogene Eingriffs- und Ausgleichsbewertung nach der hessischen Methode² vorgenommen.

¹ Deutsches Institut für Normung (DIN) (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben. DIN 19639 – Berlin.

² Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie Umwelt und Geologie (HLNUG 2023): Kompensation des Schutzguts Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren– *Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz*. Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 16. Wiesbaden.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Regierungsbezirk Kassel im Stadtgebiet Fulda (Abb. 2-2).

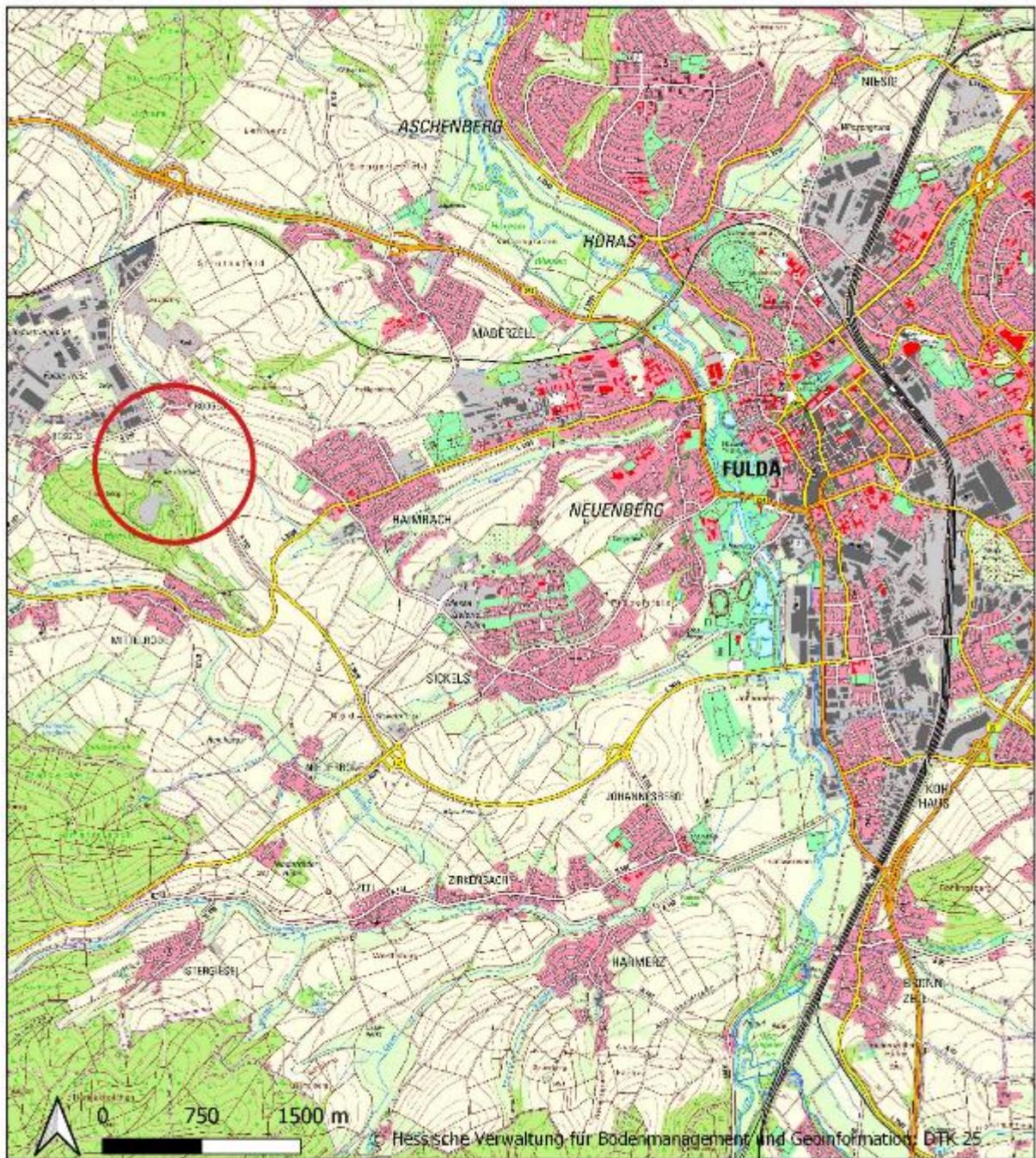


Abb. 2-1: Lageplan des Untersuchungsgebiets

Es handelt sich um zwei zusammenhängend geplante Bauflächen für die Betriebserweiterung eines Bauhofs und den Bau eines Fahrradweges. Aktuell werden die Untersuchungsflächen als Grünland (Flurstück 40/10, Teilfläche aus Flurstück 40/9, Gem. Haimbach, Flur 005) bzw. ackerbaulich (Teilfläche aus Flurstück 40/9, Gem. Haimbach, Flur 005) genutzt.

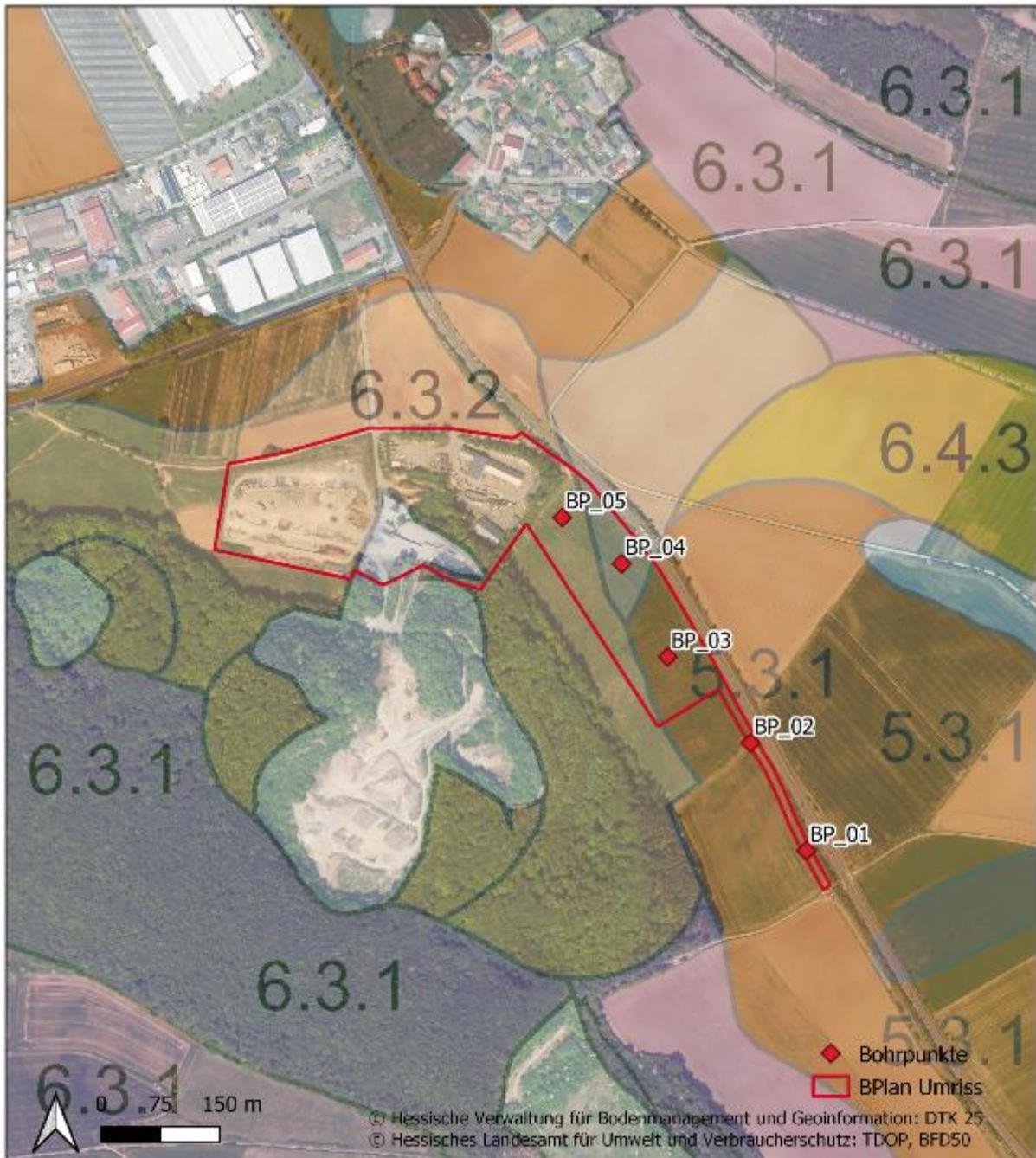


Abb. 2-2: Untersuchungsgebiet mit Lage der Bohrpunkte BP_01 – BP_05 und Bodeneinheiten nach BFD50

Der Flächenbedarf für die Errichtung des Bauhofs und des Radweges untergliedert sich in dauerhaft versiegelte, ortsfeste Anlagen und Zuwegungen sowie temporär, während der Bau-phase beanspruchte Flächen.

3 Vorhabenbeschreibung und Planungsvorgaben

3.1 Vorhabenspezifische Wirkorte und Wirkfaktoren

Für die Errichtung des Werkshofs sowie des Radweges sind befestigte Flächen für das Lagern von Materialien und Maschinen sowie für vorbereitende Arbeiten notwendig.

Nachfolgend werden Wirkfaktoren, welche während der Bautätigkeiten im Hinblick auf das Schutzgut Boden auftreten können, beschrieben:

- **Versiegelung**
Eine bauliche Versiegelung erfolgt im Bereich der Baueinrichtungsflächen, des Betriebshofs, im Bereich des neuen Fahrradweges sowie bei den Zuwegungen. Während bei dauerhaft versiegelten Flächen alle natürlichen Bodenfunktionen verloren gehen, können die Beeinträchtigungen im Bereich temporär befestigter Flächen durch geeignete bodenschutzfachliche Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen (vgl. Kap. 7) verringert werden.
- **Verdichtung**
Im Zuge von Baumaßnahmen werden Böden mechanischen Lasteinträgen ausgesetzt. Übersteigen die auf den Boden einwirkenden Kräfte die Eigenstabilität des Bodens, kommt es zu einem Verlust an Porenraum und Porenkontinuität. Je nach Wirkintensität können davon alle natürlichen Bodenfunktionen betroffen sein.
- **Vermischung**
Ober- und Unterböden sowie ggf. hoch anstehender Untergrund sind durch unterschiedliche Substrateigenschaften gekennzeichnet. Beim ggf. nötigen Bodenaushub auf temporär genutzten Bauflächen kann bei nicht fachgerechter Ausführung eine Vermischung stattfinden, so dass nach Bauabschluss bei der Wiederherstellung durchwurzelbarer Böden die natürlichen Bodenfunktionen beeinträchtigt sein können.
- **Verunreinigung der Böden mit Bauabfällen, Schotter, Wegebaumaterial, etc.**
Im Bauablauf können Böden durch nicht fachgerechten Umgang mit Baumaterialien, durch Betankung, Wartung und Reparatur von Baustellenfahrzeugen und -maschinen verunreinigt werden, so dass die natürlichen Bodenfunktionen beeinträchtigt werden.
- **Bodenerosion**
Bodenerosion bezeichnet den Abtrag von Boden durch Wasser und Wind. Im Bauablauf wird die Gestalt (Oberflächenform) oder Nutzung einer Bodenfläche verändert. Beispielsweise wird im Zuge von Bauaufreimungen die schützende Baum- und Vegetationsbestand beseitigt, so dass der Boden zeitweise Wind und Wasser schutzlos ausgeliefert ist. Im Vorhabengebiet ist insbesondere die Erosion durch Wasser von Bedeutung.

- Entwässerung
Eine bauzeitliche Wasserhaltung kann natürlich stark vernässte Böden in ihren Funktionen bauzeitlich beeinträchtigen.

3.2 Erfassungs- und Bewertungsmethoden

3.2.1 Rechtliche Anforderungen zum vorsorgenden Schutz der Böden bei Bauvorhaben

Der Schutz von Böden und Bodenfunktionen ist gesetzlich geregelt. Nach § 1 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sind die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Beeinträchtigungen der Böden und ihrer natürlichen Funktionen sowie Archivfunktionen sind vorrangig zu vermeiden. Im Fall unvermeidbarer Beeinträchtigungen sind die Bodenfunktionen wiederherzustellen.

Nach § 4 Abs. 3 BBodSchG ist der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung verpflichtet, den Boden zu sanieren.

Weiterhin gilt nach § 7 BBodSchG ein Besorgnisgrundsatz. Wenn aufgrund der Auswirkungen einer Nutzung auf die Bodenfunktionen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht, sind die Verantwortlichen verpflichtet, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen.

Ergänzend dazu ist im § 1 des Hessischen Altlasten- und Bodenschutzgesetzes (HAlt-BodSchG) ausgeführt, dass Böden insbesondere vor Erosion, Verdichtung und anderen nachteiligen Einwirkungen auf die Bodenstruktur zu schützen sind. Darüber hinaus wird dort ein sparsamer und schonender Umgang mit dem Boden, unter anderem durch Begrenzung der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß, eingefordert.

Die Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes und der sparsame Umgang mit dem Boden werden auch im § 1 Abs. 6 Nr. 7a und § 1a Abs. 2 des Baugesetzbuches (BauGB) postuliert.

Darüber hinaus ist Mutterboden gemäß § 202 BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vergeudung zu schützen. Nicht zuletzt ist es ein zentraler Grundsatz des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG), Abfälle zu vermeiden.

Zur Erfüllung dieser rechtlichen Anforderungen werden Informationen zur Ausprägung der natürlichen Bodenfunktionen und Archivfunktionen sowie der vorhabenrelevanten Empfindlichkeiten der Böden im Rahmen des vorliegenden BSK nachstehend bereitgestellt. Als Grundlage für die Vereinheitlichung der Regelungen zum Bodenschutz beim Bauen steht die DIN 19639 „Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben“ zur Verfügung

(vgl. auch DIN 18915³). Die Anforderungen der DIN 19639 an die Planung des Vorhabens werden in diesem BSK umgesetzt.

3.2.2 Grundlagen der Bodenfunktionsbewertung für die Raum- und Bauleitplanung (m242)⁴

Die in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 BBodSchG genannten Bodenfunktionen können in Bodenteilfunktionen differenziert werden, die ihrerseits mit Hilfe von Kriterien erfasst und bewertet werden können. Vereinfachend wird im Bodenschutzvollzug nur von Bodenfunktionen gesprochen, auch wenn Bodenteilfunktionen oder Kriterien gemeint sind. Die Bewertung der Bodenfunktionen ist bei Planungsverfahren von besonderer Relevanz.

Das hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) hat eine Methodensammlung zur Erfassung und Bewertung natürlicher Bodenfunktionen sowie zur zusammenfassenden Gesamtbewertung der Einzelfunktionsbewertungen (m242) veröffentlicht.

Um die Methoden-ID 242 anwenden zu können, werden die nachfolgenden Methoden des HLNUG zu einer Gesamtbewertung aggregiert:

- Ertragspotenzial (m191)⁵,
- Wasserhaushalt (Kriterium Feldkapazität nach m179⁶, m239)⁷,
- Standorttypisierung für die Biotopentwicklung (m171⁸, m241⁹) und
- Nitratrückhaltevermögen (m181¹⁰)

Grundlage der Bodenfunktionsbewertung sind die mit Hilfe der Bohrprofile erfassten bodenkundlichen Parameter im durchwurzelbaren Bodenraum. Der resultierende Gesamt-Bodenfunktionserfüllungsgrad wird zuletzt den Klassen 1 bis 5 zugeordnet.

Für Böden mit Archivfunktionen (Archive der Natur- und Kulturgeschichte) ist für das Land Hessen bislang noch keine abschließende Methode für die Bewertung der Archivfunktion der Böden entwickelt worden, sie befindet sich aber in Planung. Aus diesem Grund liegt keine

³ Deutsches Institut für Normung (DIN) (2018): Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten. DIN 18915 – Berlin.

⁴ Bodenfunktionen: Gesamtbewertung für die Raum- und Bauleitplanung (<https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD5L/methoden/m242.html>)

⁵ HLNUG (2021): Methodendokumentation Bodenkunde/Bodenschutz: BFDF50, Bodenfunktion: Ertragspotenzial des Bodens (https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD50/methoden/bfd50_ep.pdf)

⁶ HLNUG (2020): Methodendokumentation Bodenkunde/Bodenschutz: BFDF50, Feldkapazität des Bodens (https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD50/methoden/bfd50_fk.pdf)

⁷ Bodenfunktion: Funktion des Bodens im Wasserhaushalt, Kriterium FK (<https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD5L/methoden/m239.html>)

⁸ HLNUG (2020): Methodendokumentation Bodenkunde/Bodenschutz: BFDF50, Standorttypisierung für die Biotopentwicklung (https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD50/methoden/bfd50_stb.pdf)

⁹ Bodenfunktion: Lebensraum für Pflanzen, Kriterium Standorttypisierung für die Biotopentwicklung (<https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD5L/methoden/m241.html>)

¹⁰ HLNUG (2020): Methodendokumentation Bodenkunde/Bodenschutz: BFDF50 Nitratrückhaltevermögen des Bodens (https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD50/methoden/bfd50_nrv.pdf)

landesweite Auswertung zu diesem Thema vor. Eine überschlägige Bewertung der Archivfunktion kann anhand der Bohrungen durchgeführt werden.

3.2.3 Empfindlichkeiten der Böden im Untersuchungsgebiet

Im Folgenden werden die Empfindlichkeiten der im B-Plangebiet vorkommenden Böden beschrieben. Anhand des im B-Plangebiet vorkommenden Bodeninventars sind folgende Erkennungskriterien relevant:

- Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit
- Erosionsempfindlichkeit
- Substratwechsel im Unterboden
- Vernässung
- Humose Böden
- Vorbelastungen (Schadstoffe, Altlasten)

3.2.3.1 Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit

Die standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit ergibt sich aus der Eigenstabilität des Bodens während einer mechanischen Belastung, die im Zuge von Bauvorhaben auftritt. Neben der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit sind Witterungseinflüsse zu beachten. Nasse Böden mit weicher Konsistenz, wie sie im Winterhalbjahr oder nach ergiebigen Niederschlägen flächenhaft vorkommen, sind generell sehr verdichtungsgefährdet, unabhängig von ihren standörtlichen Eigenschaften.

Die Eigenstabilität ist vor allem von der Körnung des Feinbodens (Bodenart), dem Anteil an Grobboden (Steingehalt), dem Bodengefüge, dem Humusgehalt und der aktuellen Bodenfeuchte abhängig. So sind beispielsweise stark humose Böden und vernässte Böden generell hoch empfindlich gegen mechanische Belastungen.

Für planerische Fragestellungen und die Bauausführungsplanung ist letztendlich entscheidend, dass alle Böden durch mechanische Belastungen, wie sie bei Bauprozessen auf gewachsenen Böden bei den heute eingesetzten Baumaschinen auftreten, erheblich beeinträchtigt werden können. Die Wahrscheinlichkeit einer erheblichen Bodenverdichtung ist besonders hoch, wenn die Baumaßnahmen in Phasen hoher Bodenwassergehalte (Winterhalbjahr) durchgeführt werden, große Kräfte (hohe Gesamtmassen und hohe spezifische Flächendrücke) auf den Boden wirken und lange Bauzeiten (Häufigkeit der Belastungen) vorgesehen sind.

Die Einflussfaktoren der Feinbodenkörnung, des Stein- und Humusgehaltes sowie der Vernässung durch Grund- und Staunässe können zur Beurteilung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit herangezogen werden. In Anlage 4 ist die Verknüpfungsmatrix der Me-

thodik des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz¹¹ zur Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeit anstehender Böden dargestellt. Berechnet wurde die Verdichtungsempfindlichkeit nach der Methode des GD NRW¹²

3.2.3.2 Erosionsempfindlichkeit

Bodenerosion erfolgt im Wesentlichen durch abfließendes Niederschlagswasser oder Wind und ist überwiegend auf unbedecktem Boden wirksam.

Die potenzielle natürliche Erosionsempfindlichkeit durch Wasser ergibt sich gemäß ABAG (Allgemeine Bodenabtragungsgleichung, nach DIN 19708¹³ aus den Faktoren Erodierbarkeit der anstehenden Böden (K), (Regen)-Erosivität (R), Reliefsituation (S) Hanglänge (L) und Bodenbedeckung (C).

Ausgelöst wird Erosion durch erosionswirksame Niederschlagsereignisse, durch welche das Bodenmaterial sowohl beim Auftreffen der Tropfen auf den Boden als auch durch die Energie des Oberflächenabflusses abgelöst und hangabwärts transportiert werden. Die Erosivität des Niederschlags (R) richtet sich nach der kinetischen Energie und der Intensität der Niederschlagsereignisse und wird aus mehrjährigen Zeitreihen berechnet.

Die Erodierbarkeit des Bodens (K) wird anteilig durch die Bodenart, den Humusgehalt, die Größe der Aggregate, der Wasserdurchlässigkeit und der Grobbodenbedeckung bestimmt. Je höher der K-Faktor, umso höher ist die Erodierbarkeit des anstehenden Bodens. Ab einem K-Faktor > 0,3 liegt eine hohe Erodierbarkeit vor.

Die potenzielle Erosionsempfindlichkeit steigt mit zunehmender Hangneigung (S) durch schneller fließendes Wasser und den damit verbundenen erhöhten Abscher- und Transportkräften an. Ab ca. 2 % Gefälle können erhebliche Erosionsschäden durch Oberflächenabfluss auftreten.

Die Hanglänge (L) ist ein Maß für die Auswirkung auf das Erosionsgeschehen. Bei langen Hängen ohne Abflussbarrieren sammelt sich im Hangverlauf mehr oberflächlich abfließendes Wasser.

Der Bodenbedeckungsfaktor (C) bewertet relativ die schützende Wirkung der Acker- und Grünlandvegetation für den Oberboden im Vergleich zu einem brachliegenden Acker. Hierbei wird zugrunde gelegt, dass Pflanzenbewuchs und Erntereste in Abhängigkeit von der Art der Bodenbearbeitung, der Fruchtfolge, der Vegetationsentwicklung und dem Bedeckungsgrad

¹¹ Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2017): Rekultivierung von Tagebau- und sonstigen Abgrabungsflächen – Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht. Wiesbaden.

¹² https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/VER.pdf

¹³ Deutsches Institut für Normung (DIN) (2017): Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. DIN 19708. Berlin.

durch die Pflanzen und Mulch die Aufprallenergie von Niederschlägen mildern und das Gefüge des Oberbodens stabilisieren.

Eine potenzielle Erosionsempfindlichkeit liegt ganzjährig vor. Im Winterhalbjahr verursachen ergiebige, langanhaltende Niederschläge geringer Intensität auf wassergesättigten Böden Oberflächenabfluss. Im Sommerhalbjahr rufen konvektive Starkniederschläge Oberflächenabfluss hervor. Da der Witterungsverlauf während der Bauausführung nicht vorhergesehen werden kann, muss generell von einer potenziellen Erosionsempfindlichkeit des vegetationslos gestellten Arbeitsstreifens ausgegangen werden.

Für die Bewertung der standörtlichen Wassererosionsempfindlichkeit im Untersuchungsraum steht der landesweite Erosionsatlas des HLNUG zur Verfügung. In der Auswertung wird die potenzielle Bodenerosion durch Wasser für verschiedene Bodennutzungsszenarien bereitgestellt¹⁴.

Die Erosion durch Wind betrifft hauptsächlich Bodenarten mit einem hohem Feinsandanteil. Die im Bereich der Bauhoferweiterung und des Neubaus des Radweges anstehenden Böden weisen durchweg keine hohe oder sehr hohe Erodierbarkeit des Bodens durch Wind auf, weshalb diese im Folgenden nicht weiter betrachtet wird¹⁵.

3.2.3.3 Substratwechsel im Unterboden

Der Bodenaushub erfolgt generell getrennt nach Ober- und Unterboden, so dass diesbezüglich keine Beeinträchtigungen auftreten.

Die Unterbodenschichten werden nicht getrennt, wenn keine bedeutsamen Schichtunterschiede vorliegen. Als bedeutsame Schichtunterschiede im Unterboden werden insbesondere starke Wechsel der Feinbodenart, des Grobbodenanteils (Steingehalt) des Humusgehaltes oder des Carbonatgehaltes eingestuft. In diesen Fällen darf keine Vermischung erfolgen, um dauerhafte Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen nach der Rekultivierung zu vermeiden. Insofern sind Böden mit deutlichen Substratwechseln im Unterboden als empfindlich gegen Vermischung einzustufen.

3.2.3.4 Vernässung

Mit der Vernässung wird bodenschutzfachlich der Einfluss von Grund- und Stauwasser in den oberen 2 m Bodenraum beschrieben. Witterungseinflüsse werden damit nicht erfasst.

Vernässte Böden sind empfindlich gegenüber Entwässerungsmaßnahmen und mechanischen Beanspruchungen (Verdichtung).

¹⁴ <http://bodenviwer.hessen.de/viewer.htm>

¹⁵ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN) (2013): Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind. DIN 19706. – Berlin.

Empfindlichkeit gegen Entwässerungsmaßnahmen

Während der Bauzeit müssen stark vernässte Böden durch temporäre Wasserhaltungsmaßnahmen entwässert werden, damit die Befahrbarkeit des Fahrweges gewährleistet werden kann.

Eine hohe bis extrem hohe Empfindlichkeit kann bei Böden mit starkem Grundwassereinfluss bestehen, zumal wenn grundwasserabhängige Landökosysteme betroffen sind.

Die Empfindlichkeit gegen Entwässerungsmaßnahmen bestimmt sich nach dem Ausmaß der lokalen Grundwasserabsenkung, der Reichweite der Absenkung und der Wirkungsdauer.

Bei Stauwasserböden werden regelhaft keine temporären Entwässerungsmaßnahmen vorgesehen, so dass diesbezüglich keine Empfindlichkeit im Hinblick auf Entwässerungsmaßnahmen betrachtet werden muss.

Empfindlichkeit gegen mechanische Beanspruchungen

Die generelle Empfindlichkeit vernässter Böden gegenüber Verdichtungswirkungen durch Befahrung und andere mechanische Beanspruchungen wird bereits bei der Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit berücksichtigt. (Kap. 3.2.3.1), so dass sie nicht noch einmal gesondert betrachtet werden muss.

3.2.3.5 Humose Böden

Mit zunehmendem Humusgehalt steigt die Verdichtungsempfindlichkeit der Böden. Dieser Wirkungszusammenhang wird bereits bei der Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit berücksichtigt (Kap. 3.2.3.1), so dass dies nicht noch einmal gesondert betrachtet werden muss.

3.2.3.6 Vorbelastungen (Schadstoffe, Altlasten)

Stoffliche Vorbelastungen von Böden sind bei der Bauausführung zu berücksichtigen. So darf durch die Bauausführung weder eine räumliche Verbreitung der stofflichen Belastungen noch eine Gefährdung ausgelöst werden.

Stofflich belasteter Bodenaushub darf nur am unmittelbaren Aushubort wieder eingebaut werden, wenn keine Gefahren im Sinne des Bodenschutzes ausgelöst werden und sofern er während der gesamten Baumaßnahme im Baufeld verbleibt.

Überschüssiger Bodenaushub mit erhöhten Schadstoffgehalten darf nur nach den Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes, insbesondere geregelt in § 12 BBodSchV, verwertet oder entsprechend abfallrechtlicher Anforderungen entsorgt werden.

4 Datengrundlagen und durchgeführte Untersuchungen

4.1 Bodenkarten und bodenschutzfachliche Erkundungsbohrungen

Die DIN 19639 gibt einen Mindestdatensatz vor, welcher für die Erfassung und Bewertung von Böden sowie die Ableitung von Maßnahmen verwendet werden soll. Die Daten sollten möglichst großmaßstäbig vorliegen. Als flächendeckende Grundlage zur Erfassung und Bewertung des Schutzgutes Boden stehen die Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50) des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLUNG) zur Verfügung. Darüber hinaus liegen die Daten der großmaßstäbigen Bodenflächendaten 1:5.000 für landwirtschaftliche Flächen (BFD5L) für das Plangebiet vor.

Ergänzend wurden Bodenuntersuchungen vor Ort durchgeführt, um die Bodenflächendaten zu verifizieren. Die Bohrungen erfolgten am 18. Mai 2022 durch Nadine Bernhard, Salome Rüschenhof und Fabian Syberberg. Hierzu wurden insgesamt 5 Kleinrammbohrungen auf der geplanten Bauhoferweiterung (BP_01—BP_05) durchgeführt. Die Bohrungen wurden bis 2,0 m Tiefe u. GOK abgeteuft.

Anhand der Bohrkerne erfolgte die bodenkundliche Ansprache der erbohrten Bodenschichten (Horizonte) zur Ermittlung des Profilaufbaus nach Bodenkundlicher Kartieranleitung 2005 (KA5)¹⁶. Anlagen 1 und 2 dokumentieren die bodenkundlichen Kartiererergebnisse und die Lage der Bohrpunkte.

Auf Grundlage der Kartiererergebnisse wurden anschließend die Bodenfunktionen der Böden entsprechend der Methodensammlung des HLNUG (s. Kapitel 6) bewertet und die Empfindlichkeiten entsprechend Arbeitshilfe¹⁷ „Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen“ des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz bewertet.

4.2 Schadstoffsituation – Hintergrundwerte und Altlastenkataster

Dem Verfasser liegen Informationen aus der Altflächendatei des Landes Hessen vor. Weiterhin können unter Zuhilfenahme des Bodenviewers Hessen¹⁸ je Bodeneinheit die Hintergrundwerte für Ober- und Unterböden abgefragt und bewertet werden (siehe auch HLUg 2011¹⁹). Die Ergebnisse sind in Kap. 5.3 zu finden.

¹⁶ Ad-Hoc AG Boden: Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5). 5. verbesserte und erweiterte Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 2005.

¹⁷ Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELv): Arbeitshilfe Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen. Wiesbaden,

¹⁸ <https://bodenviewer.hessen.de/viewer.htm>

¹⁹ Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG 2011): Hintergrundwerte von Spurenstoffen in hessischen Böden, Wiesbaden

5 Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung

5.1 Bodeneigenschaften nach BFD50 und BFD5L

Die BFD50 weisen für die Untersuchungsflächen folgende Bodeneinheiten und -eigenschaften aus (Anlage 7).

Im Untersuchungsraum kommen Böden aus Pleistozänem Löss der Bodeneinheit Pseudogley-Parabraunerden mit Parabraunerden (GEN_ID 140), Fließerden mit basaltischem Vulkanit des Tertiär über Fließschutt mit Ton- bis Schluffstein oder Ton des Keuper der Bodeneinheit Braunerden mit Braunerden über Pelosol (GEN_ID 399) sowie Fließerde über Fließschutt mit Ton- bis Schluffgestein oder Ton, örtl. Tonmergelstein des Keuper der Bodeneinheit Braunerden mit Pelosol-Braunerden (GEN_ID 417) vor.

Die BFD5L weist die Böden im gesamten Gebiet der Bodenartengruppe Lehm aus Löss ohne Grund- und Stauwassereinfluss zu.

5.2 Bodeneigenschaften nach Bohrergebnissen

Nachstehend wird der Bodenaufbau der untersuchten Flächen anhand der Bohrergebnisse beschrieben. Eine detaillierte Profilaufnahme der Bohrergebnisse kann Anlage 2 entnommen werden. Die Bohrungsergebnisse sind an allen Bohrstandorten ähnlich.

Die geplanten Standorte sind durch Braunerden und Braunerde-Pelosole geprägt:

- Ah-Horizont (Oberboden): Mit organischer Substanz angereichert, humos, sehr schwach steinig, schwach toniger Lehm u. toniger Schluff, carbonatfrei.
- Ap-Horizont (Oberboden): Mit organischer Substanz angereichert, humos, sehr schwach steinig, schwach toniger Lehm, carbonatfrei.
- rAp-Horizont (Oberboden): Mit organischer Substanz angereichert, schwach humos, sehr schwach steinig, toniger Schluff, carbonatfrei.
- Bv-Horizont (Unterboden): Durch Verwitterung verbraunt und verlehmt, mit organischer Substanz angereichert, nicht humos, sehr schwach steinig, vereinzelt steinig, mittel bis stark toniger Schluff, vereinzelt schluffiger Ton, carbonatfrei.
- IIBv-P-Horizont (Unterboden): Mineralischer Horizont aus zu Ton verwittertem Ton- oder Tonmergelgestein, hier als Fließerden mit Lössmaterial vermischt, sehr schwach steinig, toniger Lehm u. lehmiger Ton, carbonatfrei

Die in den Bodenflächendaten (BFD50) für den nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes überwiegend ausgewiesenen Bodeneinheiten Braunerden und Braunerde-Pelosole konnten durch die Bohrungen bestätigt werden und wurden auch im südlichen Untersuchungsgebiet

angetroffen. Die im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes in den BFD50 ausgewiesenen Pseudogley-Parabraunerden konnten vor Ort nicht festgestellt werden.

Nachstehend sind zur besseren Nachvollziehbarkeit alle im BPlangebiet vorkommenden Bodeneinheiten inklusive zugehöriger Substratgruppe tabellarisch dargestellt. Diese sind dem Bodenviewer Hessen⁶ entnommen worden.

Tab. 5-1: Bodeneinheiten und zugehörige Substratgruppe

Bodeneinheit	Substratgruppe
GEN_ID 140	Lösssubstrate
GEN_ID 399	lössarme Substrate aus Vulkaniten
GEN_ID 417	lössarme Substrate aus Peliten

5.3 Stoffliche Vorbelastungen / Altlastenverdacht

Im Umfeld des BPlan-Gebietes ist entsprechend der Auskunft²⁰ des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) nach aktuellem Stand kein Altlastenverdacht vermerkt. Somit liegen keine Hinweise auf Altablagerungen oder Altlastenstandorte vor.

Im Hinblick auf die standorttypischen Schadstoffgehalte werden die Hintergrundwerte nach HLNUG zur Bewertung herangezogen.

Legt man die Medianwerte der im Königswasser-Aufschluss bestimmten Schwermetallgehalte zu Grunde, liegen im Oberboden der Bodeneinheit 399 (lössarme Substrate aus Vulkaniten) erhöhte Gehalte an Chrom (90 mg/kg) sowie Nickel (145 mg/kg) vor. Sollte das Material extern weiterverwendet werden, hat vorlaufend eine Deklarationsanalytik zu erfolgen.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass auf naturnahen Böden im Untersuchungsgebiet keine weiteren natur- oder siedlungsbedingten, großflächig erhöhten Schadstoffgehalte vorkommen.

5.4 Natürliche Bodenfunktionen

Die folgenden Einstufungen und Annahmen basieren auf punktuellen Bohrerergebnissen. Abweichungen horizontbezogener Daten können nicht ausgeschlossen werden und die Vorgaben für den Bodenaushub, insbesondere vor dem Hintergrund von substratabhängigen und pedogenen Merkmalen, beeinflussen.

²⁰ Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) Altflächendateiauskunft vom 14.09.2022.

Um die Grundlagen der Bodenfunktionsbewertung für die Raum- und Bauleitplanung (m242) abzuleiten, werden die bereits in Kapitel 3.2.2 vorgestellten Bodenteilfunktionen aggregiert und in eine Gesamtbewertung überführt.

Die relevanten Eingangsgrößen sind der durchwurzelbare Bodenraum sowie die nutzbare Feldkapazität und die Feldkapazität. Diese werden nach KA5²¹ abgeleitet und sind in Tab. 5-2 dargestellt.

Tab. 5-2: Relevante Eingangsgrößen (resultierend aus den Kartierergebnissen)

	Durchwurzelbarer Bodenraum (dB)	Feldkapazität im dB (Fk dB)	nutzbare Feldkapazität im dB (nFk dB)
Profil	cm	mm	mm/dm
BP_01	90	338	159
BP_02	90	316	143
BP_03	110	331	170
BP_04	100	369	174
BP_05	80	253	95

Aus diesen Eingangsgrößen ergibt sich eine Einzelbewertung der Bodenteilfunktionen, welche zu der in Tab. 5-3 dargestellten Gesamtbewertung aggregiert werden.

Tab. 5-3: Gesamtbewertung aus aggregierten Bodenteilfunktionen

Bohrprofil	Standorttypisierung für die Biotopentwicklung	Ertragspotenzial	Wasserspeichervermögen [FKdb]	Nitratrückhaltevermögen ¹	Gesamtbewertung ¹
BP_01	F-III 19, mittel (3)	hoch (4)	hoch (4)	hoch (4)	sehr hoch (5)
BP_02	F-II 17, mittel (3)	hoch (4)	hoch (4)	hoch (4)	sehr hoch (5)
BP_03	F-III 19, mittel (3)	hoch (4)	hoch (4)	hoch (4)	sehr hoch (5)
BP_04	F-III 19, mittel (3)	hoch (4)	hoch (4)	hoch (4)	sehr hoch (5)
BP_05	F-I 15, mittel (3)	mittel (3)	mittel (3)	mittel (3)	gering (2)

Die Ergebnisse der Bodenfunktionsbewertung (Anlage 1) zeigen für alle Bohrpunkte einen mittleren Funktionserfüllungsgrad des Biotopentwicklungspotenzials. Bei allen Standorten handelt sich demnach nicht um extreme Standorte mit einem hohen oder sehr hohen Funktionserfüllungsgrad aufgrund von Nässe oder Trockenheit. Das Ertragspotenzial wird an den Standorten BP_01 – BP_04 mit hoch bewertet, an BP_05 ergibt sich ein mittleres Ertragspotenzial. Das Wasserspeichervermögen wird an BP_01 – BP_04 mit hoch, an BP_05 mittel eingestuft. Das Nitratrückhaltevermögen wird an BP_01 – BP_04 mit hoch, an BP_05 als mittel eingestuft.

²¹AD-HOC-AG Boden (2000): Methodendokumentation Bodenkunde - Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. In: Geologisches Jahrbuch Reihe F, Heft 31

Aus diesen Teilfunktionen ergibt sich eine sehr hohe Gesamtbewertung der Profile 01 – 04, am nördlichsten Profil 05 eine geringe Gesamtbewertung.

Die bodenfunktionale Gesamtbewertung (m242) der Bodenflächendaten Hessen 1:5.000 (BFD5L) zeigt eine geringe (BP_02 – BP_05) bis mittlere (BP_01) Gesamtbewertung aller Böden an den Standorten, die im Gelände ermittelten Daten von BP_01 – BP_04 fallen höher aus, an BP_05 hingegen wurde eine geringere Gesamtbewertung ermittelt. Die Abweichungen gegenüber der Bodenfunktionsbewertung der BFD5L-Daten ergeben sich höchstwahrscheinlich aufgrund der anderen Bodenkartierungsmethoden dieser aus der Bodenschätzung stammenden Daten. Es zeigen sich hingegen nur leichte Abweichungen gegenüber den Auswertungen der BFD50 Bodendaten, die sich wiederum aus der relativ groben Auflösung dieser Daten ergeben. So zeigt beispielsweise die bodenfunktionale Bewertung des Ertragspotenzials der BFD50-Daten für die Bohrpunkte BP_01 bis BP_03 einen sehr hohen Bodenfunktionserfüllungsgrad gegenüber dem im vorliegenden Gutachten ermittelten hohen Bodenfunktionserfüllungsgrad und für den Bohrpunkt BP_05 ebenfalls einen mittleren Bodenfunktionserfüllungsgrad. Nur BP_04 liegt nicht mehr im Bereich des geringen Bodenfunktionserfüllungsgrades der Bodeneinheit mit der Gen-ID 417, der Profilaufbau ähnelt vielmehr den Profilen BP_01 bis BP_03 der Bodeneinheit aus Lösssubstrat (GEN_ID 140), wodurch sich ein hohes Wasserspeichervermögen, ein hohes Ertragspotenzial und eine hohes Nitratrückhaltevermögen ergeben. Aus den drei hohen Einzelbewertungen wiederum leitet sich die sehr hohe Gesamtbewertung dieser Standorte ab.

Die Bodenerkundung an punktuellen Aufschlüssen ergab keinen Hinweis auf Archivböden. Auf Grundlage der vorhandenen Daten sind im Bereich der geplanten Arbeiten keine Böden mit einer hohen oder sehr hohen Funktionserfüllung als Archive der Natur- und Kulturgeschichte bekannt.

5.5 Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit

Die standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit der Böden im geplanten Baufeld wird nach HMUELV (2014)¹⁷ bewertet.

Differenziert wird zwischen dem mineralischen Oberboden (Schicht 1), dem Unterboden (Schicht 2) und der Basislage (Schicht 3). Der Steingehalt aller Profile liegt in den Klassen 1 (<2 Vol.-%) und 2 (2 bis <10 Vol.-%). In BP_03 sind im Bv-Horizont ab 15 cm uGOK bereits erhöhte Steingehalte (Klasse 3, 10 bis <25 Vol.-%) festzustellen, die Basislage des BP_03 wird der Klasse 6 (≥ 75 Vol.-%) zugeordnet. In BP_04 steigt der Grobbodenanteil im Übergangshorizont Bv-CV ebenfalls an (Klasse Klasse 3, 10 bis <25 Vol.-%). Es liegen keine Hinweise auf eine Vernässung vor. Die angetroffenen Feinbodenarten gehören zu den Gruppen der (Ton)-Lehme und -Schuffe, der Schluff- und Lehmtone und der Normallehme. Daher wird den Böden im Untersuchungsgebiet gemäß der Matrix zur Bewertung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit von Böden (Anlage 4) eine hohe Verdichtungsempfindlichkeit zugewiesen.

5.6 Bewertung des Wasserhaushalts

Der nach BFD50 teilweise ausgewiesene Einfluss von Grundwasser konnte vor Ort nicht festgestellt werden. Die Daten der BFD5L zeigen im Gebiet keinen Wassereinfluss an. Durch die Bohrungen konnte nur vereinzelt ein leichter Einfluss von Stauwasser festgestellt werden. In der Gesamtschau dieser Ergebnisse wird von einer sehr geringen Empfindlichkeit gegenüber Entwässerung ausgegangen, da zusätzlich von einer großflächigen Flächenversiegelung des Bauvorhabens ausgegangen wird.

5.7 Bewertung des Erosionspotenzials

Das Erosionspotenzial durch wild abfließendes Wasser auf der Bauhoferweiterung kann anhand des Erosionsatlas Hessen 2018 abgeleitet werden. Die Erodierbarkeit des Oberbodens wird mit einem K-Faktor von $>0,3$ im nördlichen Drittel und $>0,4$ im restlichen Baufeld angegeben. Unter Einbeziehung der weiteren Faktoren, insbesondere der Hangneigung kann im Gebiet bei vegetationslosen Bauflächen eine geringe bis mittlere und teilweise hohe Erosionsempfindlichkeit angenommen werden (Abb. 5-1).

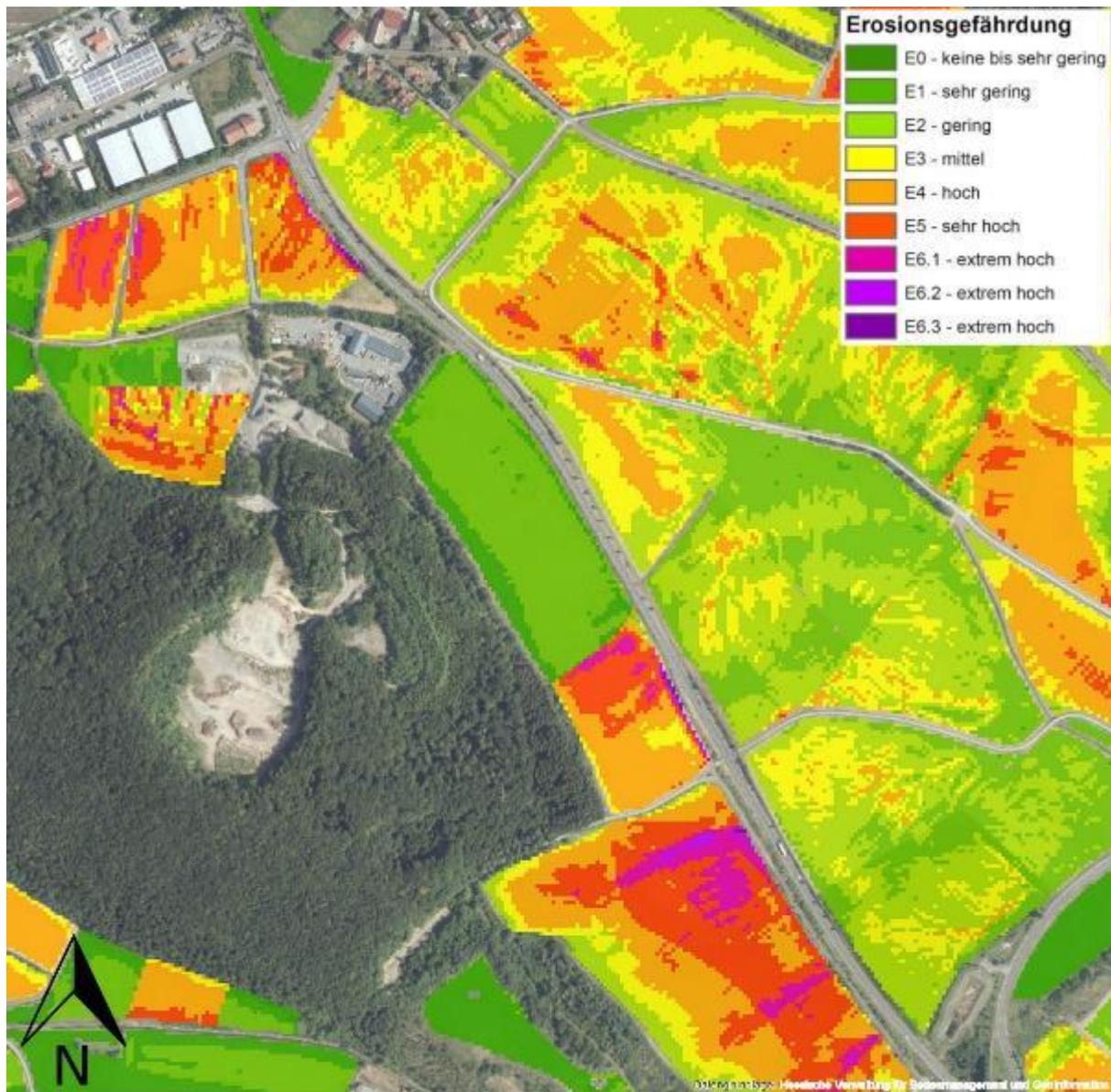


Abb. 5-1: Ausschnitt aus dem Erosionsatlas 2018 des HLNUG

Insofern kann während der Bauphase auf den vegetationslosen Baubedarfsflächen bei niederschlagsreicher Witterung und insbesondere bei Starkregenereignissen in größerem Umfang Oberflächenabfluss auftreten und auf die unterliegenden Flächen außerhalb des Baufeldes übertreten bzw. von oberhalb gelegenen Flächen in das Baufeld einfließen.

5.8 Substratwechsel im Unterboden

Der Substratwechsel im Unterboden betrifft den Bodenaushub, welcher für die Rekultivierung bzw. Wiederherstellung durchwurzelbarer Böden mit ihren natürlichen Bodenfunktionen entsprechend des Ausgangszustandes wiederverwendet werden soll. Ziel der Bodentrennung ist es, die natürliche Substratschichtung und damit die Ausprägungen der natürlichen Bodenfunktionen soweit wie möglich wiederherstellen zu können.

Aushub von Unterboden und Untergrund, der für technische Belange wie z. B. dauerhafte Geländemodellierungen verwendet wird, unterliegt nicht den Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes.

Die Trennung des Oberbodens vom Unterboden ist entsprechend der rechtlichen Anforderungen im gesamten Baufeld ordnungsgemäß vorzunehmen.

Notwendige Trennungen des Aushubs von Unterboden- und Untergrundschichten sind anhand der Erkundungsbohrungen differenziert vorzunehmen. Bei der Bauausführung muss auf kleinflächig variierende Schichtgrenzen geachtet werden. Die notwendigen Trennungen sind im Zuge des Baufortschritts mit der Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) abzustimmen. Generell ist beim kulturfähigen Unterboden weniger tonreicher Unterboden (Bv-Horizont) vom tonreicheren Unterboden (IIBv-Horizont) zu trennen. Des Weiteren ist der Unterboden vom Untergrund (z.B. Schluff- oder Tonstein, basaltischer Vulkanit) zu trennen. Daraus ergibt sich eine Mietenanzahl von 3-4, was bei der Baulogistik und Flächenzuordnung einzuplanen ist.

Diese 2-fache Trennung des Unterbodens ist nicht notwendig, sofern diese Substrate zur dauerhaften Modellierung und Nivellierung des Baugrundes genutzt werden.

6 Auswirkungen, vorhabenbezogene, zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung

6.1 Teilflächen des Baufeldes – Wirkorte und Wirkungen auf den Boden

Den Wirkorten können vorhabenspezifische bzw. baubedingte Auswirkungen und deren potenziellen Intensitäten zugeordnet werden. Aus der vereinfachten, schematischen Unterteilung (vgl. Abb. 6-2) der baulich genutzten Flächen der Ausführungsplanung (vgl. Abb. 6-1) sind folgende vorhabenspezifischen Wirkorte ableitbar: Gebäude, Asphaltfläche und Schotterfläche des Bauhofs, Asphaltfläche des Radweges, Grünfläche im Südwesten, begrünte Böschungsfelder rund um den Bauhof und das Regenrückhaltebecken und am Radweg, RRB und Rigole bzw. Graben randlich des Bauhofes.

Das vorliegende Bodenschutzkonzept betrachtet einzig die in Abb. 7-1 farblich markierten, kategorisierten und nachstehend beschriebenen Flächen. Die Wirkungen auf den Boden werden in den Kapiteln 6.2 bis 6.5 genauer erläutert.

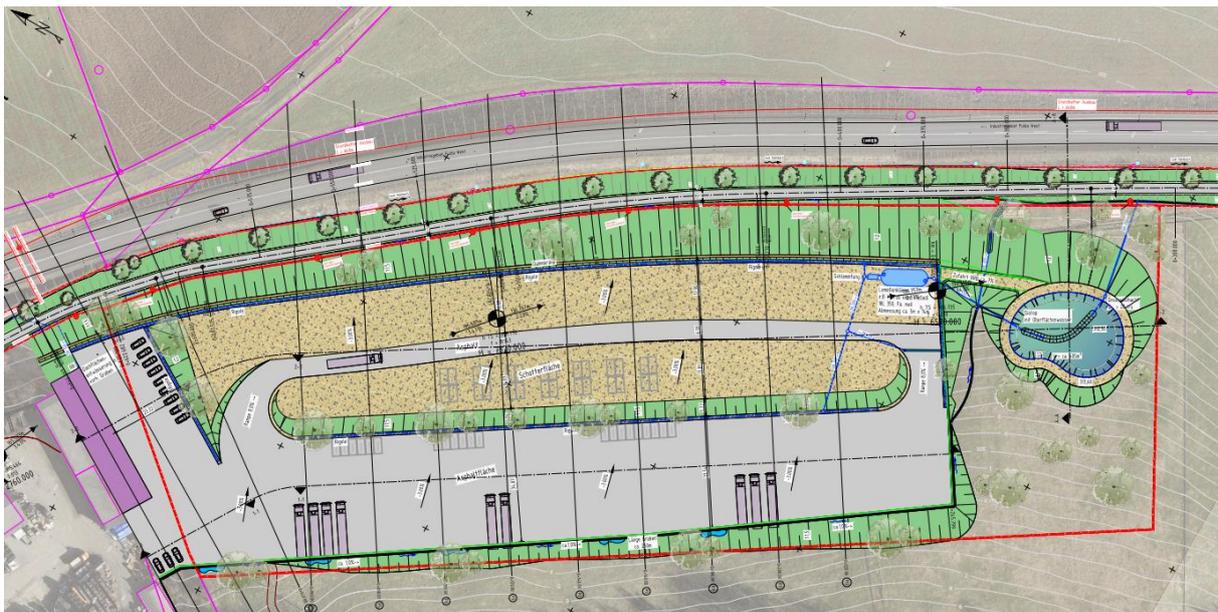


Abb. 6-1: Skizze der Ausführungsplanung

Versiegelungsflächen, Gebäude, Asphaltfläche und Schotterfläche des Bauhofs und des RRB sowie die Asphaltfläche des Radweges (magenta)

Die Flächen werden vollständig versiegelt und dies führt somit auch zum vollständigen Verlust aller Bodenfunktionen.

Grünfläche im Südwesten (grün)

Es finden keine Bodeneingriffe statt, sodass die Bodenfunktionen vollständig erhalten bleiben. Um potenziellen Anwuchserfolg und die Vitalität der Bepflanzung nicht zu gefährden und die Bodenfunktionen vollständig zu erhalten, ist diese Fläche frei von mechanischen Verdichtungswirkungen durch Befahrungen etc. zu halten, um der Vorsorgeverpflichtung nach § 7 BBodSchG nachzukommen. Eine unabdinglich erforderliche bauzeitliche Beanspruchung würde eine Reduzierung der Bodenfunktionen um 25% bewirken.

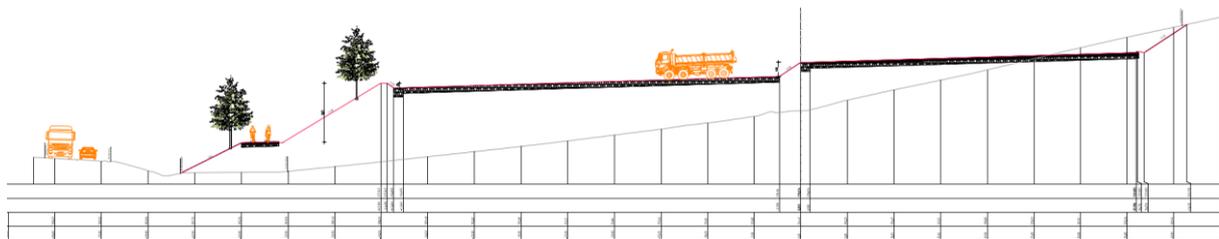


Abb. 6-2: Profil der Betriebsfläche

Böschungflächen rund um den Bauhof und das RRB und am Radweg (gelb)

Die Böschungflächen werden befestigt und anschließend mit natürlichem Bodenmaterial angeschüttet und mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt. Die Bodenfunktionen des natürlichen gewachsenen Bodens gehen demnach verloren und werden dann durch die Aufschüttung von ca. 30 cm Bodenmaterial teilweise ersetzt. Die materiellen Anforderungen nach §§ 6 und 7 BBodSchV sind einzuhalten. Hierfür müssen die Regelungen des Bodenabtrags, der Lagerung und der Aufbringung nach den Kapiteln 7.4, 7.5, 7.11 erfüllt sein.

RRB und Graben (blau)

Im Bereich des RRB und Grabens gehen die Bodenfunktionen vollständig verloren. In Anlehnung an die hessische Arbeitshilfe erfolgt eine Verringerung der Bodenfunktionen um 3 Wertstufen.

Der überschüssige Boden ist in kulturfähigem Zustand zu erhalten und nach §§ 6-8 BBodSchV zu verwenden.

Rigole (orange)

Bei der dezentralen Wasserversickerung über Rigolen werden die Bodenfunktionen aufgrund der Abgrabung des Wurzelraumes erheblich beeinträchtigt, sodass für die Einsetzung der Rigole als Bauwerk eine Minderung um 3 Wertstufen vorgenommen wird.

6.2 Versiegelung

Die Flächen von 2,14 ha, auf welcher durch dauerhafte (Teil-)Versiegelungen die natürlichen Bodenfunktionen verloren gehen, werden als Bestandteil der nachgelagerten Berechnung des Kompensationsbedarfs betrachtet.

6.3 Physikalische Wirkungen

Im Zuge der Bauausführung werden Böden ausgehoben, zwischengelagert, befahren, als Lagerfläche verwendet und nach Bauabschluss wieder zur Herstellung durchwurzelbarer Bodenschichten eingebaut. Bei all diesen Bauprozessen können die Eigenschaften der Böden so stark beeinträchtigt werden, dass die Böden ihre Funktionen im Naturhaushalt nicht mehr umfänglich erfüllen können.

Die häufigsten Schäden werden durch zu hohe Lasteinträge verursacht. Sind die Böden nach Bauabschluss verdichtet, können sie Niederschlagswasser nicht mehr so schnell aufnehmen und sind von Pflanzen nicht mehr so gut durchwurzelbar. Die Folgen sind Vernässungen, Pfützenbildung und Schäden am Pflanzenaufwuchs.

Durch das mittel geneigte Gefälle im Planungsbereich und die hohe Erodierbarkeit der anstehenden Böden liegt teilweise während der Bauphase eine hohe Erosionsempfindlichkeit vor. Durch erhöhten Oberflächenabfluss auf Böden ohne Vegetationsbedeckung kann es zur Verschlammung der Bodenoberfläche und zur Verfrachtung von Boden hangabwärts kommen.

Weiterhin können Schäden durch Substratvermischungen hervorgerufen werden. Wenn der ausgehobene Unterboden und Untergrund nicht ordnungsgemäß getrennt vom Oberboden (Mutterboden) gelagert werden, treten Vermischungen auf. Der Humus- und Nährstoffgehalt des Oberbodens wird verringert, so dass Aufwuchsschäden entstehen können. Auch Steineinmischungen in ursprünglich steinfreien oder steinarmen Bodenschichten sind zu vermeiden.

Zur Vermeidung dauerhafter physikalischer Beeinträchtigungen werden geeignete Maßnahmen ergriffen (vgl. Kap.7), so dass bei der Wirkungsanalyse davon ausgegangen wird, dass die potenziellen Bauauswirkungen auf die natürlichen Bodenfunktionen deutlich reduziert werden können. Dennoch wird eine vollständige Vermeidung der Auswirkungen nicht möglich sein, so dass verbleibende Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen zu erwarten sind.

6.4 Hydrologische Wirkungen

Eine ggf. notwendige Wasserhaltung wird nur bauzeitlich zum Ableiten von Oberflächenwasser erfolgen. Im Zuge der Ausführungsplanung wird eine detaillierte Planung der notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen dargelegt (nicht Gegenstand des BSK). Angesichts der vorgenannten Prämissen werden keine dauerhaften hydrologischen Wirkungen vom geplanten Vorhaben ausgehen.

6.5 Stoffliche Wirkungen

Bei der Bauausschreibung wird der Einsatz von Maschinen und Geräten mit biologisch abbaubaren Schmierstoffen vorgesehen. Betankungen werden nur mit gesonderten Schutzmaßnahmen (Auffangwanne oder auf befestigten Flächen) zugelassen. Der Vorhabenträger wird dafür Sorge tragen, dass ein Alarmplan für etwaige Öl- und Treibstoffunfälle erstellt wird, um die eventuelle Ausbreitung wasser- und bodengefährdender Stoffe soweit wie möglich zu begrenzen. Angesichts der vorgenannten Prämissen, werden keine dauerhaften stofflichen Wirkungen vom geplanten Vorhaben ausgehen.

Anfallende Abfälle wie z.B. mineralische Fremdbestandteile und Störstoffe (Metalle, Holz, Kunststoffe wie Geotextilien) sind spätestens mit Abschluss der Bautätigkeiten vollständig zu entsorgen.

7 Vermeidung und Minderung der Beeinträchtigungen

7.1 Bodenschutzfachliche Anforderungen an die Bauausführung

Die Bauausführung erfolgt unter Beachtung der DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“, der DIN 19731 „Verwertung von Bodenmaterial“ und der DIN 19639 „Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben“ in der jeweils aktuell gültigen Fassung.

Aus diesen Fachquellen sowie den Empfindlichkeiten und Funktionen des Bodens im Baufeld ergeben sich bodenschutzfachliche Anforderungen, die in der Bauausführung zu beachten sind. Bei der Bauausführung ist auf ggf. vom BSK abweichende Bodenbedingungen zu achten. Im Vergleich zu den punktuellen Bohrergebnissen sind kleinflächige Besonderheiten oder Differenzierungen der Bodenartenschichtungen möglich, so dass nach Notwendigkeit mit geeigneten Maßnahmen darauf reagiert werden muss.

Eine konkrete, den Wirkorten des Eingriffs zugeordnete Darstellung der im Folgenden beschriebenen Maßnahmen stellt der Bodenschutzplan dar, welcher dem Kapitel 7.12 beigefügt ist (Abb. 7-1).

7.2 Baustelleneinrichtungs- und Bauausführungsplanung

Die Aufstellung des BSK basiert auf den bereitgestellten Planungsunterlagen. Bei der Planung der Bauausführung sind die begrenzten Bauflächen und die besondere Verdichtungsempfindlichkeit der anstehenden Böden zu berücksichtigen, um einen konfliktarmen Bauablauf zu gewährleisten. Die Verdichtungsempfindlichkeit ist ein Maß, um die Gefährdung eines erheblichen bzw. dauerhaften Schadens im Ober- und Unterboden durch mechanische Belastung zu klassifizieren. Bodenflächen, die nicht befahren werden sollen, sind auszupflocken. Auch die Grenzen des Baufeldes sind deutlich sichtbar zu kennzeichnen und ggf. abzusperren, um Beanspruchungen von Böden außerhalb des plangegegenständlichen Vorhabens zu unterbinden.

Im Zuge der Flächenbeschaffung und Baustelleneinrichtungsplanung sind Flächen für die Lagerung der Böden in ausreichender Größe vorzusehen. Für die Kalkulation der notwendigen Mietenflächen für eine geordnete Lagerung des Bodenaushubs ist ein Auflockerungsfaktor zu berücksichtigen, der im Regelfall 1,3 beträgt.

Für die bodenschonende Bauausführung sind alle mit der Bauausführung beauftragten Unternehmen und weitere Beteiligte vor Baubeginn im Zuge der Bauanlaufbesprechung auf entsprechende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen hinzuweisen. Die wesentlichen Ziele und Maßnahmen zum Bodenschutz sind den vor Ort tätigen Personen in einer zusammenfassenden, baustellene geeigneten Darstellung zu übergeben. Die Einhaltung der bodenschutzfachlichen Vorgaben obliegt allen Baubeteiligten. Sollte nach Erstellung der Ausführungsplanung ersichtlich sein, dass im BPlan-Gebiet Flächen nur temporär baulich beansprucht wer-

den, welche nach Bauabschluss wieder rekultiviert werden sollen, empfiehlt sich die Beauftragung einer BBB (bodenkundlichen Baubegleitung). In den BPlan sollte ein entsprechender Hinweis aufgenommen werden.

7.3 Bauzeitenplanung

Die Baumaßnahme, insbesondere die Erdbaumaßnahmen, sollten bei möglichst trockenen Witterungs- und Bodenverhältnissen durchgeführt werden, um die Phase mit der bestmöglichen Eigenstabilität der Böden zu nutzen.

Witterungsbedingte Vernässungen des Baufeldes (Starkregen) können eine Unterbrechung der Bauarbeiten notwendig machen. Erfahrungsgemäß können Unterbrechungen nach Starkregen im Sommerhalbjahr 1 bis 2 Tage andauern. Derartige Unterbrechungen können auf folgende Arbeiten begrenzt werden:

- Arbeiten auf ungeschützten Bodenflächen, die nach Bauabschluss wieder natürliche Bodenfunktionen übernehmen sollen.
- Arbeiten mit natürlichem Bodenmaterial, welches zur Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten verwertet werden soll.

7.4 Bodenabtrag

- Der Oberboden- bzw. Mutterbodenabtrag muss mittels Raupenbagger rückschreitend erfolgen. Der Einsatz schiebender Raupen (einschließlich Schürfkübelraupen) ist für den Massentransport nicht zulässig. Rangierfahrten und Umsetzungen des Baggers sind zu vermeiden.
- Oberboden ist vom Unterboden und dem Untergrund zu trennen. Bei deutlichem Wechsel der vertikalen Abfolge der Bodeneigenschaften im Unterboden ist eine weitere Trennung notwendig (vgl. Kap. 5.8).
- Soll auf Teilflächen der Oberboden nicht abgetragen werden, jedoch als Baueinrichtungs- oder Lagerfläche dienen, dann ist der Oberboden durch geeignete lastverteilende Platten oder Schottertragschichten auf reißfestem Vlies vor Schadverdichtungen zu schützen.
- Der zur Rekultivierung der temporär befestigten Flächen benötigte Bodenaushub ist nach DIN 19731 fachgerecht zwischenzulagern.

7.5 Zwischenlagerung des Bodenaushubs

- Die Lagerflächen für sämtlichen für den Wiedereinbau vorgesehenen Bodenaushub sind so zu bemessen, dass die anfallende Bodenmenge schadlos gelagert werden kann. Hierzu

sind die nachfolgenden Vorgaben zu beachten, welche nur bei entsprechender Flächengröße umsetzbar sind.

- Der Oberboden (A-Boden) ist getrennt vom Unterboden zu lagern. Der Oberboden wird in einer maximal 2 m hohen separaten Miete gelagert (steile Trapezform mit 4% geneigter Mietenkrone). Die Oberbodenmiete ist allseitig zu profilieren.
- Der Unterboden (B-Boden) ist jeweils getrennt vom Untergrund zu lagern, wenn eine ausreichende Mächtigkeit vorliegt, die unter Praxisbedingungen mit vertretbarem Aufwand getrennt ausgehoben werden kann. Eine maximale Mietenhöhe von 3 m ist einzuhalten.
- Untergrundmaterial (C-Boden) kann in höheren Mieten gelagert werden, wenn es direkt auf dem anstehenden C-Boden gelagert wird. In anderen Fällen darf durch die Mietenhöhe und die damit einhergehende Auflast die maximal zulässige Flächenpressung nicht überschritten werden.
- Oberboden kann direkt auf Unterboden gelagert werden. Unterboden muss direkt auf Unterboden gelagert werden, sofern 1. Im Unterboden ein sehr deutlicher Substratwechsel zu verzeichnen ist oder 2. im Unterboden höhere Anteile an Grobboden vorhanden sind, welche nicht rückstandslos vom anstehenden Oberboden entfernt werden können.
- Die Lagerung unterschiedlicher Substrate (Unterboden, Untergrund) innerhalb eines Mietenkörpers durch Anlehnen ist zulässig, sofern die Materialtrennung durch einseitiges Profilieren gewährleistet wird.
- Bodenmieten sollten nach Möglichkeit nicht im Bereich von Senken angelegt werden, um Bodenschäden durch Staunässe vorzubeugen; Wasserrückstau an Bodenmieten außerhalb der Baubedarfsfläche ist zu unterbinden, Wasserrückstau innerhalb der Baubedarfsfläche ist schadlos abzuleiten.
- Vor Aufsetzen der Bodenmieten auf Oberboden sind die Mietenflächen ggf. oberflächennah aufzureißen um den Abfluss von Wasser zu ermöglichen und die Bildung von Stauwasser im Mietenfuß zu verhindern.
- Die Mieten für Oberböden und Unterböden sind nicht in vernässungsgefährdeten Bereichen anzulegen. Zufluss von wild abfließendem Oberflächenabfluss ist mit einem Abfanggraben zu vermeiden (vgl. Kap. 5.7).
- Die Miete ist mit einem Raupenbagger aufzusetzen, zu profilieren und – je nach Lagerungsdauer und Jahreszeit – möglichst kurzfristig aktiv zu begrünen. Die Ansaatmischung ist Standorteigenschaften, Fruchtfolge, angenommener Lagerzeit und Jahreszeit entsprechend anzupassen.
- Die aktive Begrünung ist während der gesamten Aufmietungszeit zu pflegen (Abmulchen, Nachsaat). Die Bodenmieten sind von Verunkrautung freizuhalten (Mähen). Ein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist nicht zulässig.

- Eine Befahrung der Bodenmieten auch beim Aufsetzen oder das Lagern von Baumaterial auf den Bodenmieten ist zu unterlassen.

7.6 Verwertung von überschüssigem Bodenmaterial

- Der natürliche TOC-Gehalt von humosen Ober- und Unterböden > Z0 löst keine generellen Verwertungsbeschränkungen aus, wenn das Bodenmaterial
 - a) hinsichtlich der Schadstoffparameter als Z0/Z0* einzustufen ist und
 - b) die Verwertung in oberflächennahe Bodenschichten erfolgt.
- Bodenschichtungen und deren Feststoffgehalte können sehr kleinräumig variieren. Bei der Bauausführung empfiehlt es sich darauf zu achten, dass unbelasteter Bodenaushub bestmöglich von belastetem Aushub getrennt wird, um Entsorgungskosten soweit wie möglich zu reduzieren. Bei der Trennung unterschiedlicher Bodenqualitäten kann eine BBB hilfreich sein, die anhand der Bodeneigenschaften (Färbung, Körnung, Hydromorphie) Hinweise zu einer optimalen Separierung geben kann.

7.7 Begrenzung der Bodendrücke

Angesichts der geringen mechanischen Belastbarkeit bzw. hohen Verdichtungsempfindlichkeit der anstehenden Bodenarten sind folgende Maßnahmen zu ergreifen, um Bodenverdichtungen außerhalb der dauerhaften Bauwerks- und Wegeflächen soweit wie möglich zu vermeiden:

- Keine Radfahrzeuge auf unbefestigten Bodenflächen.
Ausnahme: Landtechnische Radfahrzeuge zur Baufeldfreimachung vor Bau, zur Tieflockerung im Rahmen der Rekultivierung sowie zu landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen nach Oberflächenwiederherstellung. Diese Radfahrzeuge müssen mit bodenschonenden Niederdruckreifen ausgestattet sein.
- Auf unbefestigten Bodenflächen sind Kettenfahrzeuge mit Bodenpressungen von maximal 8 N/cm² (0,8 kg/cm²) zulässig, niedrigere Bodenpressungen sind zu bevorzugen. Kettenfahrzeuge mit größeren Bodenpressungen sind, wie auch Radfahrzeuge, nur auf befestigten Baustraßen bzw. befestigten Bauflächen zulässig (s. Anlage 5).
- Die Spezifikationen der eingesetzten Kettenfahrzeuge sind seitens der bauausführenden Firmen in Form einer Geräteliste (Typ/Bezeichnung, zulässiges Gesamtgewicht, Kettenbreite, Kettenlänge bis zur Mitte der Laufrollen, Bodenpressung/Kontaktflächendruck) zu führen. Die Geräteliste ist vor dem jeweiligen erstmaligen Geräteinsatz der BBB auszuhandigen und entsprechend fortzuschreiben.
- Die witterungsbedingten Bodenfeuchten sind bei der Ausführung unbedingt zu beachten. Orientierung zum bodenschonenden Maschineneinsatz im Hinblick auf verträgliche Bodenpressungen können der Anlage 5 entnommen werden.

- Transport- und Baustellenverkehr ist nur über befestigte Bodenflächen vorzunehmen.

Die Maßnahmen zur Vermeidung von schädlichen Verdichtungen dienen gleichzeitig dem sicheren Verfahrensablauf.

7.8 Errichten der Baustraße und anderer befestigter Baustelleneinrichtungsflächen

- Bei temporären Baueinrichtungsflächen oder Baustraßen, die aus mineralischen Baustoffen errichtet werden, ist eine Vermischung des anstehenden Bodens durch Auslegen von reißfestem Geovlies mit einer biaxialen Reißfestigkeit von min 100 Kn/m zu verhindern.
- Bei der Verlegung soll eine Überlappung einzelner Geotextilbahnen von 0,5 m und ein randlicher Überstand von 1,0 m gewährleistet sein.
- Mineralische Schüttungen, Lastverteilungsplatten und profilierte, koppelbare Baustraßenelemente sind vor Kopf einzubauen, der Rückbau erfolgt rückschreitend und rückstandsfrei.
- Es ist nur der Einbau nachweislich unbedenklichen Fremdmaterials für das Errichten der Baustraße und anderer befestigter Baustelleneinrichtungsflächen zulässig.
- Der Baustraßenaufbau bzw. die Mächtigkeit der mineralischen Schüttung bestimmt sich durch die maximal zulässige Bodenpressung auf Ober- und Unterboden von 8 N/cm². Durchsackungen im Baustraßenaufbau sind unverzüglich zu beseitigen.
- Baustraßen, Lager- und Stellflächen aus Lastverteilungsplatten (Stahlplatten, Kunststoffplatten) sind vollflächig herzustellen und mit einer Überlappung von 50 cm auszulegen; bei lagestabilen, koppelbaren Lastverteilungsplatten ist keine Überlappung nötig. Verrutschte Lastverteilungsplatten sind zu korrigieren.

7.9 Rückbau der Baustraße und anderer befestigter Baustelleneinrichtungsflächen

- Soweit die Baustraße / Baueinrichtungsfläche außerhalb der dauerhaft versiegelten Flächen liegt, hat der Rückbau rückschreitend zu erfolgen.
- Alle Materialien der temporären Befestigung (mineralische Schüttung aus natürlichem Gesteinsbruch, Stahl- oder Kunststoffmatten und Vlies, ggf. Geogitter) sind vollständig auszubauen.

7.10 Erosionsempfindlichkeit

Der potenziellen Gefährdung durch wild abfließendes Wasser und hohe Erodierbarkeit der Böden im reliefierten Gelände ist mit geeigneten Maßnahmen vorzubeugen. Dazu empfehlen sich beispielsweise folgende Maßnahmen (Erforderlichkeit und exakte Ausführung sind vor Ort zu beurteilen bzw. festzulegen.):

- Generell sollten die Zeitspannen mit offenen Bodenoberflächen ohne Vegetation möglichst kurzgehalten werden.
- Oberflächenabfluss, der bei niederschlagsreicher Witterung oder Starkregen vom Baufeld in unterliegende Flächen übertreten kann, sollte nicht konzentriert, sondern breitflächig über das Bankett abgeleitet werden.
- Der Rückstau von Oberflächenwasser an Bodenrinnen ist zu vermeiden.
- Im Rahmen der Bauausführungsplanung sollte im Detail geprüft werden, welche Maßnahmen notwendig sind, um einer durch wild abfließenden Oberflächenabfluss ausgelösten Bodenerosion entgegenzuwirken.
- Auf langen Gefällstrecken oder starker Neigung sind bei Bedarf Strohballen zur Unterbrechung des Oberflächenabflusses einzubauen. Diese sind in den Boden einzugraben und zu verankern, um das Unterspülen zu verhindern.

7.11 Bodenauftrag / Rekultivierung

- Alle baulich temporär beanspruchten Flächen innerhalb des Baufeldes sind nach Abschluss der Baumaßnahme wieder entsprechend ihres Ausgangszustands so herzustellen, dass diese vollständig durchwurzelbar sind (ursprüngliche Schichtung und Lagerungsdichte).
- Ggf. notwendige Lockerungsmaßnahmen vor dem Wiedereinbau von Bodenmaterial im Bereich der temporären Inanspruchnahme sind während der Bauausführung zu bestimmen.
- Gleiches gilt auch für weitere, dem Gutachter nicht bekannte Baueinrichtungsflächen, welche nach Bauabschluss wieder natürliche Bodenfunktionen übernehmen sollen.
- Der Wiedereinbau des zwischengelagerten Bodens erfolgt in der natürlichen Schichtenfolge und mit der ursprünglichen Lagerungsdichte.
- Der Wiedereinbau der Böden hat bei möglichst trockenen Bodenverhältnissen (steif-plastische Bodenkonsistenz; > 12 cbar Wasserspannung) zu erfolgen. Bei stark feuchten oder nassen Bodenmaterialien ist mit der Rekultivierung zu warten, bis der Boden ausreichend abgetrocknet ist (maximal steif-plastische Konsistenz).

- Zum Wiedereinbau von Bodenmaterial sind Raupenbagger einzusetzen und keine Planier-
raupen. Zur Herstellung der ursprünglichen Lagerungsdichte sind die Böden mit der Bag-
gerschaufel zu verdichten. Dynamische Verdichtungsarbeiten sind im Regelfall nicht bo-
denverträglich.
- Der Oberboden ist an das umliegende Gelände höhengleich wieder einzubauen. Die Ober-
fläche ist frei von Kluten möglichst feinkrümelig herzustellen. Ggf. ist ein geeignetes land-
wirtschaftliches Gerät zur Herstellung eines Saatbettes einzusetzen.
- Nach der ggf. notwendigen Lockerung und dem Wiedereinbau von Oberboden sind die
Flächen kurzfristig zu begrünen.

7.12 Bodenschutzplan

Abb. 7-1 stellt den generalisierten Bodenschutzplan dar. Alle generellen Bodenschutzmaß-
nahmen nach Kap.7 sind zwingend einzuhalten.

Des Weiteren wäre es möglich, eine bodenkundlichen Baubegleitung einzusetzen, um ent-
sprechend der hessischen Arbeitshilfe eine Verminderung der Wertstufendifferenz des Ein-
griffs um pauschal 15 % für die Bodenfunktionen Ertragspotenzial, Feldkapazität und Nitrat-
rückhaltevermögen auf den Grünflächen zu erreichen.

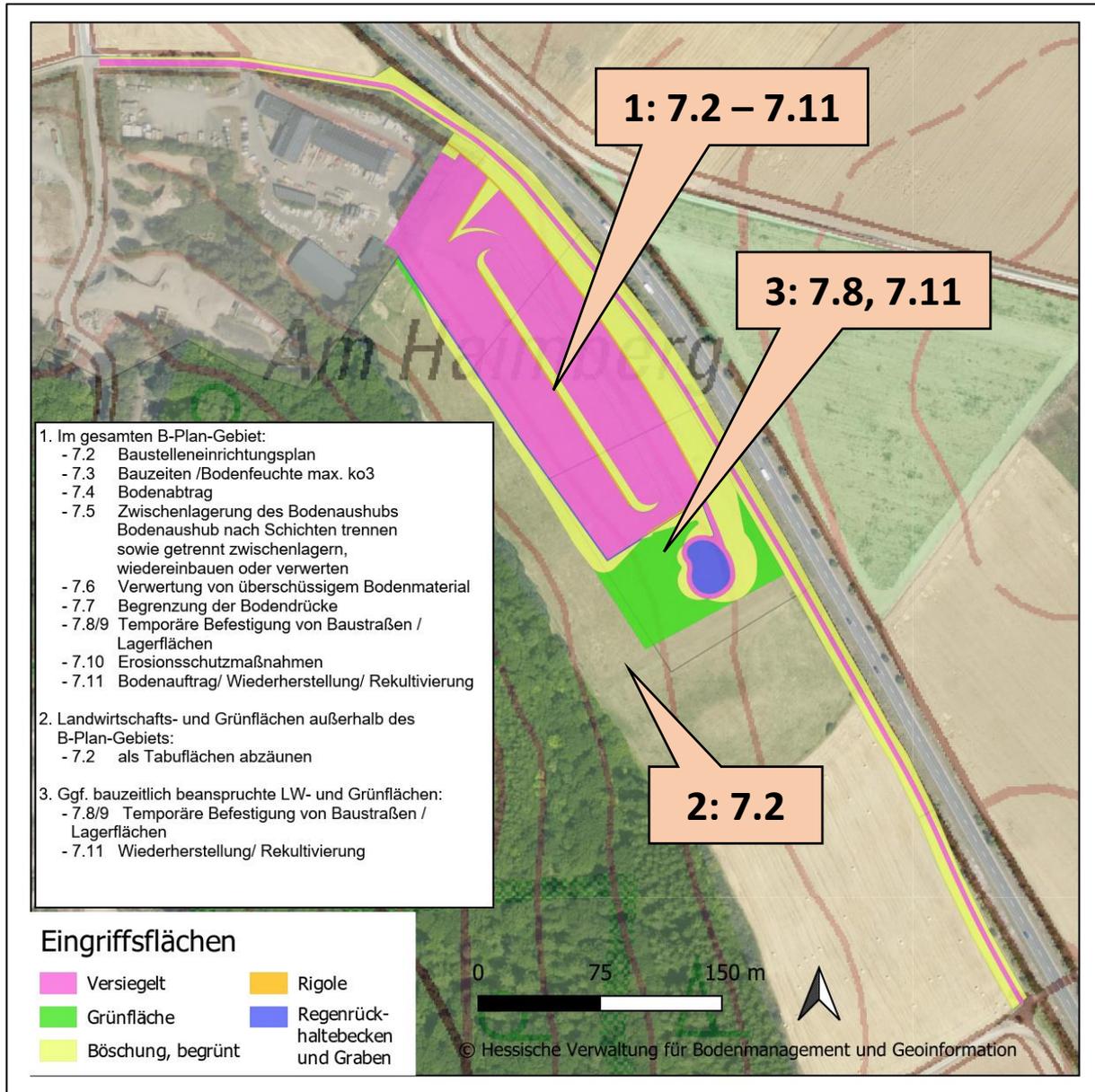


Abb. 7-1: Bodenschutzplan

8 Bodenbezogene Kompensation

8.1 Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Um die Auswirkungen der Planung auf den Boden quantifizieren zu können und Aussagen über den Bedarf an bodenbezogener Kompensation zu ermitteln, werden die Wertstufen der Bodenfunktionen vor und nach dem Eingriff verglichen. Hierfür steht die Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz zur Verfügung²². Gemäß der Arbeitshilfe wird die Wertstufe der Böden vor dem Eingriff wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben ermittelt. Zur Prognose der Auswirkungen wird eine Wertstufe nach dem Eingriff vergeben und diese mit den Wertstufen des Bestandes verglichen. Der ermittelte Unterschied stellt, unter Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen, den Kompensationsbedarf in Bodenwerteinheiten dar. Um den Eingriff in den Boden zu kompensieren, sind auf Grundlage dieses Bedarfs geeignete bodenfunktionsbezogene Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen.

Die Berechnung erfolgt nach Formel (1) und gemäß dem Ablaufschema in Abb. 8-1.

$$KB = \text{Fläche [ha]} \times (WvE - WnE) \quad (1)$$

KB: Kompensationsbedarf in Bodenwerteinheiten (BWE)

WvE: Wertstufe des Bodens vor Eingriff

WnE: Wertstufe des Bodens nach Eingriff

Für die Ermittlung der Fläche der WvE wurde die Bewertung der Funktionen der Bodeneinheiten nach der bodenkundlichen Kartierung verwendet (s. Kapitel 5.4). Den Planungskategorien wurde auf Grundlage der Arbeitshilfe sowie gutachterlicher Einschätzung die WnE zugewiesen (vgl. Kap.6.1). Für die Ermittlung der Flächengrößen wurde die Bodenfunktionsbewertung mit den Eingriffsflächen der Planung verschnitten.

Aus der Differenz dieser Werte ergibt sich unter Berücksichtigung von Minderungsmaßnahmen der bodenfunktionsbezogene Kompensationsbedarf (s. Tab. 8-1).

²² Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie Umwelt und Geologie (HLNUG 2023): Kompensation des Schutzguts Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren– *Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz*. Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 16. Wiesbaden.

Es wird die dezentrale Versickerung von Wasser über Rigole als Minderungsmaßnahme berücksichtigt sowie die Überdeckung baulicher Anlagen im Boden für die Böschungflächen.

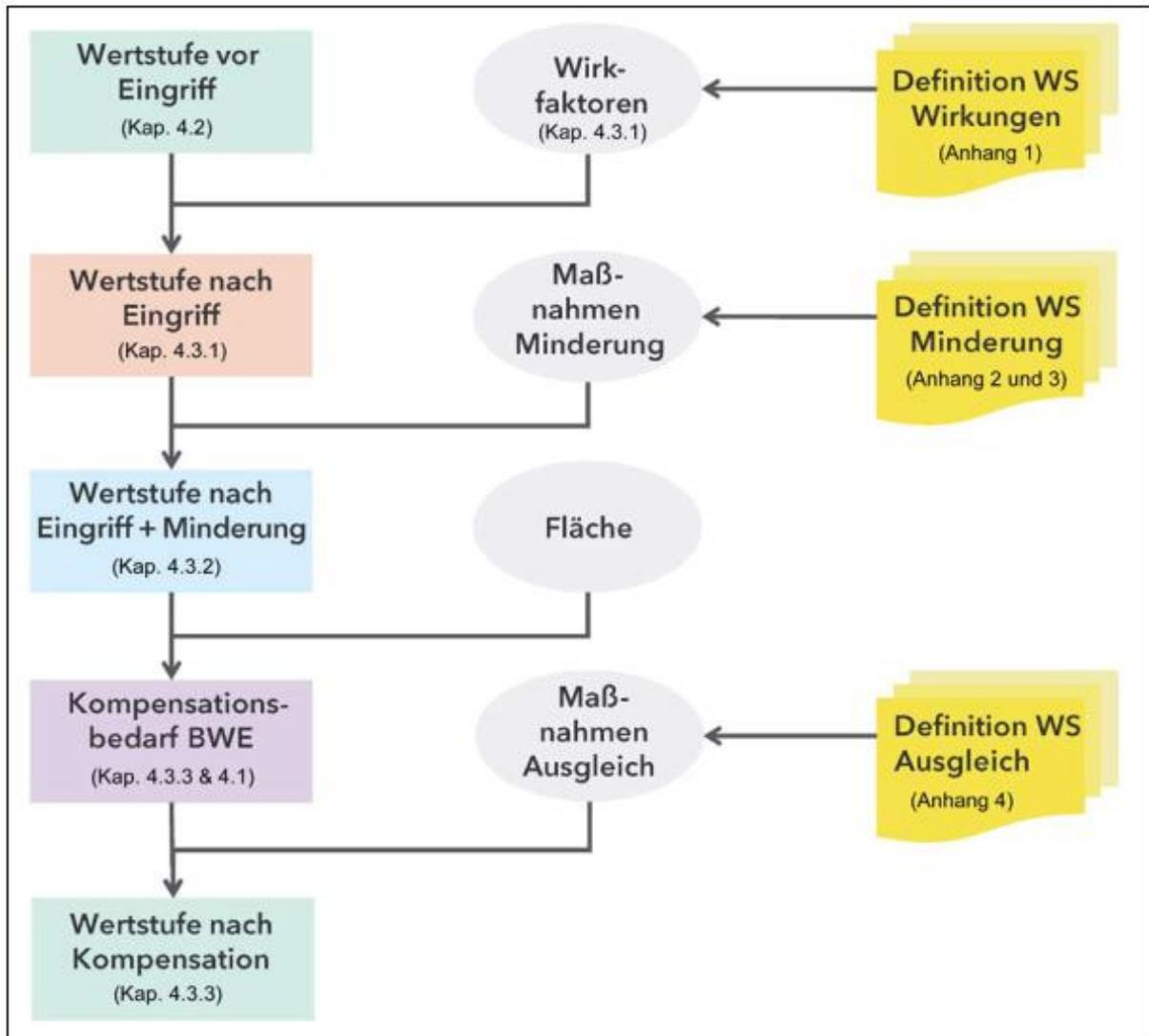


Abb. 8-1: Ablaufschema zur Ermittlung der bodenfunktionsbezogenen Kompensation nach²²
 WS = Wertstufe, BWE = Bodenwerteinheit

Tab. 8-1: Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Eingriff	BE	Fläche (ha)	Wertstufendifferenz des Eingriffs				Wertstufe	Kompensationsbedarf			
			Standorttypisierung; Biotopentwicklungspotenzial*	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen		BWE	Standorttypisierung; Biotopentwicklungspotenzial*	Ertragspotenzial	Feldkapazität
Versiegelungsfläche	BP01-04	1,349	0,00	4,00	4,00	4,00	16,19	0,00	5,40	5,40	5,40
	BP05	0,788	0,00	3,00	3,00	3,00	7,09	0,00	2,36	2,36	2,36
Grünfläche	BP01-04	0,336	0	1	1	1	1,01	0,00	0,34	0,34	0,34
	BP05	0,009	0	0,75	0,75	0,75	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01
Böschungsflächen, begrünt	BP01-04	1,089	0	3	3	3	9,80	0,00	1,09	2,17	2,17
	BP05	0,360	0	3	3	3	3,24	0,00	0,36	0,72	0,72
Rigole	BP01-04	0,036	0	3	3	3	0,32	0,00	0,11	0,12	0,11
	BP05	0,019	0	3	3	3	0,17	0,00	0,06	0,06	0,06
RRB u. Gräben	BP01-04	0,086	0	3	3	3	0,77	0,00	0,26	0,26	0,26
	BP05	0,008	0	3	3	3	0,08	0,00	0,03	0,03	0,03
Summe der beanspruchten Fläche		4,079									
Summe Kompensationsbedarf einzelner Bodenfunktionen									10,02	11,47	11,46
Summe Kompensationsbedarf (BWE)									32,95		

Für die im B-Plan vorbereiteten Eingriffe ergibt sich nach Berücksichtigung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen ein Kompensationsbedarf von insgesamt 32,95 BWE (Tab. 8-1). Wird die Kompensation auf einer externen Fläche durchgeführt, richtet sich die benötigte Flächengröße nach dem Wertstufengewinn, welcher durch die Durchführung der Kompensationsmaßnahmen erreicht werden kann.

8.2 Bodenbezogene Kompensationsmaßnahmen

Durch Ausgleichsmaßnahmen mit Bodenbezug kann der Eingriff in das Schutzgut Boden ausgeglichen bzw. ersetzt werden. Im Folgenden werden die vom AG geplanten Maßnahmen und die dadurch erreichten Bodenwerteinheiten (BWE) tabellarisch aufgeführt und dem Kompensationsbedarf gegenübergestellt:

So ist geplant, auf einer externen Kompensationsfläche von 15.000 m² Flächen unter ackerbaulicher Nutzung in Extensivgrünland umzuwandeln sowie einen Uferstreifen anzulegen. Diese naturschutzfachliche Maßnahme führt auch zu einer Aufwertung der Bodenfunktionen um jeweils 1 Bodenwertstufe bzw. um 1,5 Bodenwertstufen bei der Standorttypisierung des Biotopentwicklungspotenzials. Daraus ergibt sich für die Ausgleichsfläche eine Kompensationswirkung von 6,75 BWE. Des Weiteren wurde eine Fahrradabstellanlage auf verkleinerter Fläche erneuert; hierbei wurden 170 m² Fläche entsiegelt. Daraus ergibt sich eine Kompensationswirkung von 0,27 BWE. Durch diese beiden Bodenkompensationsmaßnahmen können insgesamt 7,02 BWE ausgeglichen werden (Tab. 8-2), wodurch der verbliebene Kompensationsbedarf aus Tab. 8-1 auf 25,93 BWE reduziert werden kann.

Tab. 8-2: Gegenüberstellung des Kompensationsbedarfs und der Maßnahmenbewertung für die Ausgleichsmaßnahmen

Ausgleichsmaßnahmen (AM)	Fläche ha	Wertstufendifferenz der Ausgleichsmaßnahme(n)				
		Standort-typisierung; Biotopentwicklungspotenzial	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhalte...	Kompensationswirkung (BWE)
Vollentsiegelung (planextern) (+3 WS bei allen Bodenfunktionen) inkl. Herstellung eines durchwurzelbaren Bodenraums: 40 cm mit Bodenart Uls: +90 mm nFK (+2 WS bei Ertragspotenzial), +140 mm FK (+1 WS)	0,017	3	5	4	4	0,272
Umwandlung von Ackerland in Grünland bzw. Anlage eines Uferstreifens	1,50	1,5	1	1	1	6,75
Summe Ausgleich nach Bodenfunktionen (BWE)						7,02
Gesamtsumme Ausgleichsbedarf Schutzgut Boden (BWE)						32,95
Saldo Bodenwerteinheiten (BWE)						-25,93
<i>Summe ha</i>	1,52					

Konkrete weitere Maßnahmen müssen im Einzelfall geprüft werden.

9 Zusammenfassung sowie Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Die an der geplanten Bauhoferweiterung anstehenden Braunerden und Braunerde-Pelosole weisen nach Auswertung von vorliegenden Bodenkarten sowie Erkundungsbohrungen in der Gesamtbewertung eine sehr hohe Funktionserfüllung der natürlichen Bodenfunktionen auf. Die Verdichtungsempfindlichkeit wird mit hoch bewertet und es kann bei vegetationslosen Bauflächen eine geringe bis mittlere und teilweise hohe Erosionsempfindlichkeit angenommen werden.

Neben der getrennten Lagerung von Oberboden, Unterboden und Untergrund sind u. U. innerhalb des Unterbodens zwei Trennungen einzuplanen (vgl. Kap. 7.2). Die daraus resultierende Mietenzahl ist bei der Baulegistik und Flächenzuordnung einzuplanen.

Anhand der Wirkungsanalyse wird deutlich, dass durch das Vorhaben potenziell erhebliche, insbesondere physikalische Wirkungen auf den Boden ausgehen können. Um diese Auswirkungen deutlich und wirkungsvoll zu vermeiden, werden geeignete und erforderliche Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung nach dem allgemein anerkannten Stand der Technik nach DIN 19639 und DIN 18915 genannt und die Betreuung des Vorhabens durch eine BBB empfohlen.

Eine vollständige Vermeidung der Auswirkungen wird nicht möglich sein, sodass verbleibende Beeinträchtigungen der anstehenden Böden zu erwarten sind. Diese Beeinträchtigungen sind durch bodenbezogene Kompensationsmaßnahmen auszugleichen oder zu ersetzen.

Die Kompensation der bodenbezogenen Verluste durch Versiegelungen ist nach Möglichkeit durch Entsiegelungen zu kompensieren, wenn entsprechende Flächen dafür für Verfügung stehen sollten. Alternativ können die versiegelungsbedingten Verluste multifunktional zusammen mit bodenverträglichen Arten-/Biotopmaßnahmen kompensiert werden.

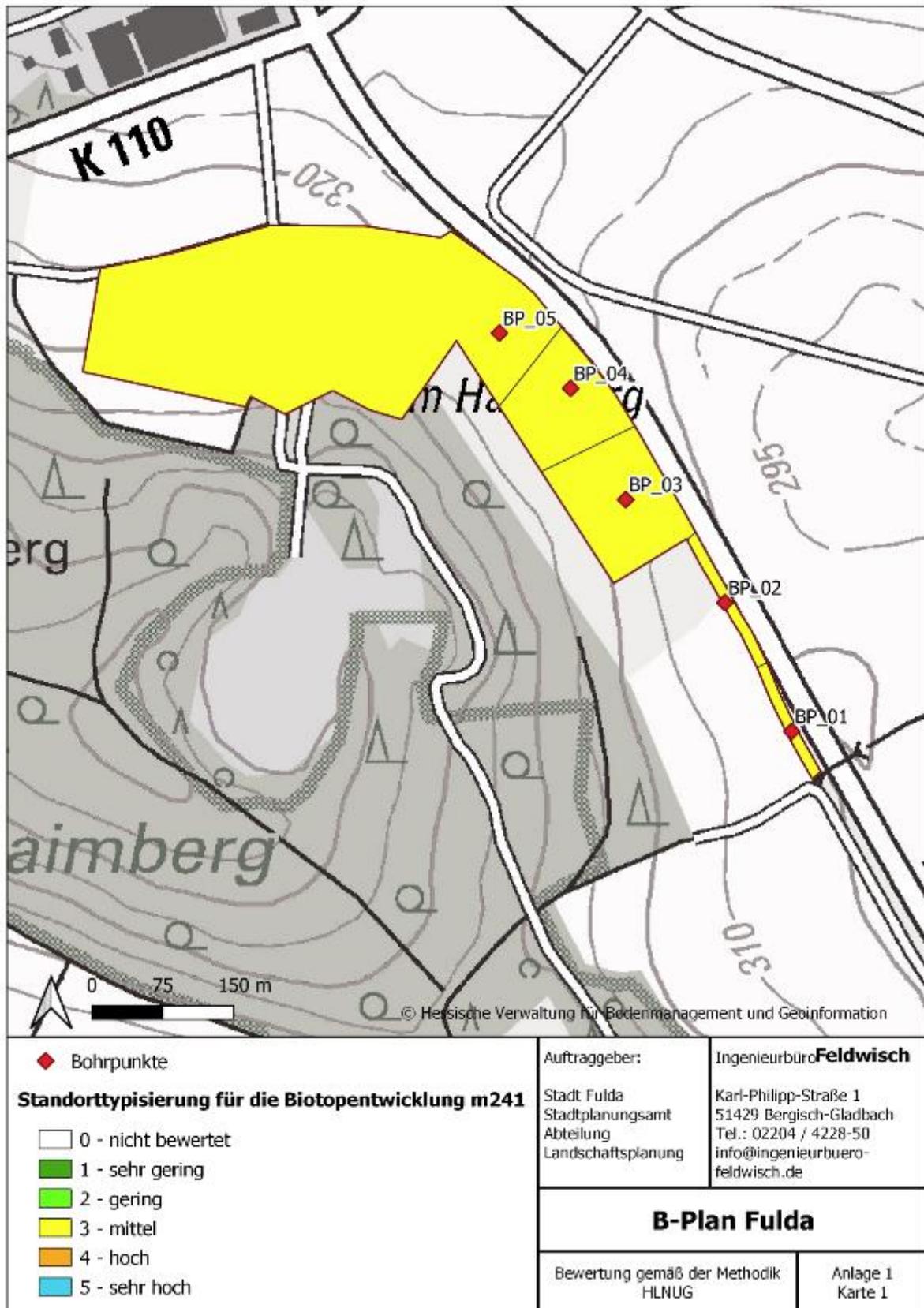
Durch die bereits geplanten Ausgleichsmaßnahmen der Stadt Fulda werden 7,02 Bodenwerteinheiten des durch die Baumaßnahme entstehenden Kompensationsbedarfs von 32,95 Bodenwerteinheiten kompensiert, es verbleibt somit noch ein Kompensationsbedarf von 25,93 Bodenwerteinheiten.

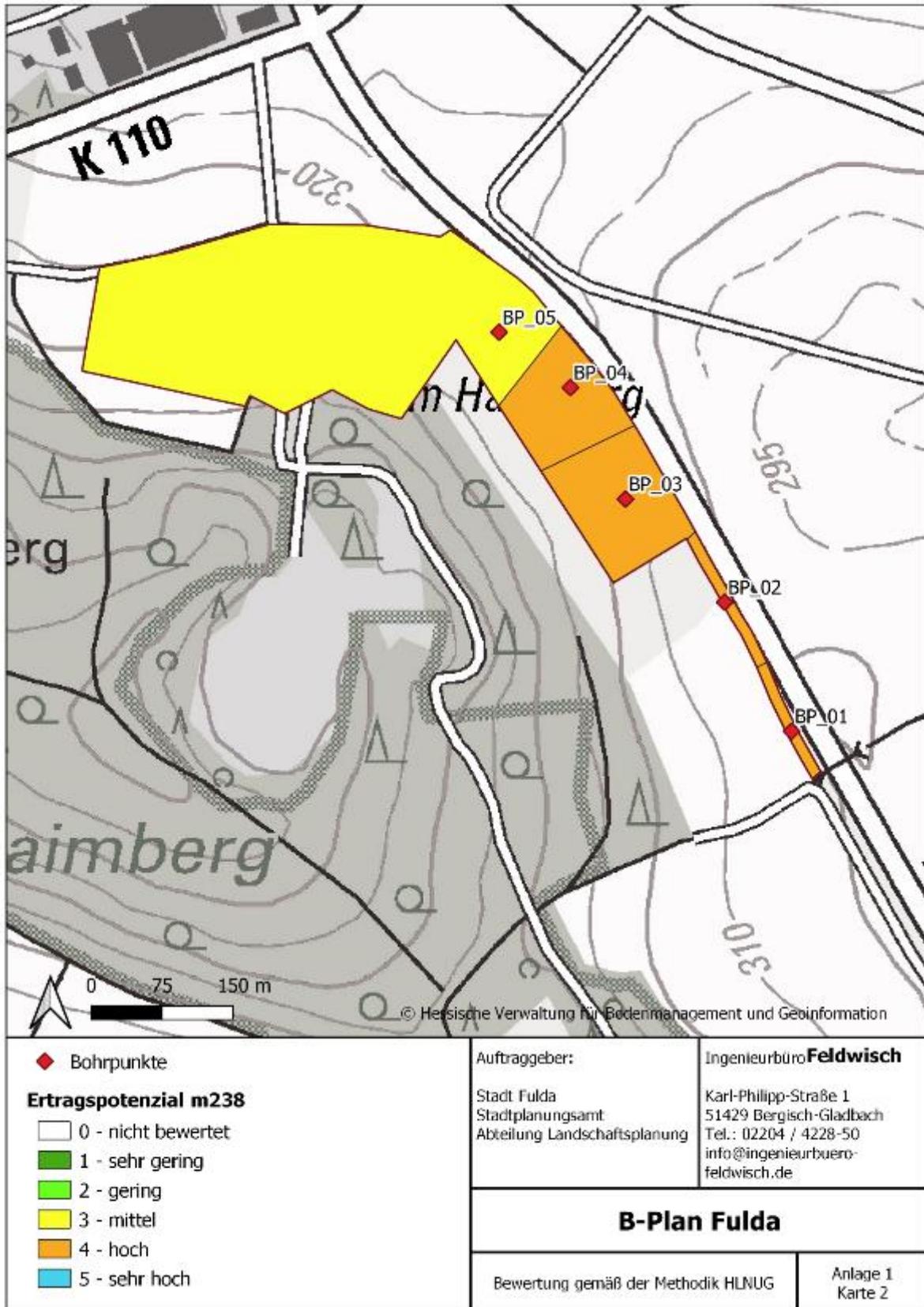
Bergisch Gladbach, 05.03.2024

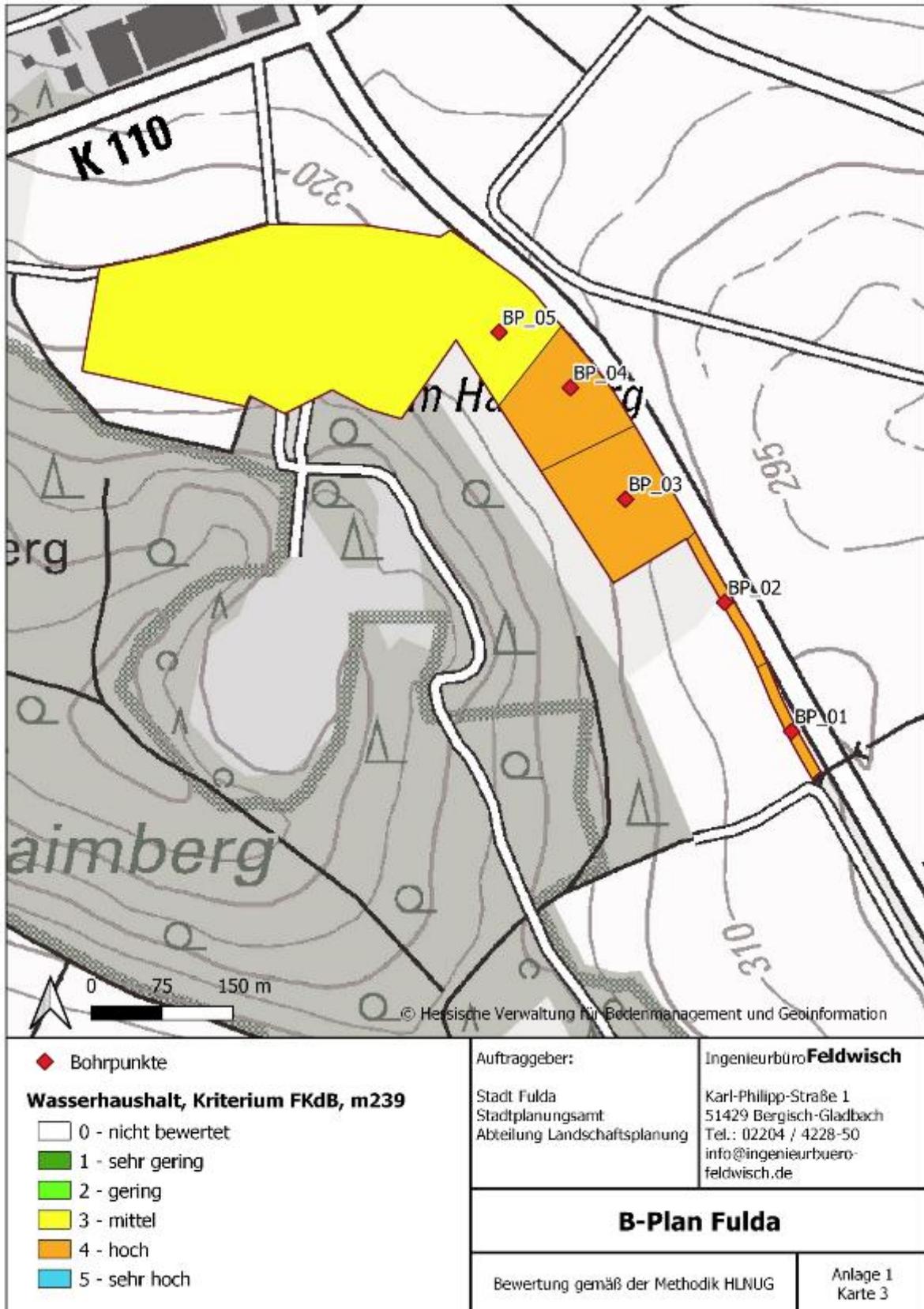
Dr. Norbert Feldwisch

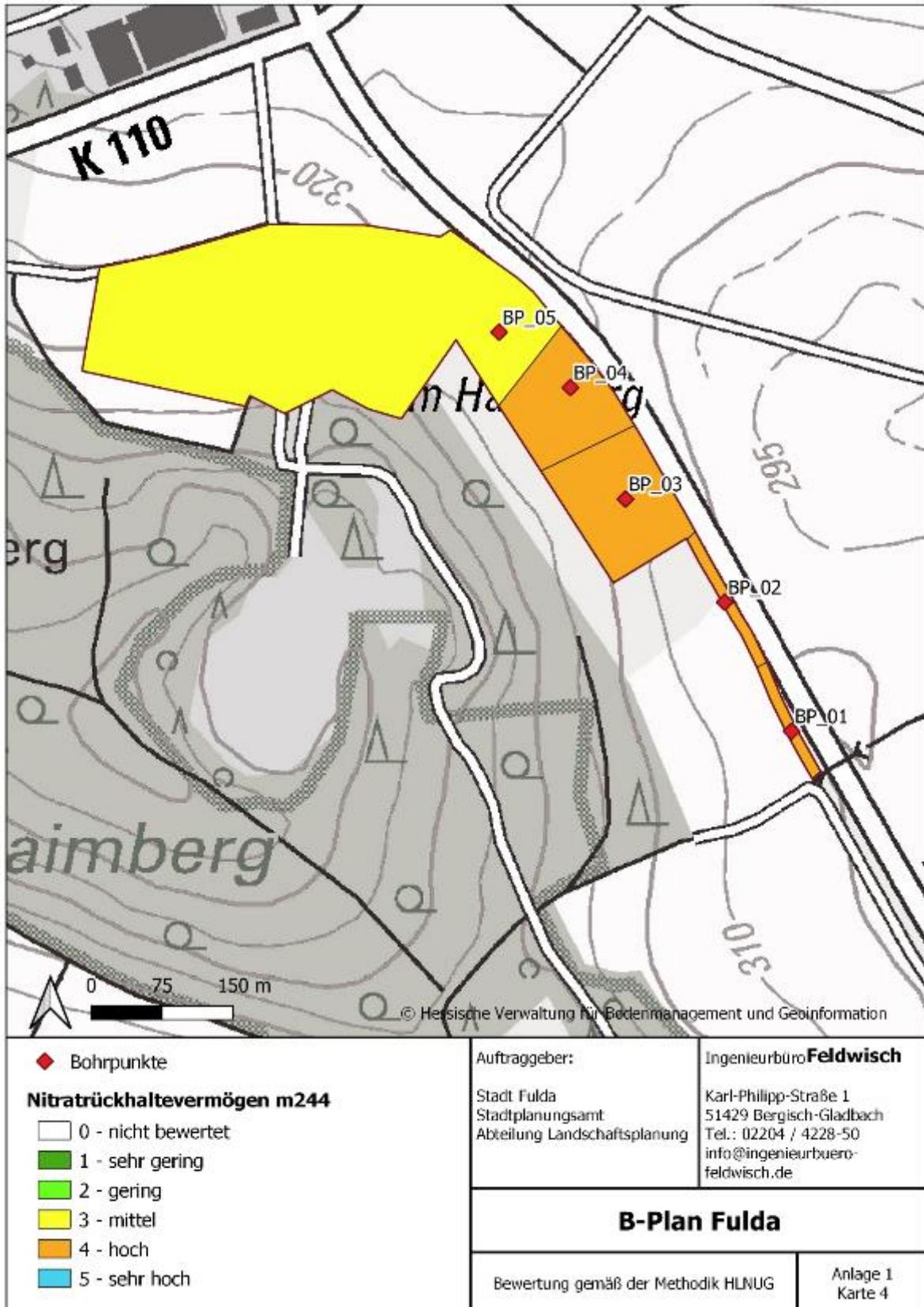
Anlagen

Anlage 1: Karten der Bodenfunktionsbewertungen











<p>◆ Bohrpunkte</p> <p>Gesamtbewertung m242</p> <p>□ 0 - nicht bewertet</p> <p>■ 1 - sehr gering</p> <p>■ 2 - gering</p> <p>■ 3 - mittel</p> <p>■ 4 - hoch</p> <p>■ 5 - sehr hoch</p>	Auftraggeber: Stadt Fulda Stadtplanungsamt Abteilung Landschaftsplanung	Ingenieurbüro Feldwisch Karl-Philipp-Straße 1 51429 Bergisch-Gladbach Tel.: 02204 / 4228-50 info@ingenieurbuero-feldwisch.de
	<p>B-Plan Fulda</p>	
	Bewertung gemäß der Methodik HLNUG	Anlage 1 Karte 5

Anlage 2: Protokolle der Bodenaufnahmen²³

Profil-Nr.	Horizont-symbol	Tiefe [cm]		Boden-art	Substrat-farbe	Humus-gehalt [Klasse]	Carbonat-gehalt [Klasse]	oxidative Hydromorphiemerkmale [Flächen-%]		reduktive	Grobboden [Klasse]	Lagerungs- dichte [Klasse]
		von	bis									
BP_01 Braunerde	Ap	0	40	Lt2	bn	2	-	-	-	-	1	2
	Bv	40	90	Lt2	hbn	0	-	-	-	-	1	3
	Cv	90	200	Lts	ro	0	-	-	-	-	1	4
BP_02 Braunerde-Pe- losol	Ah	0	10	Lu	dbn	4	-	-	-	-	1	3
	rAp	10	70	Lu	dbn	3	-	eh 2 %	-	-	2	4
	Bv	70	155	Lt3	bn	0	-	eh 10 %, es 3 %	-	-	2	3
	IIBv-P	155	200	Tl	hbn	0	-	eh 10 %, es 3 %	-	-	2	4
BP_03 Braunerde-Pe- losol	Ah	0	15	Lu	grbn	4	-	-	-	-	1	3
	Bv	15	100	Lu	dbn	0	-	-	-	-	3	4
	IIBv-P	100	125	Ts2	gr	0	-	-	-	-	6	4
BP_04 Braunerde	Ah	0	20	Lu	grbn	4	-	eh 3 %, es 1 %	-	-	1	2
	Bv	20	135	Lt2	hbn	0	-	eh 10 %, es 5 %	-	-	1	3
	IIBv-	135	200	Ts3	dbnröbg	0	-	eh 3 %, es 5 %	-	-	3	4
BP_05 Braunerde-Pe- losol	Ah	0	15	Lu	dbn	3	-	-	-	-	1	2
	IIBv-P	15	40	Ts2	bnor	0	-	eh 3 %, es 2 %	-	-	1	3
	IIIBv	40	100	Ts3	dbn	0	-	-	-	-	1	3

Koordinaten-Liste der Bohrpunkte

Profil	X	Y
BP_01	543362	5599539
BP_02	543291	5599676
BP_03	543186	5599786
BP_04	543128	5599905
BP_05	543053	5599964

(ETRS_1989_UTM_Zone_32N, EPSG-Code 25832)

²³ Alle in Anlage 2 dokumentierten Bohrungen wurden am 18.05.2022 durch das Ingenieurbüro Feldwisch durchgeführt.

Alle Kürzel und Bezeichnungen der Profilbeschreibungen nach KA5, Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, Schweizerbart'sche Stuttgart.

Anlage 3: Fotodokumentation der Pürckhauer-Bohrungen

BP_01



BP_02



BP_03



BP_04

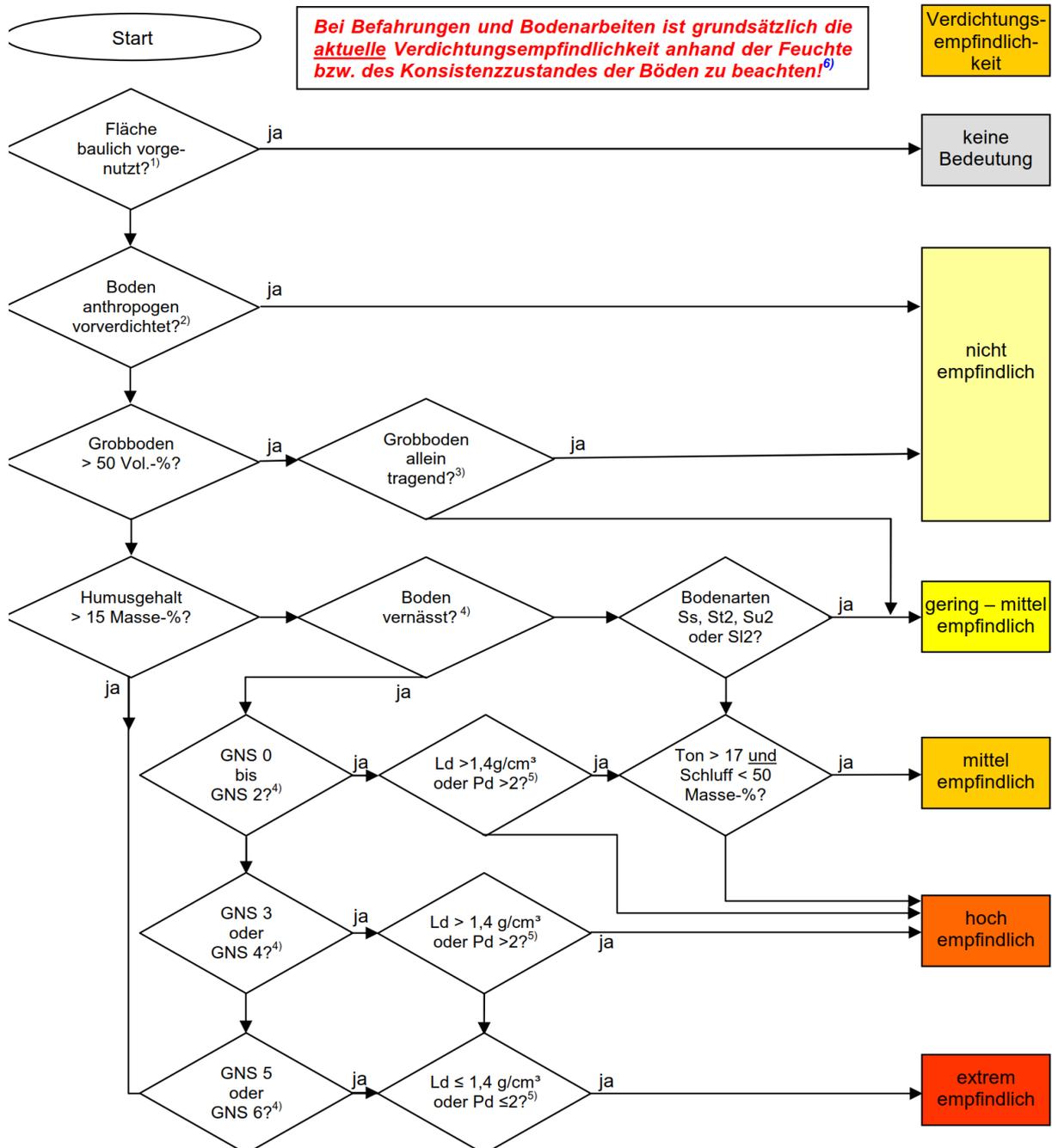


BP_05



Anlage 4: Matrix zur Bewertung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit¹¹

(nach BFE 1997, geändert und ergänzt. Dieses Schema gilt nur für gewachsene natürliche Böden und nicht für geschüttete Böden. Geschüttete Böden sind grundsätzlich – weitgehend unabhängig vom Substrat – als hoch empfindlich einzustufen; Ausnahmen sind Böden mit Grobboden > 50 Volumen-% und reine Sandböden mit bindigen Anteilen < ca. 15 Masse-%.)



1) Unterschiedlich baulich vorge-nutzte Teilflächen des Baufeldes sind getrennt zu bewerten. Beispielsweise unterliegen baulich nicht genutzte Grünflächen innerhalb von Bauliegenschaften den Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes.
 2) Geeignete Schwellenwerte: Vorbelastung, gemessen → Bei pF 1,8 > 100 kPa. Packungsdichte → PD 4+5.
 3) Der Grobboden (Steine) ist allein tragend, wenn der Grobboden auch bei Auflasten stabil bleibt und er gleichzeitig kantige Formen aufweist, so dass sich die Steine gegenseitig verkanten. Ab ca. 75 Volumen-% ist von einer alleinigen Tragfähigkeit des Grobbodens auszugehen.
 4) Grundnässestufen (GNS) nach Erfassungsstandard Boden des HLNUG (<http://www.hlnug.de/static/medien/boden/fisbo/erfst/index.html>). Die Staunässestufen können äquivalent bewertet werden. Andere Vernässungsformen (Hang- und Haftnässe) können anhand der Tiefenlage der vernässeten Horizonte entsprechend bewertet werden.
 5) Ld = Lagerungsdichte (nicht zu verwechseln mit Trockenrohdichte); Pd = Packungsdichte nach DIN 19682-10
 6) Als ausreichend trocken ist bei bindigen Böden der Konsistenzbereich halbfest bis steifplastisch zu bezeichnen (Konsistenzbezeichnung nach Bodenkundlicher Kartieranleitung). Höhere Bodenfeuchten und die damit verbundenen weichen, breigen oder zähflüssigen Bodenkonsistenzen bedingen regelmäßig eine hohe bis extrem hohe aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit.

Anlage 5: Hinweise zur Konsistenzgrenzen und Befahrbarkeit**Konsistenzbereiche der Böden, Konsistenzgrenzen und Bodenfeuchtezustand nach Ad-hoc-AG Boden (2005, S. 115) sowie Befahrbarkeit nach DIN 19731 und BMLFUW (2012, S. 42)**

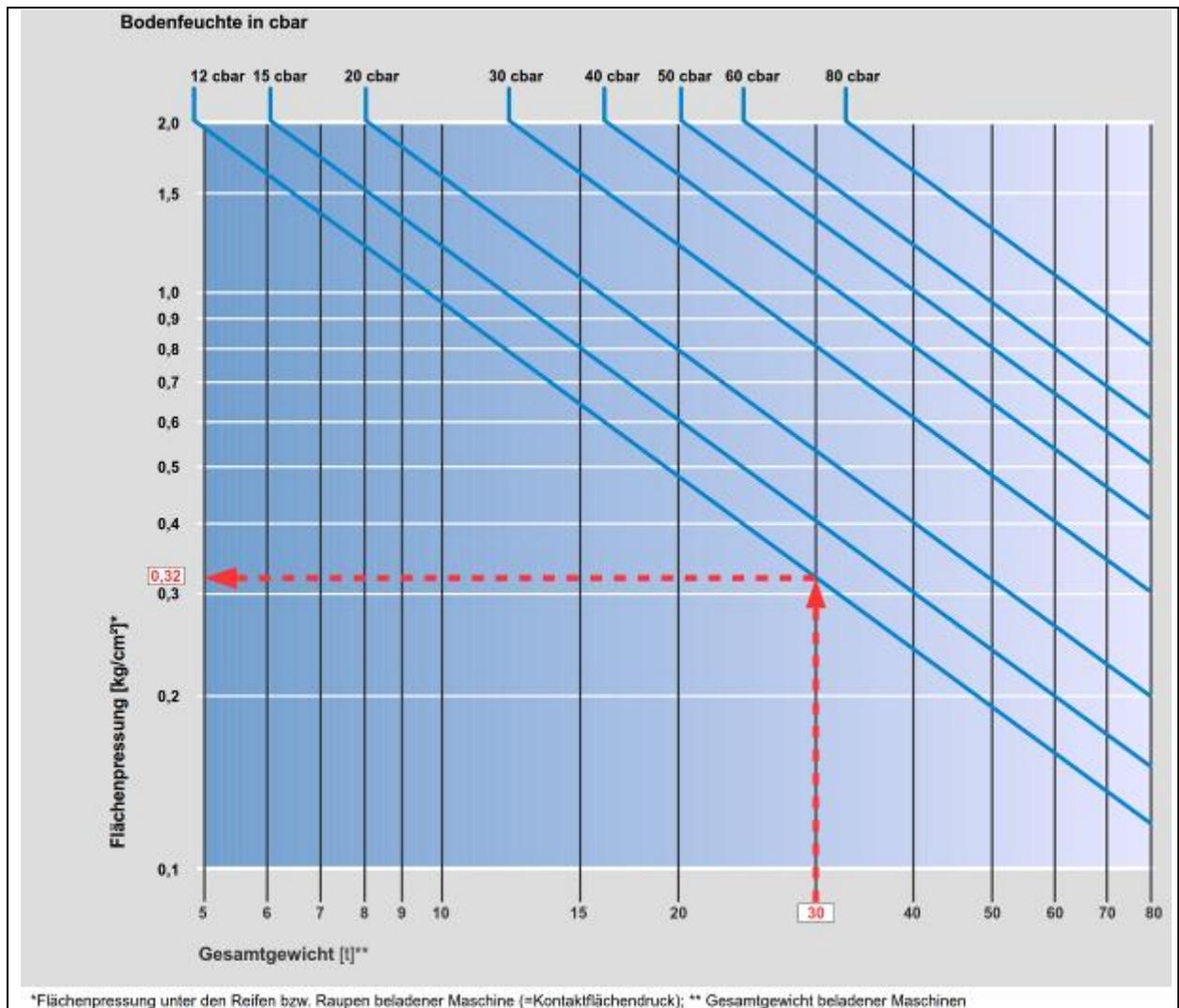
Konsistenzbereich		Bodenmerkmale bei geringer und mittlerer effektiver Lagerungsdichte		Bodenfeuchtezustand				Befahrbarkeit ²⁾
Kurzzeichen	Bezeichnung	Zustand bindiger Böden (Tongehalt > 17 %)	Zustand nicht bindiger Böden (Tongehalt ≤ 17 %)	Wasser- spannung		Feuchtestufe		
				pF-Bereich [log cm WS]	[cbar] ¹⁾	Bezeichnung	Kurzzeichen	
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
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	optimal
Ausrollgrenze								
ko3	steif (-plastisch)	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln, schwer knetbar und eindrückbar, da steif; 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	tolerierbar
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	unzulässig
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	unzulässig
Fließgrenze								
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und knetbar, da fließend	Kernverlust	0	0	sehr nass	feu6	unzulässig

¹⁾ Die Einheit Centibar wird hier in Anlehnung an das schweizerische Normogramm (siehe Abb. 4–3 auf S. 32) verwendet. Die Umrechnung in den pF-Wert erfolgt über eine Multiplikation mit 10 (Produkt entspricht der Einheit cm Wassersäule) und einer anschließenden Logarithmierung zur Basis 10 (LOG10).

²⁾ Bei bindigen Böden ist die Bearbeitbarkeit (Aushub, Umlagerung, Wiedereinbau) bei sehr starker Austrocknung zum Teil nur bedingt möglich, weil starke Klutenbildung die Bearbeitungsqualität – insbesondere im Hinblick auf die Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten – vermindert.

Sehr tonreiche Böden (> 25 % Ton) sind im ausgetrockneten, festen Konsistenzzustand nicht bearbeitbar.

Anlage 6: Nomogramm zur Ermittlung des maximalen Kontaktflächendrucks von Maschinen in Abhängigkeit von der Saugspannung und dem Maschinengewicht (FaBo 2003, verändert)



Ablesebeispiel: Eine 30 t schwere Maschine soll bei einer Wasserspannung von 12 cbar eingesetzt werden. Für eine bodenschonende Befahrung muss das Fahrwerk bzw. die Aufstandsfläche so ausgelegt sein, dass ein maximaler Kontaktflächendruck von 0,32 kg/cm² eingehalten wird.

Die Einsatzgrenze einer Maschine kann entweder aus dem Nomogramm abgelesen oder berechnet werden. Die Berechnung des maximal tolerierbaren Kontaktflächendrucks bei bekanntem Gesamtgewicht und bekannter Bodenfeuchte (Saugspannung in cbar) erfolgt mit nachstehender Formel:

$$\text{Maximaler Kontaktflächendruck [kg/cm}^2\text{]} = \frac{\text{Saugspannung [cbar]}}{\text{Maschinengesamtgewicht [t]} / 1,25}$$