IfÖL
Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft GmbH

Bodenschutzkonzept für das Industriegebiet „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld

Bearbeiter: Dr. Richard Beisecker
Wolfgang Herzog

IfÖL GmbH

Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft

Windhäuser Weg 8

34123 Kassel

Auftraggeber: **Hessische Landgesellschaft mgH (HLG)**

Staatliche Treuhandstelle für ländliche Bodenordnung

Wilhelmshöher Allee 157-159

34121 Kassel

Fertigstellung und Abgabe:	07.03.2023
überarbeitete Fassung:	22.03.2023
neu aktualisierte Fassung:	07.07.2023

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage und Vorgehensweise 5
2 Grundlagenermittlung und verwendete Unterlagen 6
3 Methodik und Vorgehensweise 8
3.1 Methodik der Bodenfunktionsbewertung 8
3.1.1 Ableitung der Kriterien zur Bewertung der Bodenfunktionen und der Empfindlichkeiten der Böden 11
3.1.2 Ermittlung des Kompensationsbedarfs 13
3.2 Durchführung der Bodenkartierung 15
4 Vorhabenbeschreibung und Wirkfaktoren 16
4.1 Vorhabenbeschreibung 16
4.2 Anlagebedingte Inanspruchnahme 16
4.3 Baubedingte Inanspruchnahme 17
4.4 Projektspezifische Wirkfaktoren 17
5 Bestandserfassung und Bodenfunktionsbewertung 20
5.1 Standortbeschreibung 20
5.2 Ergebnisse der Bodenkartierung und Laboranalysen 21
5.3 Bodenfunktionsbewertung 26
5.3.1 Vorbelastungen 26
5.3.2 Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte 27
5.3.3 Natürliche Bodenfunktionen 27
6 Ermittlung der besonders schutzwürdigen und besonders empfindliche Böden .. 35
6.1 Ermittlung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Verdichtung 35
6.2 Ermittlung der Empfindlichkeit der Böden gegen Wasser- und Winderosion 38
6.3 Ermittlung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Entwässerung und Fremdwasserzutritt ins Baufeld 40
6.4 Empfindlichkeit gegenüber baubedingtem Schadstoffeintrag 40
7 Auswirkungsprognose und Ableitung der Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen 44
7.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen 44
7.2 Bewertung der Auswirkungen auf den Boden anhand der projektspezifischen Wirkfaktoren 48
7.2.1 Bau- und anlagebedingte Beeinträchtigungen 48
7.2.2 Betriebsbedingte Beeinträchtigungen 57
7.2.3 Rückbau 57
8 Ermittlung des Kompensationsbedarfs 58
8.1 Bewertung der Wertstufen vor und nach dem Eingriff 58

8.2 Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarfs 60
8.3 Kompensation 60
8.3.1 Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen 61
8.3.2 Bewertung der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen 61
9 Vorgaben für die Bodenkundliche Baubegleitung, die Überwachung und Qualitätssicherung 64
9.1 Maßnahmenblätter vorsorgender Bodenschutz B-Plan Industriegebiet „Am weißen Weg“ 64
9.2 Baubegleitende Dokumentation 76
10 Literaturverzeichnis 77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema der aggregierenden Gesamtbewertung der Bodenfunktionen aus den Einzelbewertungen (Miller et al. 2018) 10

Abbildung 2: Übersichtsichtkarte des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld (rote Umrandung); Kartengrundlage [U24] 21

Abbildung 3: Übersichtskarte mit den Bohrpunkten der bodenkundlichen Kartierung und den abgegrenzten Teilflächen des Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 22

Abbildung 4: Zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld..... 34

Abbildung 5: Ablaufschema zur Ermittlung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit von Böden (Apel et al. 2014) 36

Abbildung 6: Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 42

Abbildung 7: Bewertung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Wassererosion des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Methodik zur Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen (Miller et al. 2018) mit den dafür verwendeten Parametern und Datengrundlagen..... 9

Tabelle 2: Ermittlung der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers (AH) aus der jährlichen Sickerwasserrate und der Feldkapazität im effektiven Wurzelraum..... 11

Tabelle 3: Bewertung des standörtlichen Verlagerungsrisikos als Austauschhäufigkeit des Bodenwassers (nach (Bug et al. 2020) 12

Tabelle 4: Feldkapazitätsklassen der Methodendokumentation des HLNUG, Methode ID 100 12

Tabelle 5: Klassen der nutzbaren Feldkapazität nach der Methodendokumentation des HLNUG, Methoden ID 49..... 12

Tabelle 6: Ableitung des Kriteriums Nitratrückhaltevermögens des Bodens anhand der Bewertung des standörtlichen Verlagerungspotenzials mit Klasse des Erfüllungsgrades der Bodenfunktion „Boden als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium“ 13

Tabelle 7: Übersicht über die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme 17

Tabelle 8: Größe der den einzelnen Bohrprofilen zugeordneten Teilflächen des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 23

Tabelle 9: Ergebnisse der Bohrstockansprachen der Bodenkartierung nach Ad-hoc-AG Boden (2005) im Industriegebiet „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 24

Tabelle 10: Ergebnisse der Grundnährstoffanalysen und der Humusanalysen der Oberbodenproben ausgewählter Bohrpunkte des Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld..... 24

Tabelle 11: Ergebnisse der Körnungsanalysen der Oberbodenproben ausgewählter Bohrpunkte des Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 25

Tabelle 12: Ergebnisse der Schwermetallanalysen (Feinboden < 2 mm; Königswasseraufschluss) der Oberbodenproben; Vorsorgewerte (VW) nach § 12 BBodSchV, Anhang 2 Nr. 4 25

Tabelle 13: Ergebnisse der Analysen der organischen Schadstoffe (Feststoff < 2 mm; Königswasseraufschluss) der Oberbodenproben; Vorsorgewerte (VW) nach § 12 BBodSchV, Anhang 2 Nr. 4; u.B. = unter Bestimmungsgrenze 26

Tabelle 14: Bewertung der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ anhand des Kriteriums Biotopentwicklungspotenzial 28

Tabelle 15: Bewertung der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ anhand des Kriteriums natürliches Ertragspotenzial 29

Tabelle 16: Bewertung der Funktion des Bodens im Wasserhaushalt anhand des Kriteriums Feldkapazität des Bodens (FK) 30

Tabelle 17: Bewertung der Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium anhand des Kriteriums Nitratrückhaltevermögen des Bodens 31

Tabelle 18: Gesamtbewertung der Bodenfunktionen des Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 33

Tabelle 19: Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden im geplanten Industriegebiet „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 37

Tabelle 20: Bewertung der Verschlämmungsneigung in Abhängigkeit der Bodenart (Ad-hoc-AG Boden 2005) 39

Tabelle 21: Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Wasser- und Winderosionsgefährdung sowie der Verschlämmungsneigung der Böden im geplanten Industriegebiet „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld 39

Tabelle 22: Übersicht über die natürlichen Bodenfunktionen inkl. Gesamtbewertung an den Standorten (bereits voll- und teilversiegelte Flächen wurden hier nicht berücksichtigt) 58

Tabelle 23: Abschläge entsprechend der anlage- und baubedingten Wirkungen gemäß Miller et al. (2018) 59

Tabelle 24: Ermittelter Kompensationsbedarf gemäß Miller et al. (2018) 60

Tabelle 25: Ermittelte Wertstufendifferenz der Ausgleichmaßnahmen gemäß Miller et al. (2018) 62

1 Ausgangslage und Vorgehensweise

Die Stadt Alsfeld plant ca. 3 km östlich der Ortslage von Alsfeld die Erschließung des *Industriegebietes „Am weißen Weg"* für die Ansiedlung von großflächigen Industriebetrieben und Logistikhallen. Gemäß dem Entwurf des Bebauungsplans (B-Plan) vom 29.040.2022 und den Stellungnahmen des Amts für Bauen und Umwelt – Wasser- und Bodenschutz - des Vogelsbergkreises ist dafür die Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes (BSK) zwingend erforderlich. Die Hessische Landgesellschaft (HLG) in Kassel hat daher die IfÖL GmbH in Kassel am 16.05.2022 gemäß Ing.-Werkvertrag Nr. EBI-22-0108 mit der Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes und der Ermittlung des Kompensationsbedarfs für Beeinträchtigungen der Böden beauftragt.

Die Erarbeitung des **Bodenschutzkonzeptes** erfolgt in Anlehnung an DIN 19639 und beinhaltet auch die Ableitung von Bodenschutzmaßnahmen für die Bauphase und Vorschläge fürs Monitoring, ggfs. notwendige Rekultivierungen und Vorgaben für den Bodenauftrag auf anderen Flächen außerhalb des Projektgebietes. Gemäß der Stellungnahme der Bodenschutzbehörde vom 22.05.2022 ist es zudem erforderlich, gemäß der hessischen KV vom 26.10.2018 und der HLNUG-Arbeitshilfe „Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB“ (Miller et al., 2019; HLNUG Heft 14, Wiesbaden) den schutzgutbezogenen Kompensationsbedarf hinsichtlich der Bodenfunktionsverluste in Abhängigkeit von der Flächengröße des Eingriffs zu ermitteln. Neben Vorgaben für Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen werden auch Kompensationsmaßnahmen vorgeschlagen. Das BSK beinhaltet auch konkrete Vorgaben für die Ausführungsplanung und Bauausführung mit Baustellenanweisungen (Maßnahmenblätter bzw. Maßnahmensteckbriefe), die dann von der bodenkundlichen Baubegleitung zu überwachen und zu dokumentieren sind.

In diesem BSK werden zunächst im Rahmen der Bestandsermittlung und Bestandsbeschreibung die natürlichen Bodenfunktionen erfasst und bewertet. Anschließend erfolgt auf Grundlage der Erschließungsplanung und der Festlegungen des B-Plans die Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden. Darauf aufbauend werden Vorgaben für Bodenschutzmaßnahmen während der Bauphase und die Oberbodenverwertung formuliert. Die Installation einer Bodenkundliche Baubegleitung wird ebenfalls vorgegeben..

2 Grundlagenermittlung und verwendete Unterlagen

Für die Grundlagenermittlung und die Erstellung des BSK wurden folgende Unterlagen und Quellen verwendet:

Planungsunterlagen

[U1] Entwurf des B-Plans „Industriegebiet – Am weißen Weg“, Plankarte 1, M 1 : 2.000 vom 29.04.2022; Planungsgruppe Prof. Dr. V. Seifert, Linden-Leihgestern.

[U2] Entwurf 43. Änderung des Flächennutzungsplanes – Bebauungsplan Industriegebiet „Am weißen Weg“. Begründung zum Entwurf Teil II: Umweltbericht von 04/2022; Planungsgruppe Prof. Dr. V. Seifert, Linden-Leihgestern.

[U3] Abfalltechnischer Bericht zur Erschließung des Industriegebiets „Am weißen Weg“ – Ergebnis der abfalltechnischen Bodenuntersuchungen vom 09.06.2020; Geonorm mgH Gießen

[U4] Baugrunduntersuchung Industriegebiet „Am weißen Weg“ – Erschließung vom 18.06.2020; Geonorm mgH, Gießen.

[U5] Ergänzende Baugrunduntersuchung Industriegebiet „Am weißen Weg“ – Erschließung vom 21.06.2022; Geonorm mgH, Gießen

Stellungnahmen Behörden

[U6] Stellungnahme des Rp Gießen zur Bauleitplanung der Stadt Alsfeld – Bebauungsplan „Industriegebiet – Am weißen Weg“ – Verfahren nach § 4 Absatz 1 BauGB vom 22.05.2020; Az.: RPGI-31-61a0100/10-2014/19.

[U7] Stellungnahme des Rp Gießen zur Bauleitplanung der Stadt Alsfeld – Bebauungsplan „Industriegebiet – Am weißen Weg“ in der Kernstadt, Verfahren nach § 4 II BauGB, vom 12.11.2021; Az.: RPGI-31-61a0100/17-2014/10.

[U8] Stellungnahme des Rp Gießen zur Bauleitplanung der Stadt Alsfeld – Bebauungsplan „Industriegebiet – Am weißen Weg“, Verfahren nach § 4 II BauGB, in der Kernstadt vom 16.11.2021; Az.: RPGI-31-61a0100/10-2014/19.

[U9] Stellungnahme des Amts für Bauen und Umwelt – Wasser- und Bodenschutz – des Vogelsbergkreis vom 19.112021, Beteiligung an der Offenlage gemäß § 3 Abs. 2 BauGB; Az.: UWB-7-001-W-009202-0.

[U10] Stellungnahme des Amts für Bauen und Umwelt – Wasser- und Bodenschutz – des Vogelsbergkreis vom 19.07.2022, Beteiligung an der Offenlage gemäß § 3 Abs. 2 BauGB; Az.: UWB-7-001-W-009202-0.

Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien/Arbeitshilfen

[U11] BBodSchG (2021): Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist.

[U12] BBodSchV (2017): Bundes Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), zuletzt geändert am 27.09.2017 (BGBl. I S. 3465).

[U13] HAltBodSchG (2012): Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz vom 28.09.2007, zuletzt geändert am 27.09.2012 (GVBl. S. 290).

[U14] KV Hessen (2018): Verordnung über die Durchführung von Kompensationsmaßnahmen, das Führen von Ökokonten, deren Handelbarkeit und die Festsetzung von Ersatzzahlungen. Kompensationsverordnung - KV, geändert am 26.10.2018. Fundstelle: GVBI. 2018 S. 652 vom 09.11.2018

[U15] HMUKLV (2015): Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV): Handlungsempfehlung zur rechtlichen Behandlung von Aufschüttungen und bei Auf- und Einbringen von Bodenmaterial auf Böden. Staatsanzeiger Hessen Nr. 46/2015, 1150-1155.

[U16] HMUKLV (2014): Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden (StAnz. 10/2014 S. 211).

[U17] HMUELV (2012): Arbeitshilfe Aufbringen von Bodenmaterial auf Ackerflächen. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden.

[U18] DIN 18915 (2018): Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten

[U19] DIN 19708 (2017): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG.

[U20] DIN 19639 (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben

[U21] DIN 19731 (1998): Verwertung von Bodenmaterial

Verwendeten Daten- und Kartengrundlagen

[U22] BodenViewer Hessen mit Bodendaten BFD50 und BFD5L und den Auswertungskarten des HLNUG, Wiesbaden

[U23] GeologieViewer Hessen; Geologische Karte GK 25, Blatt 5221; HLNUG Wiesbaden

[U24] TK 25 Blatt 5221 der Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG), Wiesbaden

3 Methodik und Vorgehensweise

Nachfolgend wird ein Überblick über die Vorgehensweise zur Erfassung und Bewertung der Bodenfunktionen gegeben. Anschließend erfolgt die Darlegung des methodischen Bewertungsansatzes gemäß KV Hessen [U14]. Die Erläuterung der Methodik der Bodenkartierung schließt dieses Kapitel ab.

3.1 Methodik der Bodenfunktionsbewertung

Gemäß BBodSchG (2017) und HAltBodSchG (2012) sind die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen. Dies betrifft nach HAltBodSchG (2012) vor allem

1. *die Vorsorge gegen das Entstehen schadstoffbedingter schädlicher Bodenveränderungen,*
2. *den Schutz der Böden vor Erosion, Verdichtung und vor anderen nachteiligen Einwirkungen auf die Bodenstruktur,*
3. *einen sparsamen und schonenden Umgang mit dem Boden, unter anderem durch Begrenzung der Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß,*
4. *die Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten sowie hierdurch verursachten Gewässerverunreinigungen.*

Um die Projektwirkungen auf das Schutzgut Boden abschätzen und bewerten zu können, sind im Rahmen der Ist-Analyse die Bodenfunktionen zu erfassen und zu bewerten (Miller 2013; Miller et al. 2018). Dabei ist der Boden in seiner Funktion

- als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
- als Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
- als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers

darzustellen und zu bewerten. Des Weiteren ist die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte zu berücksichtigen.

Bei der Bodenfunktionsbewertung ist zunächst der derzeitige Bodenzustand (Ist-Zustand) zu ermitteln und zu bewerten und im Rahmen der Auswirkungsprognose bzw. der Umweltfolgenabschätzung eine Bewertung des Bodenzustands bei der Umsetzung der Planung vorzunehmen.

Die Ableitung des bodenbezogenen Kompensationsbedarfs wird in Anlehnung an die Arbeitshilfen des HLNUG (Miller 2012, 2013; Miller et al. 2018) durchgeführt. Diese Methodik basiert auf den Bodenschätzungsdaten im Maßstab 1:5.000 (BFD5L) der landwirtschaftlich genutzten Flächen. Um die Auswirkungen der Bauleitplanung auf das Schutzgut Boden zu ermitteln, sind die Boden-

funktionen vor und nach dem Eingriff zu vergleichen. Die Unterschiede der Bodenfunktionsbewertungen stellen die Auswirkungen des geplanten Vorhabens dar und ergeben damit den Kompensationsbedarf.

Die Bodenfunktionen wurden auf Grundlage der verfügbaren Datengrundlagen und Bewertungsmethoden anhand geeigneter Kriterien eingeschätzt (vgl. Tabelle 1). Dabei wurde ergänzend zu den im BodenViewer Hessen [U22] verfügbaren Karten- und Datengrundlagen eine bodenkundliche Kartierung der betroffenen Flächen des Bebauungsplans „Industriegebiet Am weißen Weg“ durchgeführt. Die Ergebnisse der Kartierung wurden bei der Ableitung und Bewertung der Bodenfunktion entsprechend berücksichtigt. Die jeweiligen Kriterien zur Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen mit den verwendeten Datengrundlagen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Methodik zur Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen (Miller et al. 2018) mit den dafür verwendeten Parametern und Datengrundlagen

Bodenfunktion nach BBodSchG	**Bodenfunktionsbewertung nach BFD5L mit Bewertungskriterium**	**Ermittelte Parameter zur Ableitung der Bodenfunktionen**
Lebensraum für Pflanzen	Kriterium: Standorttypisierung für die Biotopentwicklung	aus Boden Viewer (HLNUG, 2020a): Bodenflächendaten BFD50 1:50.000
	Kriterium: Ertragspotenzial	Ackerzahl; Bodenflächendaten BFD5L 1:5.000 Nutzbare Feldkapazität des durchwurzelbaren Raums (nFK_{We}) aus Bodenkartierung
Funktion des Bodens im Wasserhaushalt	Kriterium: Feldkapazität	Feldkapazität des durchwurzelbaren Raums (FK_{We}) aus Bodenkartierung
Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium	Kriterium: Nitratrückhaltevermögen	Austauschhäufigkeit des Bodenwassers aus Bodenkartierung

Neben den natürlichen Bodenfunktionen ist immer auch die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte zu berücksichtigen. Hiermit sind natur- und kulturgeschichtlich bedeutsame, regional seltene Bodeneinheiten sowie Bodendenkmäler angesprochen. Archivböden können im Regelfall nicht wieder hergestellt werden und sind daher besonders schützenswert.

Die Parameter und Indikatoren für die Bodenfunktionserfüllung wurden entsprechend (Miller 2013, 2016) und der Methodendokumentation des HLNUG (HLNUG, 2020b) sowie den Auswertungsmethoden Bodenschutz (Geoberichte 19) des LBEG (Bug et al. 2020) abgeleitet und eingeordnet. Details der hierbei verwendeten Methodik werden im Kapitel 3.1 näher erläutert.

Der Erfüllungsgrad der einzelnen Bodenfunktionen wird mithilfe einer 5-stufigen Skala bewertet. Dabei wird der Bodenfunktionserfüllungsgrad der Böden in die fünf Stufen sehr gering (1), gering (2), mittel (3), hoch (4) und sehr hoch (5) klassifiziert und in einer Kombination aus arithmetischer Mittelwertbildung und Priorisierung der hohen und sehr hohen Funktionserfüllung zu einer Gesamtbewertung entsprechend Abbildung 1 zusammengefasst.

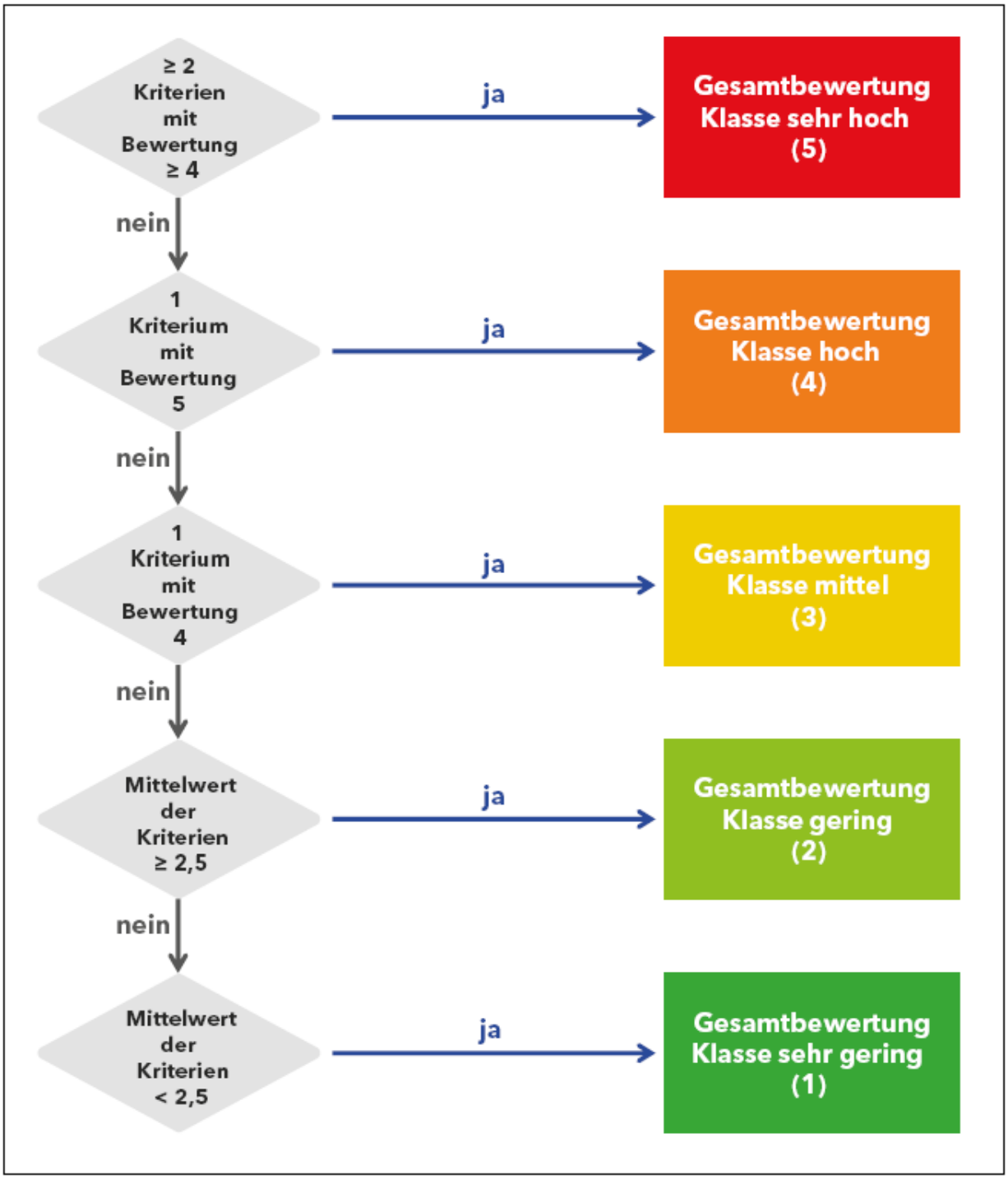

Abbildung 1: Schema der aggregierenden Gesamtbewertung der Bodenfunktionen aus den Einzelbewertungen (Miller et al. 2018)

3.1.1 Ableitung der Kriterien zur Bewertung der Bodenfunktionen und der Empfindlichkeiten der Böden

Die bei der Kartierung im Gelände erhobenen Profildaten fanden Eingang in die Bewertung der Bodenfunktionen und die Ermittlung der Empfindlichkeiten der Böden gegenüber Verdichtung und Erosion durch Wasser und Wind. Darüber hinaus wurden die Parameter für die Bewertung des Ertragspotenzials, der Wasserspeicherfähigkeit sowie der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers nach (Miller 2013; Miller et al. 2018) abgeleitet. Als Kriterium für die natürliche Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium wurde die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers nach (Bug et al. 2020) herangezogen. Die Ableitung der Austauschhäufigkeit des Bodens als Ersatz für die Nitrataustragsgefährdung des Bodens wird nachfolgend näher erläutert.

Die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers (AH) beschreibt gemäß DIN 19732 und DWA-A 920-1 (DWA 2016) das standörtliche Verlagerungspotenzial für nicht sorbierbare Stoffe in Abhängigkeit der Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (FK_{We}) und der Sickerwasserrate (SWR) (Bug et al. 2020). Sie ist damit ein Maß für die Verweildauer des Sickerwassers in der Wurzelzone in Abhängigkeit der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens. Die FK_{We} wurde anhand der Kartierergebnisse aus der Bodenart, der Lagerungsdichte und des Humusgehaltes abgeleitet. Die AH wird folgendermaßen aus der SWR und der FK_{We} berechnet:

$$AH\left[\frac{1}{a}\right] = \frac{SWR\,[\frac{mm}{a}]}{FKWe\,[mm]}$$

Der Zusammenhang zwischen der SWR und der FK_{We} ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Ermittlung der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers (AH) aus der jährlichen Sickerwasserrate und der Feldkapazität im effektiven Wurzelraum

FK_{We} [mm]	SWR [mm/a]					
	50	100	150	200	300	450
	AH [%/a]					
50	100	200	300	400	600	800
100	50	100	150	200	300	400
150	33	67	100	133	200	267
200	25	50	75	100	150	200
250	20	40	60	80	120	160
300	17	33	50	67	100	133
400	13	25	38	50	75	100
500	10	20	30	40	60	80

Die Bewertung der AH erfolgt entsprechend DIN 19732 und (Bug et al. 2020) und ist in nachfolgender Tabelle 3 aufgeführt:

Tabelle 3: Bewertung des standörtlichen Verlagerungsrisikos als Austauschhäufigkeit des Bodenwassers (nach (Bug et al. 2020)

AH [%/a]	≤70	>70-100	>100-150	>150-250	>250
Bewertung	sehr gering	gering	mittel	groß	sehr groß
Klasse	1	2	3	4	5

Die Kriterien Ertragspotenzial und Wasserspeicherkapazität im Wurzelraum wurden aus der nutzbaren Feldkapazität und Feldkapazität abgeleitet. Die Feldkapazität (FK_{We}) beschreibt die Speicherung von Wasser im effektiven Wurzelraum des Bodens in Grob- und Feinporen gegen die Schwerkraft. Dagegen beschreibt die nutzbare Feldkapazität (nFK_{We}) die Speicherung von pflanzenverfügbarem Wasser im effektiv durchwurzelbaren Bodenraum (We). In sehr feinen Poren stark gebundenes Wasser kann durch die Pflanzen nicht genutzt werden (Totwasser) und wird folglich bei der Berechnung der nFK_{We} nicht berücksichtigt ($FK_{We} > nFK_{We}$). Bei der Ableitung der FK_{We} und nFK_{We} aus den Kartierergebnissen wurde für humushaltige Horizonte ein Zuschlag berücksichtigt und entsprechend dem Grobbodenanteil eine Korrektur durchgeführt.

Die Bewertung der ermittelten FK_{We} und nFK_{We} wurde entsprechend der Einstufung der Methodendokumentation des HLNUG (Tabelle 4 und Tabelle 5) vorgenommen.

Tabelle 4: Feldkapazitätsklassen der Methodendokumentation des HLNUG, Methode ID 100

Klasse	Wertebereich [mm]	Beschreibung
1	> 0 bis 130	sehr gering
2	> 130 bis 260	gering
3	> 260 bis 390	mittel
4	> 390 bis 520	hoch
5	> 520	sehr hoch

Tabelle 5: Klassen der nutzbaren Feldkapazität nach der Methodendokumentation des HLNUG, Methoden ID 49

Klasse	Wertebereich [mm]	Beschreibung
1	>0 bis 50	sehr gering
2	> 50 bis 90	gering
3	> 90 bis 140	mittel
4	>140 bis 200	hoch
5	>200 bis 900	sehr hoch

Zur Ableitung der Sickerwasserrate (SWR) wurden die Daten der nächstgelegenen DWD-Wetterstation Alsfeld-Eifa (Station-Nr. 91) verwendet. Laut DWD beträgt die nach Richter 1995) korrigierte mittlere jährliche Niederschlagssumme der Referenzperiode 1992-2021 ca. 744 mm/a bei einer mittlere FAO-Grasreferenzverdunstung von 625 mm/a (DWD OpenData-Server 2022). Daraus errechnet sich nach Bug et al. 2020; Wessolek et al. 2009) für die Nutzungsart Ackerland

eine Sickerwasserrate von ca. **215 mm/a** und für Grünland von **146 mm/a**, welche dann für die Berechnung der Austauschhäufigkeit des Bodenwasser benutzt wurden.

Die Aussagekraft der Kriterien Nitrataustragsgefährdung und Austauschhäufigkeit des Bodenwassers für das stoffliche Verlagerungspotenzial eines Bodens sind vergleichbar, da sich beide Größen aus mittleren jährlichen Sickerwasserraten und der Feldkapazität des Bodens ergeben und im reziproken Verhältnis zueinanderstehen.

Der Erfüllungsgrad der Bodenfunktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium ergibt sich aus der Zuordnung des standörtlichen Verlagerungspotentials anhand der Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und dem dazu reziproken Nitratrückhaltevermögen des Bodens und ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Ableitung des Kriteriums Nitratrückhaltevermögens des Bodens anhand der Bewertung des standörtlichen Verlagerungspotenzials mit Klasse des Erfüllungsgrades der Bodenfunktion „Boden als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium“

Bewertung standörtliches Verlagerungspotenzial	Klasse Nitratrückhaltevermögen des Bodens	Klasse Erfüllungsgrad der Bodenfunktion
sehr gering	5	sehr hoch
gering	4	hoch
mittel	3	mittel
hoch	2	gering
sehr hoch	1	sehr gering

3.1.2 Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Die Bewertung und Bilanzierung des Kompensationsbedarfs für den Boden erfolgt entsprechend dem Verfahren „Kompensation des Schutzgutes Boden in der Bauleitplanung nach BauGB – Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz“ (Miller et al. 2018). Dabei erfolgt die Bilanzierung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden abgestuft in einer vom HLNUG bereitgestellten Excel-Datei.

Ermittlung des Ist-Zustands

Der Ist-Zustand im Untersuchungsgebiet wird entsprechend der in Kapitel 5.3 abgeleiteten natürlichen Bodenfunktionen für den Planungsraum übernommen.

Die flächige Abgrenzung einheitlicher Bodenfunktionsräume erfolgt gutachterlich über die Geländeinformationen (Geländemorphologie) und die aufgenommenen Geländedaten.

Prognose

Im Rahmen der Auswirkungsprognose werden zunächst die einzelnen Bodenfunktionen für die unterschiedlichen Planungsflächen differenziert ermittelt. Diese Angaben stellen die „Wertstufen vor dem Eingriff“ (WvE) dar.

Im nächsten Schritt werden die „Wertstufen nach dem Eingriff“ (WnE) bewertet. Hierfür werden die Teilflächen in Abhängigkeit der Eingriffsintensität abgewertet. Die Abschläge entsprechen dabei dem Bewertungsrahmen in Anhang 1 der Arbeitshilfe (Miller et al. 2018).

Aus den beiden zuvor ermittelten Wertstufen wird im Rahmen der vorhabenspezifischen Auswirkungsprognose die Wertstufendifferenz des Eingriffs (WvE - WnE) gebildet.

Kompensationsbedarf

Unter Berücksichtigung der in Anhang 3 der Arbeitshilfe (Miller et al. 2018) genannten Minderungsmaßnahmen (MM) wird der Kompensationsbedarf aus der Wertstufendifferenz vor und nach dem Eingriff berechnet und in Bodenwerteinheiten ausgedrückt.

BWE zu kompensieren = Fläche (ha) * (WvE - WnE)

Dabei gilt:

BWE = Bodenwerteinheit

WvE = Wertstufe des Bodens vor dem Eingriff

WnE = Wertstufe des Bodens nach dem Eingriff

Anschließend wird der so je Teilfläche und Bodenfunktion ermittelte Kompensationsbedarf zur Gesamtsumme des Ausgleichsbedarfs für das Schutzgut Boden aufsummiert.

Kompensation

Dem ermittelten Kompensationsbedarf in BWE werden anschließend die Kompensationsmaßnahmen innerhalb des Geltungsbereichs des B-Plans sowie für Oberbodenauftrag auch auf einer Flächenkulisse außerhalb des Geltungsbereichs gegenübergestellt. Das Aufwertungspotenzial von anrechenbaren Kompensationsmaßnahmen je Maßnahme und Bodenfunktion ist dem Anhang 4 der Arbeitshilfe (Miller et al. 2018) zu entnehmen.

<u>Kompensation durch Maßnahmen aus Ökokonten</u>

Die Bodeneingriffe lassen sich aufgrund des hohen Maßes an Versiegelung durch Maßnahmen innerhalb des Geltungsbereichs sowie durch den Auftrag von Oberboden auf externen Flächen nicht (vollständig) funktional ausgleichen. Für weitere Maßnahmen zur Kompensation der zu kompensierenden WE stehen aktuell keine Flächen zur Verfügung. Daher werden die Kosten für die Kompensation von BWE ermittelt, indem die Kosten für Flächenentsiegelung und die Kosten für die Dauerbegrünung von erosionsgefährdeten Ackerstandorten ermittelt werden. Daraus lassen

sich Kosten je BWE ermitteln. Der so ermittelte Geldbetrag wird für den Erwerb von Ökopunkten/KV-Punkten aus Ökokonten verwendet. Dabei ist zunächst zu prüfen, ob ausreichend KV-Pnkte durch Maßnahmen vorliegen, die auch eine Aufwertung der Bodenfunktionen bewirken, wie z.B. Umwandlung von Acker in Grünland. Sofern hier keine ausreichende Menge an KV-Punkten im Vogelsbergkreis vorhanden sind, können auch KV-Punkte anderer Maßnahmen zur Kompensation der Bodeneingriffe erworben werden.

3.2 Durchführung der Bodenkartierung

Die Ableitung und Bewertung der Bodenfunktionen auf Grundlage der BFD5L-Bodendaten wurde unter Berücksichtigung der Inhalte und Flächenaufteilung des Entwurfs des B-Plans [U1] durch eine Bodenkartierung ergänzt und konkretisiert. Die bodenkundliche Kartierung erfolgte am 11.08.2022 nach der bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005) mittels einer Bohrstockkartierung der landwirtschaftlichen Flächen im Plangebiet. Dazu wurden insgesamt 14 Pürkhauer-Bohrstöcke bis 1 m Bodentiefe eingeschlagen und deren bodenkundliche Merkmale aufgenommen. Die Kartierpunkte wurden so gelegt, dass die gemäß B-Plan vorgesehene Flächenaufteilung repräsentativ abgedeckt wird. Bei der bodenkundlichen Kartierung wurden die Tiefengrenzen der Horizonte, ihre Feinbodenart, der Grobbodenanteil, die Lagerungsdichte, der Humusgehalt, die Hydromorphiemerkmale und der Carbonatgehalt bestimmt. Ergänzend wurden die Nutzung und die Koordinaten der Bohrpunkte aufgenommen.

Die Ergebnisse dieser Kartierung fließen in die Bewertung der Bodenfunktionen ein und sind in Kapitel 5.3 dargestellt. Zudem wurden von insgesamt 8 Bohrpunkten Bodenproben für Laboranalysen gemäß [U12] genommen. Die Analyse der Grundnährstoffe (K_2O, P_2O_5, Mg), des pH-Werte sowie des C_{org}- und N_t-Gehaltes erfolgte im Labor des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LHL) in Kassel. Dort wurde bei diesen Bodenproben auch die Körnung des Oberbodens (Sand, Schluff- und Tongehalt) laboranalytisch bestimmt. Die Schwermetalle Pb, Cd, Hg, Cr, Cu, Ni und Zn sowie Organika Benz(a)pyren, Summe PAK und Summe PCB_6 wurden im Labor Dr. Graner & Partner GmbH, Waghäusel-Kirrlach, analysiert.

Gemäß Abstimmung mit Hr. Winter von der Bodenschutzbehörde des Vogelsbergkreises (Amt für Bauen und Umwelt – Wasser- und Bodenschutz) können die Ergebnisse dieser Laboranalysen zur Eignungsbewertung für die Oberbodenverwertung auf anderen landwirtschaftlich genutzten Flächen verwendet werden.

4 Vorhabenbeschreibung und Wirkfaktoren

Nachfolgend wird das geplante Vorhaben erläutert. Darauf aufbauend werden die projektspezifischen Wirkfaktoren für das Schutzgut Boden abgeleitet.

4.1 Vorhabenbeschreibung

Auf rund 44,6 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche soll ein Industriegebiet entwickelt werden. Die Randflächen werden von Bebauung freigehalten und eingegrünt. Das Industriegebiet wird durch öffentliche Straßen erschlossen. Aufgrund des geneigten Geländes sind großflächige Abgrabungen und Aufschüttungen erforderlich, damit in den einzelnen Baufenstern jeweils für die künftigen Nutzer große ebene Flächen für die Gebäudeerrichtung entstehen.

Die zentrale öffentliche Erschließung verläuft angepasst an das Ausgangsgelände. Beidseits der Erschließungsstraßen entstehen künftig mehr oder minder hohe Aufschüttungs- und Abgrabungsböschungen.

Innerhalb der privaten Grundstücksflächen ist eine Grundflächenzahl von 0,8 festgesetzt, d. h. 80 % der Fläche können versiegelt werden. Die Gebäude können eine Höhe von ca. 11 m einnehmen.

Da im Bebauungsplan lediglich die grundsätzlichen Festsetzungen und die öffentliche Erschließung abschließend festgelegt werden, können zu dem baulichen Vorgehen der Investoren innerhalb der einzelnen Baufenster noch keine abschließenden Aussagen getroffen werden. Unabhängig davon ist von den oben angesprochenen großflächigen Erdbewegungen auszugehen (s. auch Visualisierung auf dem B-Plan). Damit einher geht auch, dass auf den Flächen der Baufenster und der Erschließungsstraßen der Oberboden abzutragen und anderweitig zu verwerten ist, da nur geringe Mengen Oberboden innerhalb des Gebietes genutzt werden können. Weiterhin ist davon auszugehen, dass die nicht überbaubaren Flächen temporär als Baustellenflächen genutzt werden und daher auch hier der Oberboden temporär entfernt wird. Sofern der Oberboden nicht abgetragen wird, sind Lastverteilungsplatten auszulegen bzw. Baustraßen auf Geogitter herzustellen, um den Boden entsprechend den Vorgaben zu schützen.

Im zeitlichen Ablauf wird zunächst die Erschließungsstraße samt straßenbegleitenden Grünstreifen hergestellt. Die zeitliche Abfolge der Arbeiten in den einzelnen Baufenstern obliegt den jeweiligen Vorhabenträgern.

4.2 Anlagebedingte Inanspruchnahme

Hierunter fallen alle Flächen, die für die öffentliche Erschießung erforderlich sind (versiegelte Verkehrsflächen und angrenzende Baum- und Grünstreifen) sowie die Flächen, die innerhalb der Baufenster liegen, unabhängig davon, ob sie versiegelt werden oder nicht. Alle Flächen innerhalb

der Baufenster erfahren auf bis zu 80% der Fläche eine Versiegelung und auf rd. 20 % der Fläche einen Bodenabtrag oder Bodenauftrag. In diesem 20 %-Flächenanteil sind die Böschungen mit enthalten.

Tabelle 7: Übersicht über die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme

Künftige Nutzung	**Fläche gesamt**	**Fläche versiegelt**	**Fläche unversiegelt**	**Fläche Bodenabgrabung**
Verkehrsflächen, befestigter Entwässerungsgraben und landwirtschaftlicher Weg	18.400 m²	18.400 m²	-	
Überbaubare Flächen, Gebäude, private Verkehrsflächen der Baufenster und nicht überbaubaren Flächen	396.200 m²	316.960 m²	79.240 m²	79.240 m²
Summe	**414.600 m²**	**335.360 m²**	**79.240 m²**	**79.240**

4.3 Baubedingte Inanspruchnahme

Hierunter fallen alle Flächen außerhalb der Baufenster bzw. außerhalb der Verkehrsflächen. Das sind die nicht überbaubaren Flächen entsprechend B-Plan, die aber im Zuge der Bauarbeiten für die Bauarbeiten genutzt werden können bzw. müssen und die auf 80% verseigelt werden können. Auf den 20 % nicht versiegelbaren Flächen ist daher von einem temporären Oberbodenabtrag auszugehen, alternativ von dem Auslegen von Lastverteilungsplatten, wenn es leidglich um eine Befahrung geht. Ein Oberbodenabtrag findet dort statt, wo auf diesen Flächen z. B. bauzeitliche Lagerflächen hergestellt werden.

Tabelle 8: Übersicht über die baubedingte Flächeninanspruchnahme

Baubedingte Beanspruchung außerhalb der Baufenster	**Fläche gesamt**	**davon versiegelt**	**davon unversiegelt**	**davon Bodenabgrabung**
Nicht überbaubare Fläche, private Freiflächen außerhalb Baufenster, öffentliche Grünflächen an Straßen, 20% von 37.900 m² sind unversiegelt	7.580 m²	-	7.580 m²	7.580 m²

4.4 Projektspezifische Wirkfaktoren

Nachfolgend werden die wesentlichen projektspezifischen Wirkfaktoren erläutert.

Bodenversiegelung: Hierunter fällt die Vollversiegelung durch private und öffentliche Verkehrsflächen wie auch die benötigten Flächen für die Gebäudeerrichtung. Weiterhin sind bei der Bodenversiegelung die teilversiegelten Flächen zu berücksichtigen, da nach (Miller et al. 2018) bei jeglicher Versiegelung ein vollständiger Funktionsverlust anzusetzen ist.

Bodenabtrag: Abgrabung von Oberboden, Unterboden und teilweise auch Untergrund/Gestein. Ja nach Abgrabungstiefe werden die Bodenfunktionen unterschiedlich beeinträchtigt. Bei Abgrabung bis auf das Ausgangsgestein ist ein vollständiger Verlust der Bodenfunktionen gegeben (Miller et al. 2019).

Der Bodenauftrag ist dagegen entsprechen den Vorgaben keine Beeinträchtigung der Bodenfunktionen.. Hier ist lediglich der Oberbodenabtrag vor der Auffüllung und das Wiederaufbringen das Oberbodens nach der Auffüllung zu berücksichtigen.

Lagerung und Transport von Bodenmaterial: Je nach Bodenfeuchte kann die Lagerung und der damit verbundene Transport von Boden das Bodengefüge und damit auch die Bodenfunktionen nach einem späteren Wiedereinbau erheblich beeinträchtigen

Bodenverdichtung: Auf den baubedingt beanspruchten Flächen ist auch bei Umsetzung der Vermeidungsmaßnahmen wie z. B. Lastverteilungsplatten oder provisorischer Baustraßen mit Verdichtungen auf den Flächen zu rechnen. Diese können zwar mechanisch teilweise wieder gemindert werden. Bis zur vollständigen Regeneration der Böden sind jedoch größere Zeiträume anzusetzen, so dass auch hier von einer Funktionsbeeinträchtigung auszugehen ist.

Bodenerosion: Bodenerosion kann durch Wind und Wasser

- auf den Rohbodenflächen der Abgrabungs- und Aufschüttungsböschungen,
- den hergestellten Rohbodenflächen und auch
- auf temporären Bodenmieten

stattfinden. Bodenerosion kann durch Vermeidungsmaßnahmen weitgehend vermieden werden.

Stoffeintrag bzw. –austrag mit bodenchemischen Wirkungen: Ein Schadstoffeintrag mit funktionsminderndem Ausmaß ist bei einem ordnungsgemäßen Baubestrieb und bei einem späteren ordnungsgemäßen Betrieb der Anlagen und Verkehrswege zu vermeiden. Für jedes Vorhaben innerhalb des Geltungsbereichs des B-Plans ist eine Baugenehmigung erforderlich, in der die Sicherheitsvorkehrungen z. B. beim Gebrauch gefährlicher Stoffe festgelegt werden, gegebenenfalls sind weitergehende Genehmigungen nach Fachrecht erforderlich.

Ein Stoffaustrag aus den hier vorkommenden Böden wäre z. B. eine Stickstoffauswaschung bei Schwarzbrache oder nicht begrünten Bodenmieten.

Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes: Dies bezieht sich einmal auf die bau- und anlagebedingt beanspruchten Flächen, was in diesem Fall aufgrund des hohen Maßes an Versiegelung durch den damit einhergehenden Funktionsverlust abgebildet wird. Für die verbliebenen nicht versiegelten Flächen wie z. B. Böschungen und nicht überbaubare Flächen ergeben sich die Ver-

änderungen durch den Anschnitt und Auftrag. Über den Geltungsbereich des B-Plans hinausgehende Veränderungen des Wasserhaushaltes sind hier nicht zu besorgen, da keine für die Pflanzenversorgung relevanten grundwasserführenden Schichten angeschnitten oder oberflächennahe Grundwasserstände verändert werden.

Während der Bauphasen ist zwischen temporären und dauerhaften Beeinträchtigungen zu unterscheiden.

Zu den Wirkorten mit dauerhaften Beeinträchtigungen durch Versiegelung gehören die ortsfesten Anlagen sowie die dauerhaften Zuwegungen, Verkehrsflächen und teilversiegelten Flächen Dauerhaft beeinträchtigt oder verändert sind auch die Flächen, die zwar unversiegelt bleiben, aber als Betriebsfläche hergerichtet wurden oder auf denen Abgrabungen und Auffüllungen zur Herstellung der Gebäude und Anlagen durchgeführt wurden und die nicht wieder der landwirtschaftlichen Nutzung zur Verfügung stehen.

Die Lager- und Baustelleneinrichtungsflächen außerhalb der Baufenster, die nur während der Bauzeit der jeweiligen Vorhaben benötigt werden, gehören zu den temporär während der Bauphase beanspruchten Flächen. Diese Flächen können nach Bauabschluss rekultiviert und begrünt werden. Für die landwirtschaftlichen Produktion sind diese jedoch ebenso verloren wie die Flächen für Naturschutz (T-Fläche) im Westen, Süden und Osten des Geltungsbereiches.

Nicht im B-Plan dargestellte erdverlegte Strom- und Wasserleitungen außerhalb des Geltungsbereiches können die Böden im Trassenbereich in ihrer Eigenart und Leistungsfähigkeit für den Naturhaushalt beeinträchtigen. Dies ist jedoch nicht Gegenstand der Betrachtung dieses BSK.

5 Bestandserfassung und Bodenfunktionsbewertung

Nachfolgend werden aufbauend auf der Standortbeschreibung und der Bodenkartierung die Bodenfunktionen abgeleitet und bewertet.

5.1 Standortbeschreibung

Das geplante Industriegebiet „Am weißen Weg“ findet sich ca. 3 km östlich der Ortslage von Alsfeld und der BAB A 5 und grenzt im Norden an die B 62, über die es auch erschlossen werden soll. Gemäß [U2] umfasst das Plangebiet ca. 46 ha, wovon zurzeit 40,13 ha als Ackerland und 2,13 ha als Grünland genutzt werden. Naturräumlich ist das Plangebiet in der Westhessischen Senke (343), Untereinheit Alsfelder Mulde (343.02) gelegen. Eine Übersicht über die Lage des geplanten Industriegebietes findet sich in Abbildung 2.

Geologisch ist das Plangebiet geprägt durch die Sedimente des mittleren Buntsandsteins (sm2) der Bausandsteinzone [U23]. Am nordöstlichen und südwestlichen Rand des Plangebietes sind kleinere Bereiche mit mächtigerer Lößlehmauflage (diluvialer Lehm) verzeichnet. Direkt südlich an die B 62 anschließend sind im mittleren Bereich des Plangebietes in der GK 25 ungegliederte tonig-sandige Ablagerungen (tm) des Miozäns (Jungtertiär) aufgeführt. Hydrogeologisch gehört das Gebiet zum hydrogeologischen Großraum des mitteldeutschen Bruchschollenland. Im Plangebiet verläuft von Nordost nach Südwest ein unbenanntes Gewässer mit temporärer Wasserführung (GWK 428811486), das dann westlich in den Schafsgraben übergeht. Gemäß [U4] [U5] wurden bei den Baugrunduntersuchungen im Bereich der vorhandenen Wege und Leitungsgräben anthropogene Auffüllungen mit Fremdbestandteilen erbohrt.

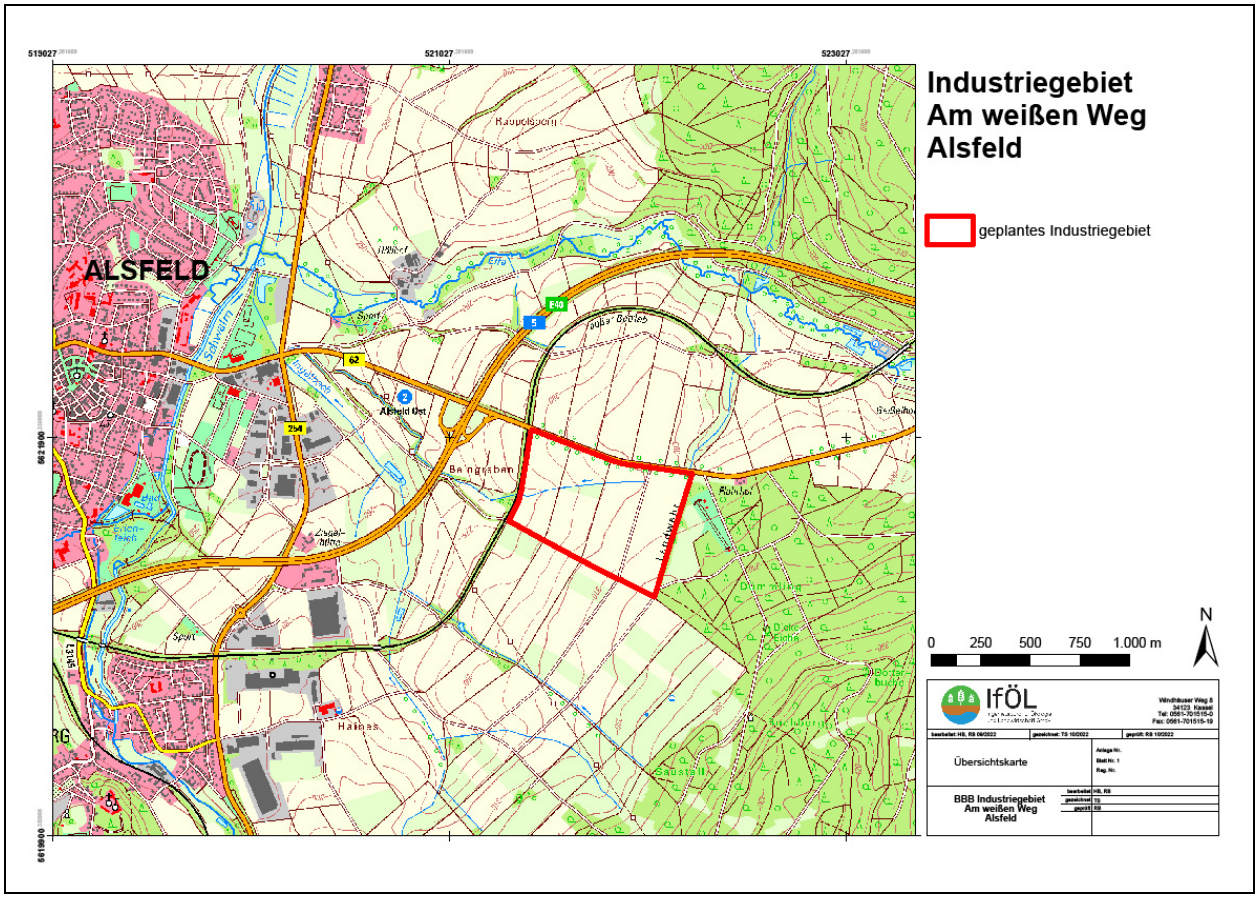

Abbildung 2: Übersichtsichtkarte des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld (rote Umrandung); Kartengrundlage [U24]

Als Ausgangsubstrat der Bodenbildung stehen überwiegend die oberflächennah zersetzten und verwitterten Schuttlagen des mittleren Buntsandsteins (Basislage) an, die generell von lößlehmhaltigen Solifluktionsdecken (Hauptlage) überlagert sind und in den nordöstlichen und südwestlichen Randbereichen des Plangebietes auch lößlehmhaltigen bis lößlehmreichen Fließerden (Hauptlage) aufweisen. Demnach weist die Bodenkarten (BFD50) [U22] vor allem Braunerden und Braunerde-Pseudogleye aus lößlehmhaltigen Solifluktionsdecken mit sauren Gesteinsanteilen (Bundsandstein) aus. In den Bereichen mit stärkerer Lößlehmauflage finden sich auch Parabraunerde-Pseudogleye und Pseudogley-Parabraunerden. In dem schmalen, nach SW verlaufenden Bereich des vorhandenen Grabens finden sich auch kolluviale Ablagerungen über den Fließerden und dem Buntsandsteinschutt, so dass die BFD50 hier Kolluvisole und Pseudogley-Kolluvisole aus holozänen Sand- und Schluffablagerungen aufführt.

5.2 Ergebnisse der Bodenkartierung und Laboranalysen

Bei der am 11.08.22 durchgeführten Bodenkartierung wurden insgesamt 14 Bohrstockprofile aufgenommen. Anhand dieser Bohrpunkte und dem Entwurf des B-Plans wurde das Plangebiet unter Berücksichtigung der Grundlagendaten und der Bodendaten der BFD 50 und BFG5L [U22] in insgesamt 14 Teilflächen untergliedert. Die dazu gehörende Karte mit den Bohrpunkten und den

Teilflächen ist in Abbildung 3 dargestellt, die Ergebnisse der Bohrstockansprachen finden sich in Tabelle 9. Die den einzelnen Bohrprofilen zugeordneten Teilflächen enthält Tabelle 8.

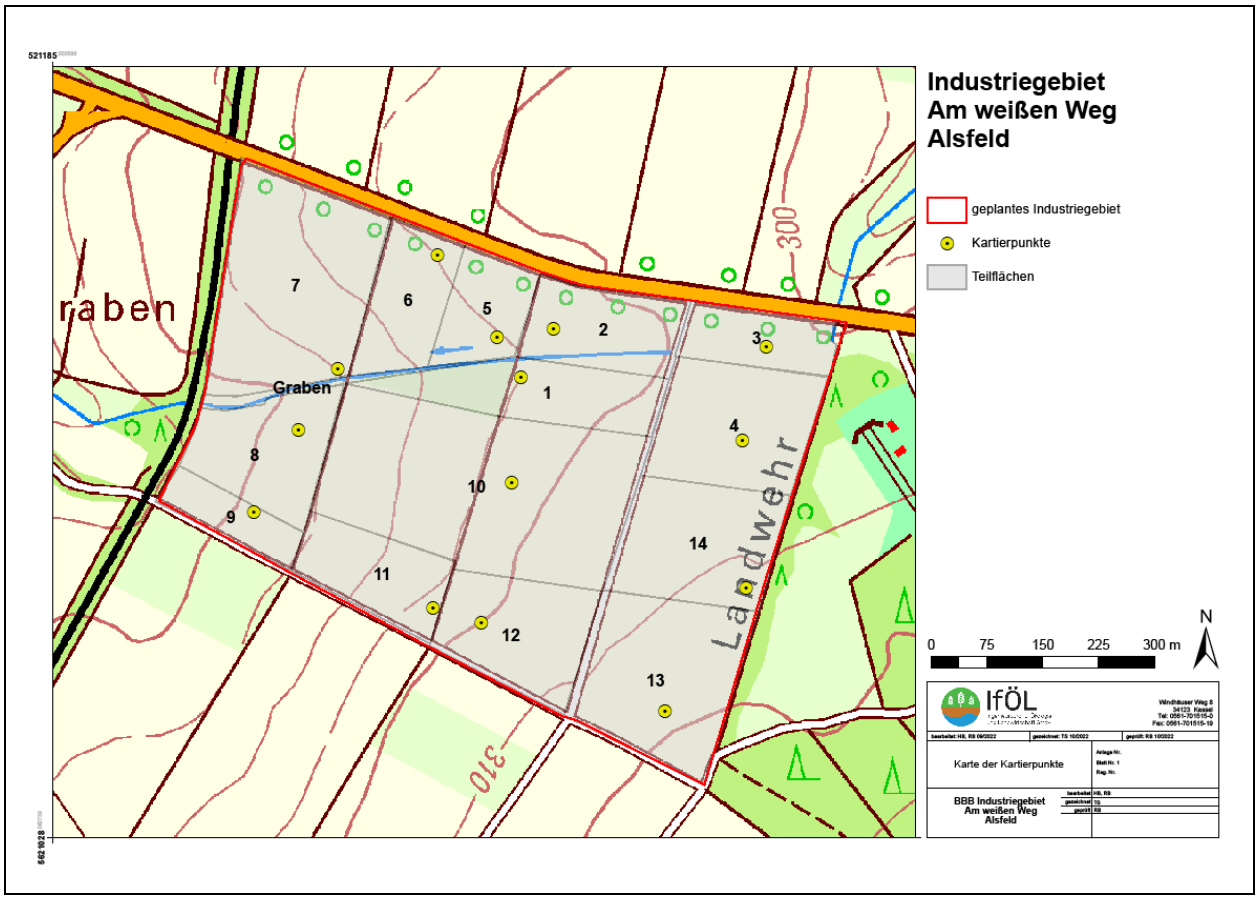

Abbildung 3: Übersichtskarte mit den Bohrpunkten der bodenkundlichen Kartierung und den abgegrenzten Teilflächen des Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld

Entsprechend dem Ausgangssubstrat der Bodenbildung dominieren im Plangebiet die Bodenarten der Sand- und Normallehme, gefolgt von den Lehmschluffen. Vereinzelt wurden auch tonigere Substrate (Tonlehme und Tonschluffe) sowie reine Sande kartiert. Die Bodenhorizonte enthalten mit Ausnahme der Bohrstockprofile 8, 9 und 14 zwischen 5 % bis über 25 % Grobbodenanteile (Bodenskelett).

Tabelle 8: Größe der den einzelnen Bohrprofilen zugeordneten Teilflächen des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld

Punkt	RW	HW	Größe Teilfläche	
			ha	m^2
1	521815	5621644	2,2603	22.603
2	521859	5621709	2,6074	26.074
3	522145	5621685	3,3785	33.785
4	522113	5621559	1,5462	15.462
5	521783	5621698	1,5743	15.743
6	521703	5621807	2,0230	20.230
7	521569	5621655	5,5178	55.178
8	521516	5621573	2,5248	25.248
9	521456	5621463	1,0890	10.890
10	521697	5621335	8,3324	83.324
11	521762	5621315	2,0596	20.596
12	521803	5621503	2,8242	28.242
13	522009	5621197	4,3464	43.464
14	522118	5621362	3,2915	32.915
Graben			0,3543	3.543
		Summe	**43,7297**	**437.297**

Von 8 der 14 Bodenprofile wurden Bodenproben vom Oberboden entnommen und im Labor des LHL auf die Grundnährstoffe sowie den Humusgehalt und die Körnung analysiert. Die Ergebnisse dieser Laboranalysen sind in Tabelle 10 und Tabelle 11 dargestellt.

Die Analysenergebnisse zeigen, dass die Humusgehalte im Oberboden im standorttypischen Bereich zwischen 1,5 und 2,7 % liegen bei mittleren C/N-Verhältnisse von 9 bis 10. Die Grundnährstoffgehalte zeigen, dass die Flächen überwiegend ausreichend mit Phosphat und Kali versorgt sind. Ausnahmen davon bilden die Bohrpunkte 3 und 9, die zu geringe Phosphatgehalte im Oberboden enthalten, wobei bei Bohrpunkt 3 auch zu niedrige Kaligehalte ermittelt wurden. Wenn Oberboden von diesen Flächen auf andere landwirtschaftlich genutzte Ackerflächen verbracht werden soll, sind die Landwirte auf diesen Sachverhalt hinzuweisen. Zudem liegen die pH-Werte der Bohrpunkte 4 und 13 unterhalb des für diese Bodenarten anzustrebenden pH-Wertes von 6,1 bis 6,7 (Kerschberger et al. 2000). Auch dieser Tatbestand ist bei der Verwertung des Oberbodens auf anderen landwirtschaftlichen Flächen zu berücksichtigen.

Tabelle 9: Ergebnisse der Bohrstockansprachen der Bodenkartierung nach Ad-hoc-AG Boden (2005) im Industriegebiet „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld

Bohr-stock	Hor. Nr.	Unter-grenze (cm)	Horizont	Bodentyp	Bodentyp Kürzel	Fein-bodenart	Grobboden (%)	Lagerungs-dichte (LD)	Hydro-morphie	Farbe 7.5YR	Nutzung
1	1	-29	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Slu	10	2	-	3/2	Acker
1	2	-38	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Slu	10	2	rb, (eh)	4/3	Acker
1	3	-46+	Sd-Cv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls2	10	4	rs, (rb)	4/4	Acker
2	1	-28	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Slu	10	2	-	3/2	Acker
2	2	-37	rAp	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Slu	10	2	-	3/2	Acker
2	3	-66	Swd-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Slu	10	3	rb, ed, eh	4/2	Acker
2	4	-74+	Cv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	gS	15	3	ed, eo	4/4	Acker
3	1	-26	Ap	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Ls2	10	1	-	3/3	Acker
3	2	-54	Bv-Swd	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Slu	10	3	rb, eh, rd, rs	3/4	Acker
3	3	-61+	Cv	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	mSgs	15	3	eo	8/6	Acker
4	1	-30	Ap	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Slu	15	2	-	2/3	Acker
4	2	-42	Bv-Swd	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Lu	15	3	ed, rb	4/3	Acker
4	3	-60	IIBv-Sd	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Lts	25	3	eh, rs	5/2	Acker
4	4	-77+	Cv	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	gS	25	3	rs, ed	4/6	Acker
5	1	-27	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Sl3	5	2	-	3/4	Grünland
5	2	-38	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls3	10	2	(eh)	5/6	Grünland
5	3	-51	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lt2	15	3	ed, rb	4/6	Grünland
5	4	-70+	Sd-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lt2	10	3	eh, rb	5/4	Grünland
6	1	-32	Ap	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Sl3	10	2	-	4/3	Acker
6	2	-60	Bv-Sw	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Sl3	15	2	rb! Eh	6/4	Acker
6	3	-80+	Sd-Cv	Braunerde-Pseudogley	BB-SS	Ts4	30	3	eh	6/8	Acker
7	1	-26	Ap	kolluviale Parabraunerde	kLL	Lt2	5	2	-	3/4	Acker
7	2	-40	M+Bv	kolluviale Parabraunerde	kLL	Lt2	5	2	-	3/4	Acker
7	3	-62	M-Bt	kolluviale Parabraunerde	kLL	Lu	5	3	(eh)	5/3	Acker
7	4	-77+	lCv	kolluviale Parabraunerde	kLL	Lt2	5	3	ed	4/2	Acker
8	1	-21	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Slu	0	2	-	3/2	Acker
8	2	-32	rAp-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Slu	0	2	(eh)	3/4	Acker
8	3	-60	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Sl4	0	3	rs, ed	4/4	Acker
8	4	-76+	Sd-Cv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls3	0	3	rb, rs	4/6	Acker
9	1	-35	Ap	Parabraunerde-Pseudogley	LL-SS	Uls	0	2	-	3/3	Acker
9	2	-63	Al-Sw	Parabraunerde-Pseudogley	LL-SS	Uls	0	3	rb, ed	5/3	Acker
9	3	-80+	Sd-Bt	Parabraunerde-Pseudogley	LL-SS	Ut2	0	3	rb, rs	6/3	Acker
10	1	-26	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Uls	20	1	-	3/3	Acker
10	2	-54	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls3	50	2	eh, es, rb	3/3	Acker
10	3	-68	Sd-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls3	10	2	rb, es		Acker
10	4	-79+	Sd-Cv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lt2	10	3	rb	5/3	Acker
11	1	-35	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls2	20	2	-	3/3	Acker
11	2	-62	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lt2	20	2	eh, rb	5/4	Acker
11	3	-92+	Sd-Cv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lts	20	3	(eh)	5/3	Acker
12	1	-37	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Uls	10	2	-	3/3	Acker
12	2	-62	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Uls	10	3	rb, eh	4/6	Acker
12	3	-74+	Sd-Cv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls3	10	3	rb, eh	5/6	Acker
13	1	-21	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls2	10	2	-	3/3	Acker
13	2	-56	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lt2	10	3	rb! Eh	7/4	Acker
13	3	-73+	Sd	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lt3	10	3	rb, ed	5/8	Acker
14	1	-30	Ap	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Uls	0	2	-	3/3	Acker
14	2	-69	Sw-Bv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Ls3	0	2	rb	5/4	Acker
14	3	-84+	Sd-Cv	Pseudogley-Braunerde	SS-BB	Lts	0	3	rb, eh	6/4	Acker

Tabelle 10: Ergebnisse der Grundnährstoffanalysen und der Humusanalysen der Oberboden-proben ausgewählter Bohrpunkte des Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld

Profil	pH-Wert	P_2O_5 (mg/100g)	K_2O (mg/100g)	Mg (mg/100g)	C_{org} (%)	Humus [%]	N_{ges} (%)	C/N
1	7,1	35	23	9	1,36	2,3	0,15	9,07
3	6,7	4	3	21	0,96	1,6	0,11	8,73
4	5,9	17	23	17	1,49	2,6	0,15	9,93
6	7,0	13	24	10	1,30	2,2	0,13	10,00
7	7,2	11	13	16	0,88	1,5	0,10	8,80
9	6,0	6	16	13	1,22	2,1	0,14	8,71
11	6,1	21	14	19	1,58	2,7	0,18	8,78
13	5,6	7	13	16	1,38	2,4	0,15	9,20

Die im Labor ermittelten Bodenarten decken sich mit denen der Feldansprache. Die Tongehalte schwanken von 11 % bis zu 27,5 %, die Schluffgehalte liegen im mittleren Bereich zwischen 40 % und 55 %. Der Anteil der Sandfraktion variiert von 29 % bis zu 56 %.

Tabelle 11: Ergebnisse der Körnungsanalysen der Oberbodenproben ausgewählter Bohrpunkte des Industriegebiets „Am weißen Weg“ der Stadt Alsfeld

Profil	Nutzung	Ton (%) (<0,002)	Schluff (%) (0,002-0,0063)	Sand (%) (0,063-2)	Feinboden art (KA5)
1	Acker	16,2	46,7	37,1	Slu
3	Acker	22,1	42,4	35,5	Ls2
4	Acker	16,0	42,0	42,0	Slu
6	Acker	11,3	32,9	55,8	Sl3
7	Acker	27,5	40,7	31,8	Lt2
9	Acker	15,6	55,2	29,2	Uls
11	Acker	24,3	44,4	31,3	Ls2
13	Acker	18,9	42,9	38,2	Ls2

Da der Oberboden im Plangebiet weitestgehend abgetragen und nach Möglichkeit auf anderen landwirtschaftlich genutzten Ackerflächen zur Bodenverbesserung verwertet werden soll, sind gemäß § 12 BBodSchV [U12] auch die Gehalte an Schwermetallen (Cd, Pb, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn) und organischen Schadstoffen (PCB_6, Beno(a)pyren, PAK_{16}) nach Anhang 2 Nr.4 (Vorsorgewerte) zu ermitteln. Dabei sollen die Schadstoffgehalte in der dann entstandenen durchwurzelbaren Bodenschicht der Auftragsflächen 70 % der Vorsorgewerte nicht überschreiten.

Die Ergebnisse der Schwermetallanalysen (Königswasseraufschluss) und der organischen Schadstoffe sind in Tabelle 12 und Tabelle 13 zusammengestellt. Bei den Böden der Bohrstöcke 4 und 13 wurden aufgrund des pH-Wertes von pH < 6 statt der Vorsorgewerte für die Bodenart Lehm/Schluff die Vorsorgewerte für die Bodenart Sand angegeben.

Tabelle 12: Ergebnisse der Schwermetallanalysen (Feinboden < 2 mm; Königswasseraufschluss) der Oberbodenproben; Vorsorgewerte (VW) nach § 12 BBodSchV, Anhang 2 Nr. 4

Bohrstock Nr.	Schwermetallgehalte (mg/kg TM)													
	Cd		Pb		Cr		Cu		Hg		Ni		Zn	
	Analyse	VW	Analyse	VW	Analyse	VW	Analyse	VW	Analyse	VW	Analyse	VW	Analyse	VW
1	0,16	1	25	70	36	60	21	40	<0,1	0,5	16	50	50	150
3	<0,1	1	13	70	27	60	10	40	<0,1	0,5	17	50	37	150
4	0,36	1	14	70	34	60	11	40	<0,1	0,5	21	50	46	150
6	0,11	0,4	20	40	24	30	8,4	20	<0,1	0,1	13	15	30	60
7	0,17	1	11	70	58	60	17	40	<0,1	0,5	37	50	54	150
9	0,14	1	16	70	24	60	9,1	40	<0,1	0,5	14	50	36	150
11	<0,1	1	18	70	35	60	13	40	<0,1	0,5	18	50	50	150
13	0,12	1	15	700	30	60	7,3	40	<0,1	0,5	12	50	31	150

Die Analysenergebnisse liegen alle unterhalb der Vorsorgewert. Insgesamt steht einer Verwertung des Oberbodens zur Bodenverbesserung auf anderen landwirtschaftlichen Flächen hinsichtlich der Schwermetallgehalte nichts im Wege.

Tabelle 13: Ergebnisse der Analysen der organischen Schadstoffe (Feststoff < 2 mm; Königswasseraufschluss) der Oberbodenproben; Vorsorgewerte (VW) nach § 12 BBodSchV, Anhang 2 Nr. 4; u.B. = unter Bestimmungsgrenze

Bohrstock Nr.	Organische Schadstoffe (mg/kg TM)					
	Σ PAK_{16}		Σ PCB_6		Benzo(a)pyren	
	Analyse	VW	Analyse	VW	Analyse	VW
1	0,17	3	u.B.	0,05	0,016	0,3
3	n.b.	3	u.B.	0,05	<0,01	0,3
4	0,06	3	u.B.	0,05	<0,01	0,3
6	0,1	3	u.B.	0,05	0,013	0,3
7	0,33	3	u.B.	0,05	0,03	0,3
9	0,03	3	u.B.	0,05	<0,01	0,3
11	0,03	3	u.B.	0,05	<0,01	0,3
13	0,03	3	u.B.	0,05	<0,01	0,3

Auch die Ergebnisse der organischen Schadstoffanalysen zeigen, dass alle Analysenwerte unterhalb der Vorsorgewerte liegen und damit keine Einschränkungen der Oberbodenverwertung auf anderen landwirtschaftlichen Flächen hinsichtlich der Schadstoffbelastung bestehen.

5.3 Bodenfunktionsbewertung

Auf Grundlage der verfügbaren Daten und den Ergebnissen der Bodenkartierung werden im Rahmen der Ist-Analyse die natürlichen Bodenfunktionen Lebensraum für Pflanzen anhand der Kriterien Standorttypisierung für die Biotopentwicklung und Ertragspotenzial und die Funktionen des Bodens im Wasserhaushalt (Kriterium Feldkapazität) sowie die Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium (Kriterium Standörtliches Verlagerungspotenzial) bewertet (vgl. Tabelle 1). Zudem werden mögliche Vorbelastungen des Bodens und die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte bewertet.

Anschließend erfolgt in Abhängigkeit des Funktionserfüllungsgrades eine aggregierende Gesamtbewertung der einzelnen Bewertungen der Bodenfunktionen. Damit kann den Böden für den Ist-Zustand eine eindeutige Wertstufe vor dem Eingriff zugeordnet werden (Miller et al. 2018).

5.3.1 Vorbelastungen

Die Böden im Plangebiet werden mit Ausnahme der Wirtschaftswege und des Grabens alle landwirtschaftlich genutzt. Erhöhte Schwermetall- oder organische Schadstoffbelastungen im Oberboden wurden, wie im vorherigen Kapitel 5.2 erläutert, nicht festgestellt. Auch bei den abfalltechnischen Untersuchungen [U3], die im Zuge der Rammkernsondierungen für die Baugrunduntersuchungen durchgeführt wurden, ergaben die Laborwerte keine erhöhten Schadstoffgehalte, wobei alle untersuchten Bodenproben in die LAGA-Zuordnungsklasse Z 0 eingeordnet wurden.

Hinweise auf Altlasten, Altflächen oder Altlastenverdachtsflächen sind im Plangebiet nicht bekannt. Es sind nach jetzigem Kenntnisstand keine Vorbelastungen hinsichtlich des Schutzguts Boden vorhanden.

5.3.2 Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Neben den natürlichen Bodenfunktionen können Böden auch eine Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte besitzen. Dazu gehören Böden mit naturgeschichtlich bedeutsamen oder regional seltenen Bodenformen sowie besondere Bodenmerkmale wie Wölbäcker u. ä., Wurten, kultivierte Moore, Paläoböden oder Böden mit seltenen Klassenzeichen der Bodenschätzung. Auch historische Altwege oder Grabhügel, Köhlerplatten, historische Grenzsteine etc. können eine besondere kulturhistorische Bedeutung haben. Durch Bebauung, Versiegelung oder Abgrabungen werden die in diesen Böden gespeicherten Informationen zur Natur- und Kulturgeschichte meist irreversibel zerstört. Eine Wiederherstellung der Archivfunktion des Bodens ist daher nicht möglich. Deshalb sind solche Böden besonders zu schützen.

Wie die Daten der BFD5L [U22] zeigen, kommen im Plangebiet keine seltenen Klassenzeichen der Bodenschätzung vor. Auch sind weder seltene Bodentypen noch Bodendenkmäler vorhanden. Hinweise auf besondere kulturhistorische Merkmale sind im Luftbild nicht zu erkennen. Auch bei den Kartierarbeiten wurden keine Hinweise auf eine Archivfunktion des Bodens gefunden. Für das Plangebiet sind daher keine Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte bekannt.

5.3.3 Natürliche Bodenfunktionen

Nachfolgend wird die Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen anhand der in Tabelle 1 aufgeführten Kriterien dargestellt und erläutert. Grundlage dafür sind neben den Daten der BFD50 und BFD5L [U22] vor allem die Ergebnisse der bodenkundlichen Kartierung des Untersuchungsgebietes (vgl. Kapitel 5.2).

5.3.3.1 Lebensraumfunktion

Die Funktion des Bodens als Lebensraum für Pflanzen wird anhand der Kriterien „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ und der natürlichen Ertragsfähigkeit (Kriterium Ertragspotenzial) bewertet.

Kriterium: Standorttypisierung für die Biotopentwicklung

Böden mit extremen Wasserverhältnissen (sehr nass, sehr wechselfeucht oder sehr trocken) weisen ein hohes Potenzial zur Entwicklung wertvoller und schützenswerter Pflanzenbestände auf. Der Wasser- und Nährstoffhaushalt von Böden ist neben den klimatischen, geologischen und geomorphologischen Bedingungen ausschlaggebend für die Ausprägung und Entwicklung von seltenen Pflanzengemeinschaften (Miller 2016).

Die Standorttypisierung als Kriterium für den Lebensraum Boden für Pflanzen bewertet die Standortbedingungen für die Ausprägung und Entwicklung von besonderer Fauna und Flora. Dabei werden der lokale Wasserhaushalt und die Basensättigung betrachtet. Insbesondere Trocken- und Nassstandorte sowie Hutungen mit potenziell extensiver Nutzung haben ein besonderes Biotopentwicklungspotenzial und werden deshalb in die Klassen hoch bis sehr hoch eingestuft (Methodendokumentation HLNUG m241; Miller 2016). Alle übrigen Standorte werden in die Klasse 3 eingeordnet, was einem mittleren Erfüllungsgrad dieser Bodenfunktion entspricht (Miller 2013, 2016).

Der BodenViewer Hessen (BFD5L) weist für das Plangebiet keine Böden mit besonderem Biotopentwicklungspotenzial aus, weshalb die Böden in die Klasse 3 mit mittlerem Erfüllungsgrad dieser Bodenfunktion eingeordnet werden. Auch nach der Standorttypisierung der BFD50 sind im Plangebiet vor allem Standort mit mittlerem Wasserspeichervermögen und schlechtem bis mittlerem natürlichen Basenhaushalt vorhanden. Im nordöstlichen Teil des geplanten Industriegebiets sind Standorte mit potenziell starkem Stauwassereinfluss verzeichnet, was durch die Ergebnissee der Bodenkartierung, dass alle Bohrstockprofile Stauwassermerkmale aufweisen, bestätigt wird. Im Bereich des temporär wasserführenden Grabens sind in der BFD50 Standorte mit hohem Wasserspeichervermögen und schlechtem bis mittlerem natürlichen Basenhaushalt vermerkt. Aufgrund der besonderen Funktion des Grabens als Nassstandort und dem damit verbundenen höheren Biotopentwicklungspotenzial wird dieser Bereich mit „sehr hoch“ bewertet. In Tabelle 14 ist die Bewertung der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ anhand des Kriterium Biotopentwicklungspotenzial für die einzelnen Teilflächen des Plangebietes dargestellt.

Tabelle 14: Bewertung der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ anhand des Kriteriums Biotopentwicklungspotenzial

Kriterium Biotopentwicklungspotenzial für die Bodenfunktion "Lebensraum für Pflanzen"		
Profil	**Bewertung**	**Erfüllungsgrad**
1	mittel	3
2	mittel	3
3	mittel	3
4	mittel	3
5	mittel	3
6	mittel	3
7	mittel	3
8	mittel	3
9	mittel	3
10	mittel	3
11	mittel	3
12	mittel	3
13	mittel	3
14	mittel	3
Graben	sehr hoch	5

Die Teilflächen weisen bis auf den Grabenbereich durchweg ein mittleres Biotopentwicklungspotenzial auf.

Kriterium Ertragspotenzial

Die Daten der Bodenschätzung geben mit der Acker- und Grünlandzahl das natürliche Ertragspotenzial für landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Ergänzend wird nach (Miller 2013, 2016) die nutzbare Feldkapazität (nFK) als Kenngröße für das Kriterium „Ertragspotenzial des Bodens“ verwendet und in 5 Klassen der Bodenfunktionserfüllung eingeteilt (vgl. Tabelle 5). Die Einstufung der Ackerzahlen (AZ) aus der BFD5L erfolgt entsprechend Verknüpfungsregel VK 6.8.11 nach Bug et al. (2020).

Tabelle 15: Bewertung der Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ anhand des Kriteriums natürliches Ertragspotenzial

Kriterium Ertragspotenzial für die Bodenfunktion "Lebensraum für Pflanzen"					
Profil	**AZ**	**Bewertung**	**nFK_{We} (mm)**	**Bewertung**	**Erfüllungsgrad**
1	42-52	mäßig	133	mittel	3
2	32-45	schlecht-mäßig	126	mittel	3
3	32-42	schlecht-mäßig	125	mittel	3
4	38-48	schlecht-mäßig	97	mittel	3
5	42-48	mäßig	116	mittel	3
6	38-48	schlecht-mäßig	100	mittel	3
7	38-42	schlecht-mäßig	139	mittel	3
8	42-52	mäßig	148	hoch	4
9	32-52	schlecht-mäßig	206	hoch	4
10	38-48	mäßig	137	mittel	3
11	32-42	schlecht-mäßig	113	mittel	3
12	38-42	schlecht-mäßig	169	mittel	3*
13	28-42	schlecht	111	mittel	3
14	38-48	schlecht-mäßig	166	mittel	3*
Graben	-	-	-	mittel	3

* Abwertung aufgrund geringer Ackerzahlen

Das natürliche Ertragspotenzial der Böden ist bis auf die Teilflächen 8, 9 im südwestlichen Bereich des Plangebietes sowie der Teilflächen 12 und 14 mit mittel bewertet. Die höher Bewertung der Teilflächen 8, 9, 12 und 14 resultiert aus der höheren Lößlehmauflage und der schluffigeren Bodenart.

5.3.3.2 Funktion des Bodens im Wasserhaushalt

Neben dem pflanzenverfügbaren Wasser (nFK_{We}) speichern Böden auch Wasser in Feinporen, welches durch die Matrixkräfte stark gebunden wird. Es kann nicht durch die Pflanzen genutzt werden und wird als Totwasser (TW) bezeichnet. Die Feldkapazität (FK_{We}) setzt sich zusammen aus der nutzbaren Feldkapazität (nFK_{We}) und dem Totwasser und ist ein Maß dafür, wie viel Wasser ein Boden gegen die Schwerkraft speichern kann. Die Bewertung der Funktion des Bodens

im Wasserhaushalt erfolgt nach Miller (2013, 2016) anhand des Kriteriums Feldkapazität (Wasserspeicherkapazität) und ist in Tabelle 16 aufgeführt. Die ermittelte Feldkapazität wird auch zur Bewertung der Austauschhäufigkeit des Wassers genutzt, die dann als Kriterium für die Bewertung der Nitrataustragsgefährdung dient. Böden mit hohem Feinbodenanteil und einer tiefen Durchwurzelungstiefe können viel Wasser gegen die Schwerkraft speichern. Böden mit geringen Mächtigkeiten und hohem Grobbodenanteil weisen eine niedrige Feldkapazität auf.

Die Flächen im nördlichen Bereich haben eine geringe Wasserspeicherkapazität (FK), während die schluffigeren Flächen im Südwesten und südlichen Teil eine mittlere Feldkapazität besitzen.

Tabelle 16: Bewertung der Funktion des Bodens im Wasserhaushalt anhand des Kriteriums Feldkapazität des Bodens (FK)

Kriterium Feldkapazität des Bodens für die Funktion des Bodens im Wasserhaushalt			
Profil	**FK_{We} (mm)**	**Bewertung**	**Erfüllungsgrad**
1	249	gering	2
2	195	gering	2
3	198	gering	2
4	176	gering	2
5	249	gering	2
6	178	gering	2
7	335	mittel	3
8	265	mittel	3
9	325	mittel	3
10	276	mittel	3
11	253	gering	2
12	298	mittel	3
13	290	mittel	3
14	332	mittel	3
Graben	-	mittel	3

5.3.3.3 Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium

Die Bewertung der Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium erfolgt anhand des Kriterium Nitratrückhaltevermögen, welche aus der Feldkapazität des Bodens (FK_{We}) und der Austauschhäufigkeit des Bodenwasser (AH) ermittelt wird. Die Austauschhäufigkeit des Wassers beschreibt das standörtliche Verlagerungsrisiko für nicht sorbierbare Stoffe reziprok zur Nitrataustragsgefährdung eines Standortes in Abhängigkeit der langjährigen mittleren Sickerwasserrate (vgl. Kapitel 3.1.1).

Tabelle 17: Bewertung der Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium anhand des Kriteriums Nitratrückhaltevermögen des Bodens

Profil	Nutzung	FK_{We} (mm)	Sickerwasser-rate (mm/a)	AH (%)	Standörtliches Verlagerungspotenzial	Nitratrückhaltever-mögen des Bodens	Erfüllungsgrad
1	Acker	249	217	87	gering	4	hoch
2	Acker	195	217	111	mittel	3	mittel
3	Acker	198	217	110	mittel	2*	gering
4	Acker	176	217	123	mittel	2*	gering
5	Acker	249	217	87	gering	4	hoch
6	Acker	178	217	122	mittel	2*	gering
7	Acker	335	217	65	sehr gering	5	sehr hoch
8	Acker	265	217	82	gering	4	hoch
9	Acker	325	217	67	sehr gering	4*	hoch
10	Acker	276	217	79	gering	4	hoch
11	Acker	253	217	86	gering	4	hoch
12	Acker	298	217	73	gering	4	hoch
13	Acker	290	217	75	gering	4	hoch
14	Acker	332	217	65	sehr gering	4*	hoch
Graben	Brache	-	-	-	gering	4	hoch

* Abschlag aufgrund Bodentyp Pseudovergleyung

Die Ergebnisse zeigen, dass das Nitratrückhaltevermögen der Teilflächen zwischen „mittel“ bis „sehr hoch“ variiert, wobei die Einstufung „hoch“ überwiegt. Dabei weicht die Ableitung des Nitratrückhaltevermögens von derjenigen ab, die von HLNUG im Bodenviewer rein aus der BFD5L ermittelt wurde, da bei der hier verwendeten Methodik auch die Sickerwasserrate mit in die Berechnung eingeht. Zudem wurden bei den Bodentypen, die als Pseudogley kartiert wurden, ein Abschlag von -1 bei dem Nitratrückhaltevermögen aufgrund des dominierenden Staunässeeinflusses gegeben.

5.3.3.4 Zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen vor dem Eingriff

Die aggregierende Bewertung der Bodenfunktionen erfolgt nach dem bei Miller et al. (2018) dargestellten Bewertungsschema (vgl. Abbildung 1). Dabei erfolgt die Bewertung auf der Grundlage der einzelnen Bodenfunktionen als Kombination von arithmetischer Mittelwertbildung der natürlichen Bodenfunktionen mit einer Priorisierung von Böden mit einem hohen (Stufe 4) und einem sehr hohem (Stufe 5) Funktionserfüllungsgrad. Die Klassifizierung der Ergebnisse erfolgt wie die Bewertung der Einzelfunktionen in den fünf Klassen *sehr gering (1)*, *gering (2)*, *mittel (3)*, *hoch (4)* und *sehr hoch (5)*. Bei der zusammenfassenden Bewertung ist zu beachten, dass die Kriterien „Ertragspotenzial des Bodens“ und „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ naturgemäß gegensätzlich sind, wobei sich die Bewertungsergebnisse jeweils gegenseitig ergänzen. So kann beispielsweise ein intensiv landwirtschaftlich genutzter Boden mit sehr hohem Ertragspotenzial wie z. B. ein tiefgründiger Lössboden mit hoher Wasserspeicherkapazität, nicht gleichzeitig als „sehr hoch“ für das Kriterium „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ eingestuft werden, da eine derartige Einstufung voraussetzt, dass der Standort über extreme Bedingungen hinsichtlich des Bodenwasserhaushaltes verfügt.

Die Ergebnisse in Tabelle 18 zeigen, dass die Gesamtbewertung der Bodenfunktionen überwiegend mit „mittel“ bewertet wird. Im nördlichen Bereich des Plangebietes kommen auf den leichteren Standorten auch Flächen mit geringer Bodenfunktionserfüllung vor, während auf den besseren Standorten im westlichen und insbesondere südwestlichen Teil Böden mit hoher und sehr hoher Bewertung der Bodenfunktionen ermittelt wurden (vgl. Abbildung 4).

Tabelle 18: Gesamtbewertung der Bodenfunktionen des Industriegebiets „Am weißen Weg" der Stadt Alsfeld

Profil	Nutzung	Kriterium Biotopentwicklungs-potential		Kriterium Ertragspotenzial		Kriterium Feldkapaität		Kirtierum Nitratrückhaltevermögen		Gesamtbewertung der Bodenfunktionen			
		Bewertung	Erfüllungs-grad	Bewertung	Erfüllungs-grad	Bewertung	Erfüllungs-grad	Bewertung	Erfüllungs-grad	Mittelwert	Anzahl ≥ 4	Anzahl 5	Bewertung
1	Acker	mittel	3	mittel	3	gering	2	hoch	**4**	3	1	0	**mittel**
2	Acker	mittel	3	mittel	3	gering	2	mittel	3	3	0	0	**gering**
3	Acker	mittel	3	mittel	3	gering	2	gering	2	3	0	0	**gering**
4	Acker	mittel	3	mittel	3	gering	2	gering	2	3	0	0	**gering**
5	Grünland	mittel	3	mittel	3	gering	2	hoch	**4**	3	1	0	**mittel**
6	Acker	mittel	3	mittel	3	gering	2	gering	2	3	0	0	**gering**
7	Acker	mittel	3	mittel	3	mittel	3	sehr hoch	**5**	4	0	1	**hoch**
8	Acker	mittel	3	hoch	**4**	mittel	3	hoch	**4**	4	2	0	**sehr hoch**
9	Acker	mittel	3	hoch	**4**	mittel	3	hoch	**4**	4	2	1	**sehr hoch**
10	Acker	mittel	3	mittel	3	mittel	3	hoch	**4**	3	1	0	**mittel**
11	Acker	mittel	3	mittel	3	gering	2	hoch	**4**	3	1	0	**mittel**
12	Acker	mittel	3	mittel	3	mittel	3	hoch	**4**	3	1	0	**mittel**
13	Acker	mittel	3	mittel	3	mittel	3	hoch	**4**	3	1	0	**mittel**
14	Acker	mittel	3	mittel	3	mittel	3	hoch	**4**	3	1	0	**mittel**
Graben	Brache	**sehr hoch**	**5**	mittel	-	mittel	-	hoch	-	-	2	0	**sehr hoch**

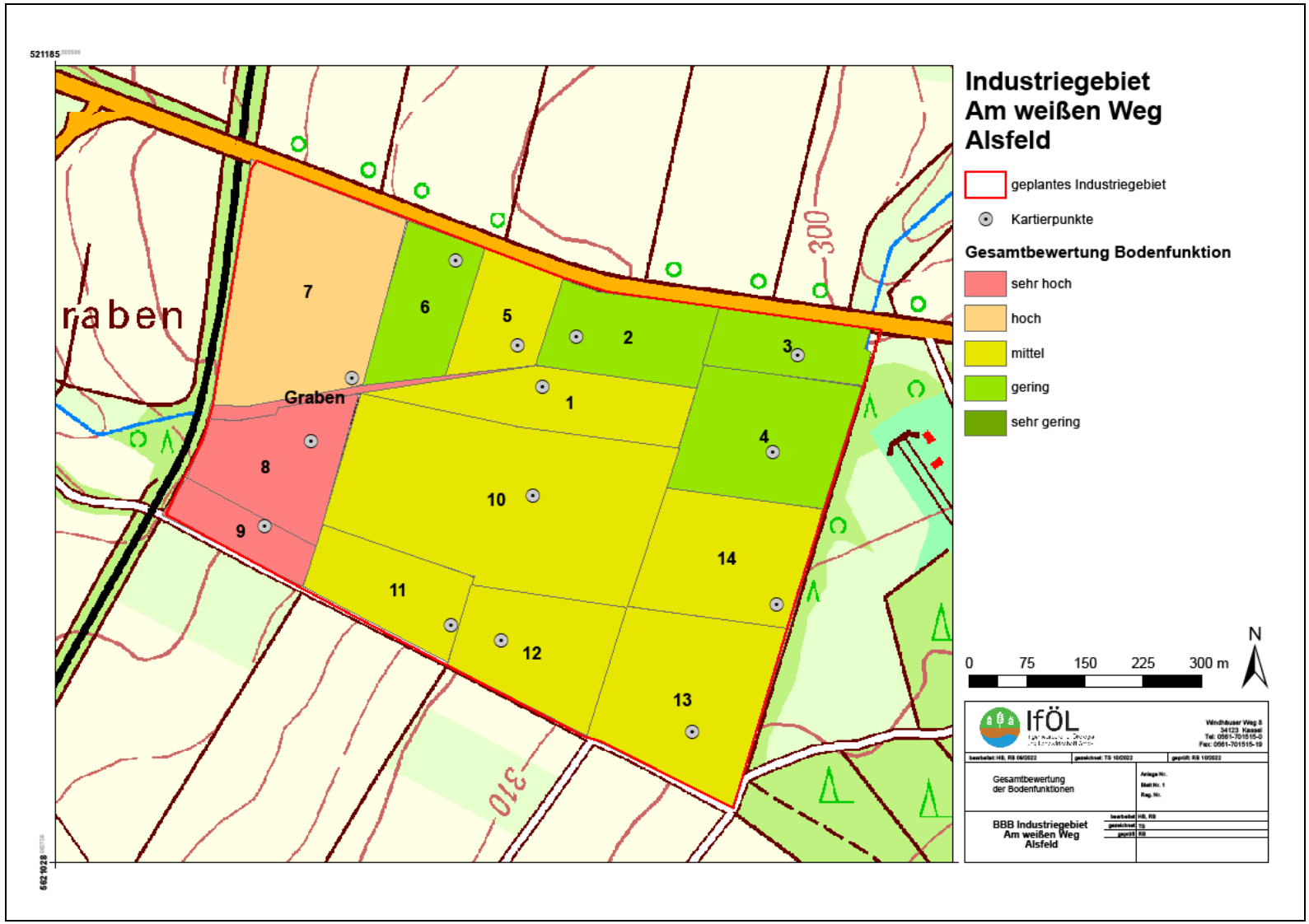

Abbildung 4: Zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg" der Stadt Alsfeld

6 Ermittlung der besonders schutzwürdigen und besonders empfindliche Böden

Zur Beurteilung der Auswirkungen des Vorhabens sind neben der Bewertung der Bodenfunktionen auch die besonders schutzwürdigen und empfindlichen Böden zu erfassen und zu bewerten. Wie die Bestandserfassung und Bodenfunktionsbewertung gezeigt haben, kommen im Projektgebiet überwiegend Böden mit mittlerer Bodenfunktionserfüllung vor, allerdings gibt es auch Bereiche von Böden mit hoher und sehr hoher Bodenfunktionserfüllung. Böden mit hoher und sehr hoher Bodenfunktionserfüllung sind besonders schutzwürdig und deshalb durch geeignete Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen entsprechend zu schützen.

Darüber hinaus sind die Empfindlichkeiten der Böden gegenüber den projektspezifischen Wirkfaktoren zu ermitteln. Dabei sind insbesondere die Empfindlichkeiten der Böden gegenüber

- Verdichtung,
- Wasser- und Winderosion,
- Entwässerung und Fremdwasserzutritt sowie
- Stoffeintrag während der Bauphase durch Maschinen und Geräte

zu erfassen und bewerten.

Im Nachfolgenden werden, ausgehend von dem aktuellen B-Plan [U1], Aussagen zur Empfindlichkeit der Böden gegenüber Erosion und Verdichtung getroffen. Dabei wird die aufgrund der Bodeneigenschaften abgeleitete standörtliche (potenzielle) Verdichtungsempfindlichkeit und Erosionsgefährdung beurteilt. Bei der Bauausführung ist darüber hinaus die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit durch Bewertung der aktuellen Bodenfeuchte (Konsistenzstufen) zu beachten.

6.1 Ermittlung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Verdichtung

Die standörtliche (potenzielle) Verdichtungsempfindlichkeit ergibt sich aus der vorherrschenden Bodenart im Ober- und Unterboden, der Grobbodenanteile sowie der Grundwasserstufe (GWS) des Standorts und des Humusgehaltes (vgl. DIN 19639 [U20]). Die jeweiligen Einstufungen erfolgten nach Ad-hoc-AG Boden (2005). Da im gesamten Bereich des geplanten Industriegebietes kein oberflächennahes Grundwasser ansteht, ist die Grundwasserstufe der kartierten Bodenprofile mit GWS 6 einzustufen. Die Grundwasserstufe hat daher keinen Einfluss auf die Verdichtungsempfindlichkeit, auch nicht im Bereich des Grabens, da dieser nur temporär wasserführend ist. Für die Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit ist daher die Bodenart im Ober- und Unterboden ausschlaggebend.

Die Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit erfolgte nach dem bei Apel et al. (2014) dargestellten Schema getrennt für Ober- und Unterboden und zusammenfassend für das gesamte Bodenprofil.

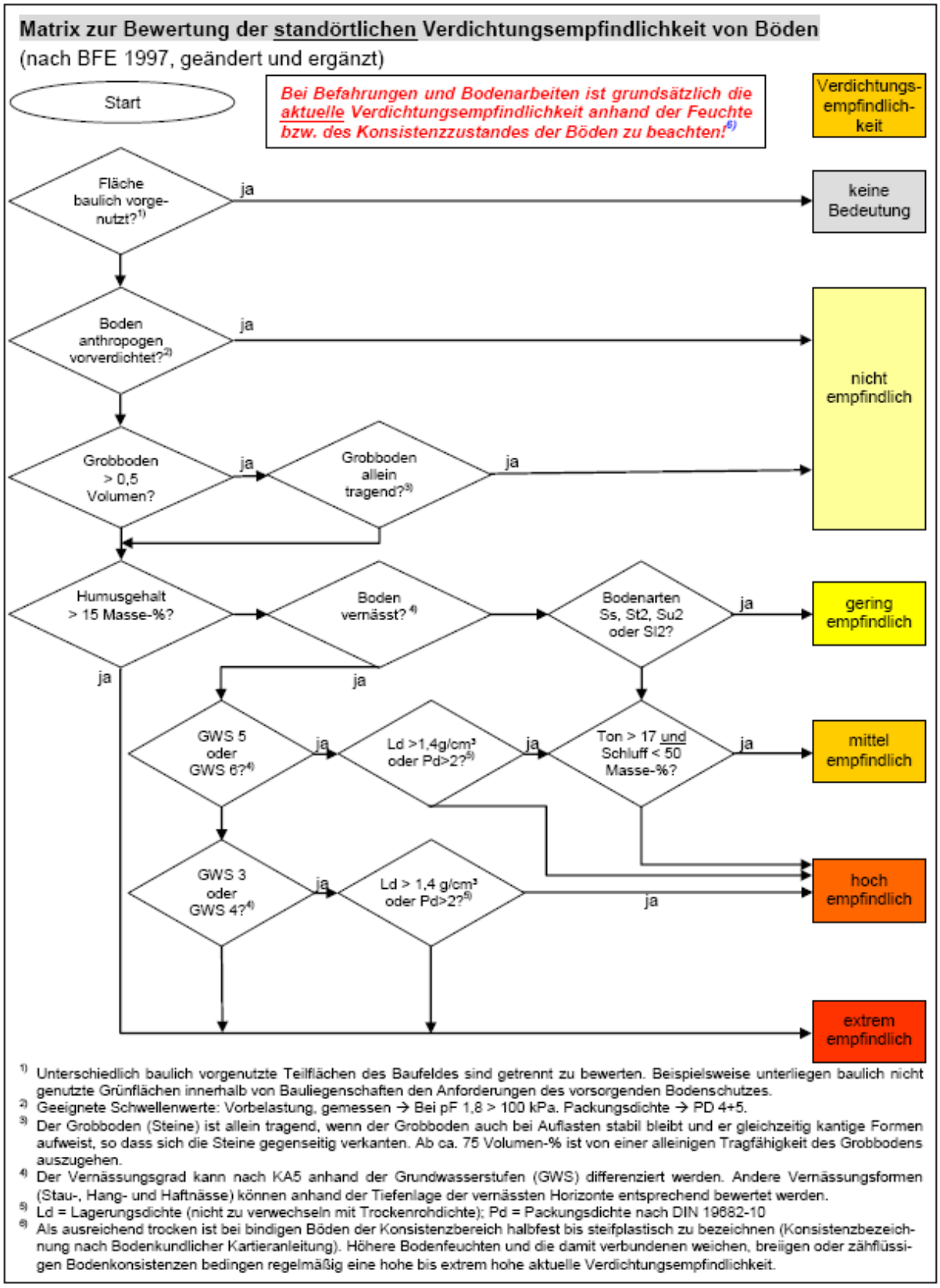

Abbildung 5: Ablaufschema zur Ermittlung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit von Böden (Apel et al. 2014)

Die Ergebnisse der Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit enthält Tabelle 19.

Tabelle 19: Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden im geplanten Industriegebiet „Am weißen Weg" der Stadt Alsfeld

Profil / Bohrstock Nr.	Bodentyp	Bodenschicht	Mächtigkeit (dm)	vorherrschende Bodenarten	Grobbodenanteil (%)	Verdichtungsempfindlichkeit Schicht	Verdichtungsempfindlichkeit Profil
1	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	2,9	Slu	10	hoch	hoch
		Unterboden	1,7	Slu, Ls2	10	hoch	
2	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	2,8	Slu	10	hoch	hoch
		Unterboden	3,8	Slu	10	hoch	
3	Braunerde-Pseudogley	Oberboden	2,6	Ls2	10	mittel	hoch
		Unterboden	2,8	Slu	10	hoch	
4	Braunerde-Pseudogley	Oberboden	3,0	Slu	15	hoch	hoch
		Unterboden	3,0	Lu, Lts	25	hoch	
5	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	2,7	Sl3	5	hoch	mittel
		Unterboden	4,3	Ls3, Lt2	12	mittel	
6	Braunerde-Pseudogley	Oberboden	3,2	Sl3	10	hoch	hoch
		Unterboden	2,8	Sl3	15	hoch	
7	kolluviale Parabraunerde	Oberboden	2,6	Lt2	5	mittel	mittel
		Unterboden	3,6	Lt2, Lu	5	hoch	
8	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	3,2	Slu	0	hoch	hoch
		Unterboden	3,9	Slu, Sl4	0	hoch	
9	Parabraunerde-Pseudogley	Oberboden	3,5	Uls	3	hoch	hoch
		Unterboden	4,5	Uls, Ut2	0	hoch	
10	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	2,6	Uls	20	hoch	mittel
		Unterboden	4,2	Ls3	50	gering	
11	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	3,5	Ls2	20	mittel	mittel
		Unterboden	2,7	Lt2	20	mittel	
12	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	3,7	Uls	10	hoch	hoch
		Unterboden	3,7	Uls	10	hoch	
13	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	2,1	Ls2	5	mittel	mittel
		Unterboden	5,2	Lt2, Lt3	10	mittel	
14	Pseudogley-Braunerde	Oberboden	3,0	Uls	0	hoch	mittel
		Unterboden	5,4	Ls3, Lts	0	mittel	

Entsprechend den vorherrschenden schluffigen Bodenarten ist die Verdichtungsempfindlichkeit überwiegend als hoch zu bewerten. Bei Profil 10 ist die Verdichtungsempfindlichkeit des Unterbodens aufgrund des hohen Steingehaltes als gering einzustufen. Die Bodenschichten mit geringeren Schluffgehalten sind als „mittel" verdichtungsempfindlich bewertet.

In Abhängigkeit von der aktuellen Witterung ergibt sich für den jeweiligen Bodentyp zusätzlich eine witterungsabhängige, aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit. Diese hängt primär von der aktuellen Wasserspannung und Konsistenz des Bodens. Als Konsistenz wird der vom Wassergehalt abhängige Bereich der Verformbarkeit eines gestörten, bindigen Bodens bezeichnet. Die Konsistenz ist ein wichtiges Kriterium für die Verdichtbarkeit des Bodens. Die Konsistenzgrenzen sind in der DIN 19639 [U20] und DIN 18915 [U18] definiert.

Ab einer steifen Bodenkonsistenz (ko3) ist mit einer hohen Verdichtungsempfindlichkeit zu rechnen. In diesem Fall ist das Bearbeiten (Aushub, Umlagerung, Wiedereinbau) und Befahren des Bodens nur unter Einhaltung des jeweils zulässigen max. Kontaktflächendrucks gemäß DIN 19639 (vgl. Anlage 2 und 3) unter Rücksprache mit der Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB) zulässig. Bei bindigen Böden ist die Befahrung und Bearbeitbarkeit bei sehr starker Austrocknung (ko1) nur bedingt möglich, da durch das Austrocknen die Gefahr der Klutenbildung besteht und damit

die Bearbeitungsqualität, insbesondere zur Wiederherstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht, deutlich vermindert wird. Daher muss zwingend bei der Bauausführung jeweils die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit anhand der jeweils aktuellen Feuchte bzw. des Konsistenzzustandes der Böden nach DIN 19639 ermittelt werden, die stark von der jeweils aktuellen Bodenfeuchte abhängt. Je nach Bodenfeuchte sind entsprechende Vorsorgemaßnahmen erforderlich, wobei insbesondere die unterschiedliche Bewertung der jeweiligen Bodenschichten zu beachten ist.

Da bei diesem Projekt der Oberboden fast um gesamten Plangebiet abgetragen wird, ist in der Karte (Abbildung 6) die Verdichtungsempfindlichkeit des Unterbodens dargestellt, die insbesondere bei der Befahrung des Unterbodens unbedingt zu beachten ist.

6.2 Ermittlung der Empfindlichkeit der Böden gegen Wasser- und Winderosion

Die Bewertung der Erosionsgefährdung durch Wasser erfolgt nach DIN 19708 [U19] mit Hilfe des K- und S-Faktors und der Methodendokumentation des HLNUG (m167) und ist in Tabelle 21 dargestellt. Damit wird die Erodierbarkeit der Böden aufgrund der Bodenart und der Hangneigung bewertet. Bei der Gefährdung durch **Wassererosion** ist zwischen der Erosionsanfälligkeit der Böden in ihrem natürlichen Ausgangszustand (potenzielle Erosionsgefährdung) und derjenigen des ausgehobenen Bodenmaterials während der Zwischenlagerung (aktuelle Erosionsgefährdung) zu unterscheiden. Für die Erodierbarkeit der Bodenmieten bei der Zwischenlagerung von Bodenmaterial ist die substratabhängige (Bodenart) Erosionsgefährdung des jeweils getrennt zu lagernden Ober- und Unterbodens maßgeblich. Darüber hinaus wurde auch die bodenartabhängige Verschlämmungsneigung bewertet, die ebenfalls bei der Lagerung von Bodenmaterial zu beachten ist. Bei der Zwischenlagerung von Bodenmaterial ist darauf zu achten, die Oberbodenmieten nicht höher als 2 m und die Unterbodenmieten nicht höher als 3 m und nicht zu steil aufgeschüttet werden. Bei längerer Lagerung als 2 Monate sind die Oberbodenmieten gezielt zu begrünen. Ober- und Unterbodenmieten aus besonders erosionsanfälligem Substrat mit hoher Verschlämmungsneigung sind zum Schutz vor Wassererosion nach dem Aufsetzen abzudecken.

Die Verschlämmungsneigung wurde für die jeweilige Hauptbodenart im Ober- und Unterboden anhand der Bodenart nach (Ad-hoc-AG Boden 2005) bewertet (vgl. Tabelle 20) und ist ebenfalls in Tabelle 21 für die einzelnen Kartierpunkte aufgeführt.

Tabelle 20: Bewertung der Verschlämmungsneigung in Abhängigkeit der Bodenart (Ad-hoc-AG Boden 2005)

Bodenart	Verschlämmungsneigung	
alle anderen Bodenarten	sehr schwach	Ver1
Ut4, Lu, (Sl3, Slu)	schwach	Ver2
Ut3 (Uls, Sl2)	mittel	Ver3
Ut2, fS (Uls, Su2, Sl2)	stark	Ver4
Uu, Us, Su3, Su4, ffS (Su2)	sehr stark	Ver5

Die Gefahr durch **Winderosion** ergibt sich nach DIN 19706 aus der Bodenart und dem Gehalt an organischer Substanz des Oberbodens sowie der Schutzwirkung der Vegetationsdecke. Bei bewachsenem Boden ist die Winderosionsgefährdung normalerweise sehr gering. Wird die Vegetationsdecke jedoch entfernt, kann es in offenen Lagen bei unbedecktem Boden zu Winderosion kommen, die vor allem von der Bodenart und dem Humusgehalt abhängig ist. Die Winderosionsgefährdung ist bei den untersuchten Standorten insgesamt gering, da sehr sandreiche Bodenarten nur selten vorkommen. Die vorherrschenden Bodenarten zeigen auch bei der Zwischenlagerung keine hohe Winderosivität.

Tabelle 21: Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Wasser- und Winderosionsgefährdung sowie der Verschlämmungsneigung der Böden im geplanten Industriegebiet „Am weißen Weg" der Stadt Alsfeld

Profil / Bohrstock Nr.	Bodenschicht	vorherrschende Bodenarten	Wassererosion *Schicht*	Wassererosion *Profil*	Winderosion *Schicht*	Winderosion *Profil*	Verschlämmungsneigung
1	Oberboden	Slu	hoch	hoch	gering	gering	schwach
	Unterboden	Slu, Ls2	hoch		gering		schwach
2	Oberboden	Slu	hoch	hoch	gering	gering	schwach
	Unterboden	Slu	hoch		gering		schwach
3	Oberboden	Ls2	hoch	hoch	sehr gering	gering	sehr schwach
	Unterboden	Slu	hoch		gering		schwach
4	Oberboden	Slu	hoch	hoch	gering	gering	schwach
	Unterboden	Lu, Lts	hoch		sehr gering		schwach
5	Oberboden	Sl3	mittel	mittel	gering	gering	schwach
	Unterboden	Ls3, Lt2	mittel		sehr gering		sehr schwach
6	Oberboden	Sl3	mittel	mittel	gering	gering	schwach
	Unterboden	Sl3	mittel		gering		schwach
7	Oberboden	Lt2	mittel	mittel	sehr gering	sehr gering	sehr schwach
	Unterboden	Lt2, Lu	mittel-hoch		sehr gering		sehr schwach
8	Oberboden	Slu	hoch	mittel	gering	gering	schwach
	Unterboden	Slu, Sl4	hoch-mittel		gering		schwach
9	Oberboden	Uls	sehr hoch	sehr hoch	sehr gering	sehr gering	mittel
	Unterboden	Uls, Ut2	sehr hoch		sehr gering		mittel
10	Oberboden	Uls	sehr hoch	mittel	sehr gering	sehr gering	mittel
	Unterboden	Ls3	mittel		sehr gering		sehr schwach
11	Oberboden	Ls2	hoch	mittel	sehr gering	sehr gering	sehr schwach
	Unterboden	Lt2	mittel		sehr gering		sehr schwach
12	Oberboden	Uls	sehr hoch	hoch	sehr gering	sehr gering	mittel
	Unterboden	Uls	sehr hoch		sehr gering		mittel
13	Oberboden	Ls2	hoch	mittel	sehr gering	sehr gering	sehr schwach
	Unterboden	Lt2, Lt3	mittel		sehr gering		sehr schwach
14	Oberboden	Uls	sehr hoch	mittel	sehr gering	sehr gering	mittel
	Unterboden	Ls3, Lts	mittel		sehr gering		sehr schwach

6.3 Ermittlung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Entwässerung und Fremdwasserzutritt ins Baufeld

Da Staunässe und Pseudovergleyung an fast allen der tiefgründigeren Standorte kartiert wurden, ist bei Bodenarbeiten der Austritt von Schicht- und Sickerwasser zu erwarten. Das Plangebiet weist eine Hangneigung von 7 % bis ca. 18 % auf. Die Wahrscheinlichkeit von oberflächigen Wasserzutritt ist daher gegeben. Hier sind Vermeidungsmaßnahmen wie temporäre Wälle oder Ableitung des Fremdwassers erforderlich. Die frühzeitige Entwicklung der Wiesen- und Gehölzflächen auf den Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft können die Gefahr eines oberflächigen Zutritts deutlich vermindern. Sofern im Bereich von möglichem Wasserzutritt Bodenmieten angelegt werden, sind geeignete Gegenmaßnahmen (z. B. Fanggräben, Fangdräne) zu ergreifen, um das Abspülen von Bodenmaterial durch Oberflächenwasser zu vermeiden. Bei Einschnitten in den Hang ist durch geeignete Maßnahmen wie Drainagen das in die Baufläche eindringende Schichtwasser abzuleiten

6.4 Empfindlichkeit gegenüber baubedingtem Schadstoffeintrag

Während der Bauphase besteht eine Gefährdung durch Schadstoffeinträge bei unsachgemäß angewandter oder schadhafter Technik, meist durch Kohlenwasserstoffe (Öl, Diesel) oder Schwermetalle (Farben, Lacke, Beizmittel). Ferner kann ein nicht lagengerechter Wiedereinbau von Bodenschichten auch als stoffliche Gefährdung eingestuft werden, wenn beispielsweise sehr humusreicher Oberboden fälschlicherweise in den Untergrund eingebaut wird und es durch eine erhöhte Mineralisation zu Stickstoffausträgen kommt.

Die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber baubedingte Schadstoffeinträge wird für die nicht sorbierbaren, d. h. wasserlöslichen Stoffe, anhand des standörtlichen Verlagerungspotenzials über die Austauschhäufigkeit und das Nitratrückhaltevermögen des Bodenwassers abgebildet. Hier kann aus der Bodenfunktionsbewertung die entsprechende Empfindlichkeit abgeleitet werden (vgl. Tabelle 6).

Die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber einer Belastung durch sorbierbare Stoffe wie Schwermetalle und organische Schadstoffe hängt von der Filter- und Pufferfunktion des Bodens ab (Bachmann et al. 2017). Diese wird neben im Boden vorkommenden Tonmineralien und dem Humusgehalt auch vom pH-Wert und pedogenen Oxiden bestimmt. Aufgrund der überwiegend schluffigen Substrate wird eine mittlere bis hohe Sorptionsfähigkeit und damit geringe bis mittlere Empfindlichkeit angenommen.

Ein möglicher Schadstoffeintrag während der Bauphase kann bei konsequenter Beachtung und Umsetzung der technischen Regeln und Sicherheitsvorschriften als nachrangig bewertet. Vor Beginn der Baumaßnahmen sind die am Bau beteiligten Firmen und Mitarbeiter entsprechend sorgfältig zu schulen und einzuweisen.

Ebenso kann bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Verkehrsflächen und der errichteten Anlagen davon ausgegangen werden, dass keine relevanten Schadstoffeinträge stattfinden. Die Verkehrsbelastung auf den Erschließungsstraßen ist im Verhältnis z.B. einer Bundesstraße so gering, dass die hier anfallenden verkehrsbedingten Schadstoffeinträge nicht zu einer Beeinträchtigung der Böden führen.

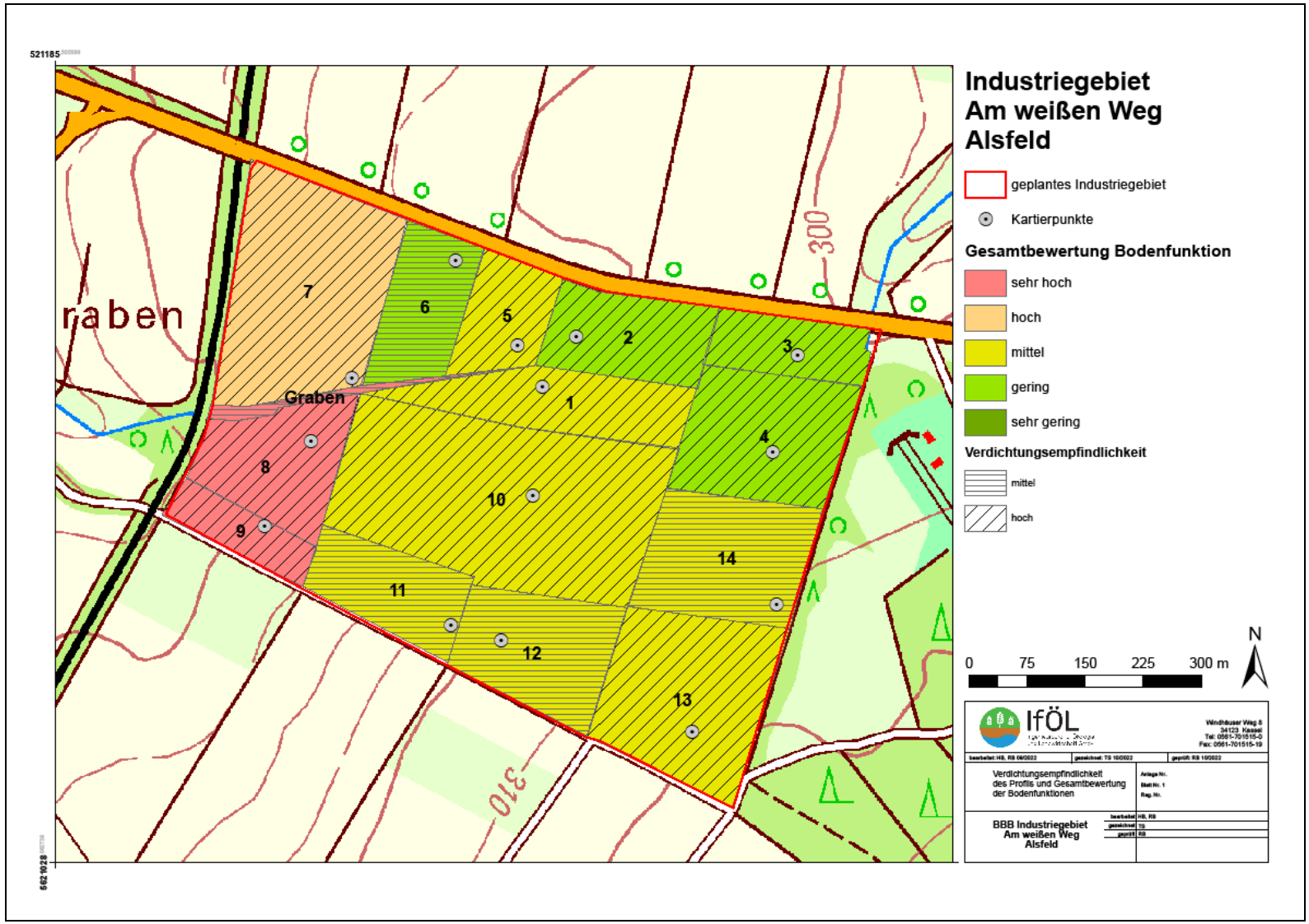

Abbildung 6: Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg" der Stadt Alsfeld

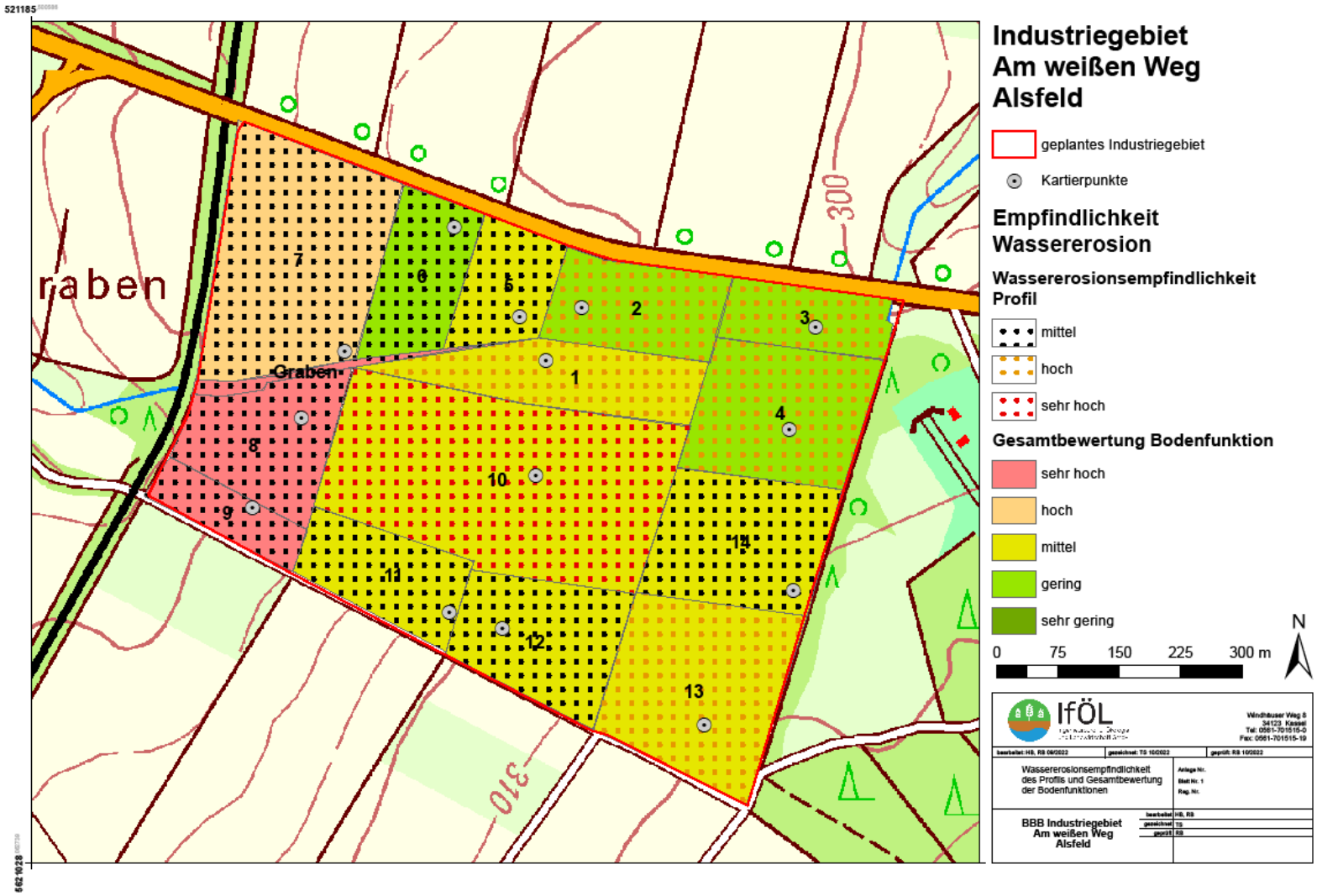

Abbildung 7: Bewertung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Wassererosion des geplanten Industriegebiets „Am weißen Weg" der Stadt Alsfeld

7 Auswirkungsprognose und Ableitung der Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Ausgehend von den projektspezifischen Wirkfaktoren in Kapitel 4.4 werden unter Berücksichtigung der in Kapitel 7.1 genannten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen in Kap. 7.2 die aus dem Vorhaben resultierenden Auswirkungen auf die Böden und ihre natürlichen Bodenfunktionen beschrieben und bewertet. Die Konfliktanalyse orientiert sich dabei an der Arbeitshilfe (Miller et al. 2018) und der DIN 19639 [U20]. Weiterhin berücksichtigt wurde auch das BVB-Merkblatt Bodenkundliche Baubegleitung (Bonn et al. 2013). Die Betrachtung erfolgt dabei unter Berücksichtigung der auf den Bauflächen (bspw. Fundamente, Verkehrsflächen, Bodenauftrags- und Bodenabtragsflächen, Böschungen, Bodenlagerflächen etc.) zu erwartenden Wirkungen.

7.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Nachfolgend werden die Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Minderung von schädlichen Bodenveränderungen, die während der Baumaßnahme zu berücksichtigen sind, erläutert und zusammengestellt. Detailliert sind die während den Erschließungs- und Baumaßnahmen zu beachtenden Vorgaben in Kap.9.1 dargestellt. Die Berücksichtigung und Einhaltung dieser Maßnahmen ist verpflichtend in dem öffentlich-rechtlichen Vertrag mit den Investoren vorzugeben, da die Vermeidungsmaßnahmen bei der Ermittlung der Bodenbeeinträchtigungen mit berücksichtigt wurden..

Bodenbaubegleitung
Zur Sicherstellung des fachgerechten Umgangs mit dem Schutzgut Boden und der Sicherstellung der Umsetzung der Vermeidungsmaßnahmen ist eine kontinuierliche Bodenbaubegleitung erforderlich, z. B. zur Bestimmung der Bodenfeuchte und Beurteilung der Bearbeitungsfähigkeit der Böden, zur Differenzierung des Ober- und Unterbodens und des Untergrundes und der getrennten Lagerung der Bodenmaterialien etc..
Einmessung des Baufeldes
Das Abstecken und Markieren innerhalb der Baugrenzen/Baufenster erfolgt differenziert nach Flächen mit Bodenabtrag >30 cm und Oberbodenabtrag bis 30 cm (nicht bebaubare Flächen oberhalb der Böschungen bzw. seitlich zu den öffentlichen Verkehrswegen). Ebenso sind die Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft einzumessen und gegen unbefugte Befahrung zu schützen. Detaillierte weitere Vorgaben erfolgen durch Anweisung der BBB Mit dem differenzierten Abstecken werden die Bodeneingriffe entsprechend der weiteren Beanspruchung eingegrenzt.
Sachgerechter Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Zum Schutz von Böden und Grundwasser ist ein sachgerechter und den Sicherheitsvorschriften entsprechender Umgang mit wassergefährdenden Betriebsstoffen wie Schmiermittel und Ölen während der Bauzeit einzuhalten. Universalbindemittel zur Aufnahme von wassergefährdenden Stoffen, entsprechende Geräte, dichte Auffangwannen, Folien/Planen (z.B. Silofolie) und dichte „Havariecontainer" für den Schadensfall sind stets vorhalten.

Vorgaben für den Havariefall

Im Schadensfall (auch kleine Tropfverluste!):

1. Schadstoffaustritt unterbinden
2. Schadensstelle sichern und Sofortmaßnahmen einleiten (auffangen & binden)
3. Weitermeldung an AG, ÖBB/BBB, ggf. Einsatzkräfte und Abstimmung zum Vorgehen
4. Kontaminierten Boden/Schotter nach Anweisung BBB abtragen und in Abstimmung mit BBB fachgerecht entsorgen

Maßnahmen des vorsorgenden Bodenschutzes
(vgl. DIN18915, DIN 19639, DIN 19731 & BVB-Merkblatt, DVGW-Merkblatt G 451 (M))

Mahd

Vor Beginn der Arbeiten ist der Aufwuchs ab einer Höhe von 20 cm zu mähen und von der Fläche herunterzunehmen. Das gilt auch für den Aufwuchs auf Ackerstandorten.

Die Mahd mit Abtransport Mähgut erfolgt auch bei Flächen, auf denen Lastverteilungsplatten ausgebracht werden.

Bodenmieten: Alternativ zur Entfernung des Mähgutes kann der Aufwuchs auf den Bodenmieten auch > 14 Tage vor dem Abtrag der Miete gemulcht werden.

Oberbodenabtrag

Der Oberboden wird im Bereich der beanspruchten Flächen mittels Bagger abgetragen und fachgerecht auf Miete zwischengelagert bzw. überschüssiger Oberboden wird direkt verladen und abtransportiert. Der Abtrag erfolgt auf den Eingriffsflächen in der Regel vor Kopf mit einem Bagger. Ein Oberbodenabtrag bei feuchten Bodenverhältnissen (feu3) bzw. steif (plastischer) Konsistenz findet nicht statt.

Vorgehen Oberbodenabtrag:

- Aufmietung mit Bagger, Bodenmiete darf nicht befahren werden, oder direkter Abtransport.
- Bei maximal schwach feuchten Bodenverhältnissen wird der Oberboden mit Bagger aufgenommen und auf den vorgegebenen Mietenstandorten in Trapezform aufgesetzt.
- Bodenarbeiten sind nur bei trockenem bis schwach feuchtem Boden bzw. halbfester Konsistenz zulässig. Bearbeitbarkeit bei steif plastischer Konsistenz bzw. feuchtem Boden ist

nur eingeschränkt (vgl. DIN19731, Tab. 4 und BVB-Merkblatt 2) nach Freigabe durch die BBB zulässig.

- Bodenpressung <0,5 kg/cm² = 5 N/cm² bei schwach feuchtem Boden bzw. <0,35 kg/cm² = 3,5 N/cm² bei feuchten Böden.

Bodenlagerung

- Humoser Oberboden (oberste 30 cm bzw. Ap-Horizont) und Unterboden sind immer getrennt voneinander zu lagern.
- Mietenhöhen: Oberbodenmieten max. 2 m und Unterboden max. 3 m. Bei Untergrundmaterial (Buntsandsteinschotter, Grobsand) können die Mieten bis 4 m Höhe errichtet werden
- Es bietet sich ein trapezförmiger Querschnitt der Mieten an, mit leicht (ca. 2-3%) geneigter Oberseite für bessere Niederschlagsabführung.
- Bodenmaterial (Unterboden) mit unterschiedlichen Qualitäten (Feinbodenart, Grobbodenanteil, Humusgehalt) ist getrennt voneinander auszuheben und zu lagern; die Vorgaben der BBB sind zu beachten.
- Das Material ist locker aufzusetzen und die Mieten dürfen nicht befahren werden.
- Die Oberflächen der Bodenmieten sind mit der Baggerschaufel anzudrücken, um Vernässungen zu minimieren.
- Oberboden darf direkt auf dem bestehenden Oberboden abgelagert werden. Unterboden muss z. B. durch ein Geotextil von der Geländeoberfläche getrennt werden oder wird nach der Entfernung des Oberbodens ohne Vlies auf Unterboden gelagert. Ein Vermischen von Ober- und Unterboden ist nicht zulässig.
- Mieten sind nicht in Senken oder auf vernässten Flächen anzulegen, um eine Vernässung während der Lagerung zu verhindern, ggf. Anlegen von temporären Wasserführungen und/oder Ableitung von Fremdwasserzufluss durch Dränagen bzw. Gräben.
- Zur Vermeidung von Wassereintritt auf die Bauflächen sollten Bodenmieten hangseits der Bauflächen angelegt werden
- Liegen die Bodenmieten hangparallel unterhalb der Arbeitsflächen, ist zwischen Arbeitsfläche/teilversiegelter Fläche und Bodenmiete ein Entwässerungsgraben anzulegen und im Abstand von 20-30 m jeweils mit Rohr unter der Bodenmiete das Wasser abzuleiten bzw. eine Öffnung in der Bodenmiete herzustellen. Bei der Ableitung des Niederschlagswassers ist auf eine breitflächige Versickerung zu achten. Der Auslauf von Rohren ist ggfls. mit Steinschüttung oder Strohballen zu sichern.

Hinweis: Das Herstellen von Aufschüttungsflächen als Standfläche für Gebäude und Infrastruktur richtet sich nach den Vorgaben des Baugrundgutachtes bzw. den Anforderungen an die Standsicherheit der Aufschüttungsflächen.

Ansaat der Bodenmieten

Oberbodenmieten sind bei Lagerungen von >2 Monaten und/oder bei erosionsgefährdeten Böden mit einer Ansaatmischung, beispielsweise aus Senf, Luzerne und Phacelia unmittelbar nach dem Aufsetzen zu begrünen. Durch die erhöhte Evapotranspiration kann eine Vernässung der Mieten zudem verringert werden.

Alternativ ist ein Abdecken der Böden mit Folie möglich, was sich für längere Zeiträume jedoch nicht anbietet.

Bei einer deutlich über ein Jahr hinausgehenden Lagerung des Bodens ist eine dauerhafte Begrünung erforderlich und es sollte mit mehrjährigen Pflanzen gearbeitet werden. Dazu bieten sich regionale Wiesenmischung mit Glatthafer und Kräuterbeimischung an oder auch die Ansaat von Luzerne und Klee.

Die Maßnahme dient auch der Flexibilität bei der Verwertung und dem Wiedereinbau des Bodenmaterials und sollte auch bei Unterboden mit kürzerer Lagerungsdauer angewendet werden.

Abhängig von dem Zeitpunkt der Anlage der Miete ist die Ansaat in Abstimmung mit der BBB zu differenzieren.

Bei einer mehrjährigen Begrünung ist es erforderlich, die Mieten mindestens einmal jährlich zu mähen und auch vor dem Abtrag der Mieten ist eine Mahd mit Entfernung des Mähgutes erforderlich. Alternativ zur Entfernung des Mähgutes kann der Aufwuchs auch >14 Tage vor dem Abtrag der Mieten gemulcht werden.

Befahrung ungeschützter Böden

Befahrung mit Ketten- und Bandlaufwerken nur bei trockenen bis schwach feuchten Böden, Konsistenz hart bis halbfest. Befahrung von schwach feuchten bis feuchten Böden nur nach Freigabe durch BBB und/oder entsprechenden Schutzmaßnahmen wie Auslegen von Lastverteilungsplatten.

Befahrung ungeschützter Böden mit bodenschonenden Laufwerken (z. B. Band- bzw. Kettenlaufwerke) bzw. nach vorherigem Auslegen von Fahrplatten. Zielwert: Bodenpressung <0,5 kg/cm² = 5 N/cm² bei schwach feuchtem Boden bzw. <0,35 kg/cm² = 3,5 N/cm² bei feuchten Böden.

Der Einsatz von Radfahrzeugen oder Geräten mit größerer Bodenpressungen ist nur auf befestigten Baustraßen bzw. Bauflächen oder auf Lastverteilungsplatten zulässig oder bei trockenen Bodenverhältnissen nach Freigabe durch die BBB.

Befahrungen auf unbefestigten Flächen sind mit möglichst geringem Befahrungs- und Rangieraufwand auszuführen.

Versickerung von Niederschlagswasser während der Bauzeit

Über die breitflächige Versickerung von Niederschlagswasser von den versiegelten Flächen kann die Auswirkung der Versiegelung von Flächen gemindert werden. Nicht versickerbares Wasser während der Bauzeit ist so abzuleiten, dass es nicht in Baugruben eindringt oder zu einer dauerhaften Vernässung des Baugrundes führt.

Versickerung von Niederschlagswasser nach dem Bau, Regenrückhaltung

Eine Regenrückhaltung ist durch eine Dachflächenbegrünung mit mindestens 10 cm Substrat vorzusehen. Darüber hinaus anfallendes Regenwasser, das nicht von Verkehrsflächen stammt,

ist möglichst breitflächig zu versickern oder alternative Rückhalte und Versickerungsmöglichkeiten wie Rigolen und Versickerungsmulden sind vorzusehen.
Rekultivierung temporär beanspruchter Flächen
Nach Abschluss der Bauarbeiten und Rückbau der temporären Versiegelung auf künftigen Vegetationsflächen erfolgt eine Bodenlockerung des Erdplanums, sofern dort Verdichtungserscheinungen festzustellen sind. Die Beurteilung von Verdichtungserscheinungen erfolgt durch die BBB bzw. einen Bodensachverständigen. Ebenso sind die unbefestigten Flächen/nicht überbauten Flächen, auf denen Oberboden aufgebracht wird, bei Bedarf zuvor auf mindestens 30 cm Tiefe zu lockern. Der vor Baubeginn abgetragene und auf Mieten gelagerte Oberboden wird nach Bauende und Geländemodellierung auf die temporär beanspruchten Flächen mit Bagger rückschreitend wieder aufgetragen. Fahrspuren im Unterboden werden jeweils vor Oberbodenauftrag gelockert.

7.2 Bewertung der Auswirkungen auf den Boden anhand der projektspezifischen Wirkfaktoren

Die Bewertung der Bodeneingriffe wird in den folgenden Kapiteln unter Berücksichtigung der Wirkfaktoren getrennt entsprechend der bau-, anlage- und betriebsbedingten Beeinträchtigungen dargelegt.

7.2.1 Bau- und anlagebedingte Beeinträchtigungen

Unter die hier anlagebedingt zu berücksichtigenden Flächen fällt die Gesamtfläche innerhalb der Baufenster, die Flächen der öffentlichen Erschließung, der Entwässerungsgraben sowie der landwirtschaftliche Weg. Teilflächen innerhalb der Baufenster werden zwar nicht versiegelt, allerdings wird die gesamte Fläche innerhalb der Baufenster neu modelliert und ist somit der anlagebedingten Beanspruchung zuzuordnen. Dass auch Teilflächen innerhalb der Baufenster als Baustelleneinrichtungsfläche oder Lagerfläche währen des Baus genutzt wird, ist hierbei nachrangig.

Ausschließlich baubedingt beansprucht werden die nicht überbaubaren Flächen.

Die bau- und anlagebedingte Flächeninanspruchnahme kann Tabelle 7 und der Karte der Bodenfunktionen entnommen werden.

Dabei sind folgende Wirkfaktoren in der Reihenfolge ihrer Bedeutung für die Flächen des B-Plans des Industriegebiets „Am weißen Weg" zu berücksichtigen:

- - Teil- und Vollversiegelung
- - Abgrabung/Bodenabtrag
- - Verdichtung
- - Erosion
- - Bodenwasserhaushaltsveränderungen
- - Stoffeintrag bzw. -austrag mit bodenchemischer Wirkung

7.2.1.1 Teil- und Vollversiegelung

Auf nachfolgenden Flächen ist eine Teil- oder Vollversiegelung und somit ein vollständiger Verlust der natürlichen Bodenfunktionen gegeben:

- Gebäude, Straßen, sonstige Vollversiegelung dauerhaft
- Flächen unter oder neben außenliegenden Anlagenteilen wie Kühlung, oberirdische Rohrleitungen
- teilversiegelte Flächen für Wege

Die Flächengröße der dauerhaften Vollversiegelung liegt bei rd. 29,7 ha und die Fläche der dauerhaften Teilversiegelung bei rd. 0,8 ha (vgl. Tabelle 7) in Summe somit **30,5 ha**. Die Bestandswege und bereits im Ist-Zustand vollversiegelten Flächen der B 62 im Norden des B-Plan-Gebietes sind dabei nicht mit aufgeführt.

Auf den möglicherweise temporär teilversiegelten Flächen der nicht bebaubaren Flächen mit einer Flächengröße von rd. 3,79 ha können die Bodenfunktionen nach Rekultivierung nach der Bauphase wieder erfüllt werden. Die temporär teilversiegelten Flächen innerhalb der Baufenster sind hier nicht relevant, da dort der dauerhafte Bodenab- und -auftrag hinsichtlich der Beeinträchtigung der Bodenfunktionen dominiert.

7.2.1.2 Abgrabung/Bodenabtrag

Bodenabträge führen entsprechend der Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarf für das Schutzgut Boden (Miller et al. 2018) in Abhängigkeit der Mächtigkeit des Abtrags zu einer Funktionsminderung bis zum vollständigen Bodenfunktionsverlust. Im Hinblick auf das Vorhaben sind Beeinträchtigungen durch Bodenabträge auf allen Bauflächen durch das Abtragen des Oberbodens im Rahmen der Baufeldfreimachung gegeben. Innerhalb der Baufeldgrenzen findet auf großen Teilflächen ein weitergehender Abtrag bis 60 cm bzw. bis 2 m oder gar bis zum Ausgangsgestein statt.

Für einen Wiedereinbau des ausgehobenen Oberbodens an Ort und Stelle muss eine Zwischenlagerung und Umlagerung des Oberbodenmaterial mit entsprechenden Schutzmaßnahmen gemäß § 12 der BBodSchV am Standort erfolgen. Der abgetragene Oberboden, der später wieder aufgetragen werden soll, wird auf den nicht überbaubaren Flächen oder den nicht versiegelten Flächen in den Baufenstern auf Miete zwischengelagert. Die nicht versiegelten Flächen auf den

privaten Grundstücken habe eine Größe von rd. 7,9 ha, der Bedarf an Oberbodenmieten für vor Ort wieder aufzubringenden Oberboden liegt bei rd. 1,5 ha, wenn alle Bauvorhaben gleichzeitig laufen. Selbst wenn ein Teil der nicht versiegelbaren Fläche als BE-Fläche genutzt wird, ist dort mehr als genügend Pufferfläche vorhanden. Es ist allerdings davon auszugehen, dass nicht alle Baufenster gleichzeitig bebaut werden. Somit können als Flächen für Oberbodenmieten auch noch nicht beanspruchte Parzellen genutzt werden, wenn dies kürzere Transportwege und einen günstigeren Bauablauf bewirkt.

Nach dem Abtrag des Oberbodens von den Verkehrsflächen und später den jeweiligen Bauflächen innerhalb der einzelnen Baufenster, findet der Unterbodenabtrag statt. Dieser wird in den einzelnen Baufenstern jeweils wieder zum Bodenauftrag und zur Herstellung eines einheitlichen Planums je Baufenster verwendet (vgl. Visualisierung B-Plan).

Die Berücksichtigung des Bodenmanagements vor Baubeginn soll bewirken, dass Böden nur in dem Umfang um- und zwischengelagert werden, wie dies unumgänglich ist. Daher gehören zum Bodenmanagement auch Überlegungen und Ermittlungen, wo Abgrabungen zur Herstellung des Planums erfolgen und wo ein Auftrag erforderlich ist. Ziel ist ein projektinterner Massenausgleich des Unterbodens und eine maximale Verwendung von anfallendem Oberboden innerhalb des Geltungsbereichs des B-Plans.

Innerhalb der Baufenster befinden sich nach Bauende rd. 7,16 ha unversiegelte Vegetationsfläche. Teile dieser Fläche, rd. 25 % der Fläche = 1,79 ha, sollen zum Erhalt magerer Rohböden nicht mit Oberboden bedeckt werden. Somit verbleibt zum Oberbodenauftrag eine Fläche von rd. 5,37 auf die der zuvor abgetragene Oberboden wieder aufgetragen werden kann, mithin rd. 16.100 m³ bei einer Auftragsstärke von 30 cm. Weiterhin wird auf 20 % der nicht überbaubaren Fläche von 3,79 ha = 0,76 ha Oberboden mit 30 cm Stärke wieder aufgetragen. Aufgrund der Lagerung in den Bodenmieten von mindestens 1-2 Jahren wird ein Auflockerungsfaktor hier nicht berücksichtigt. Somit ergibt sich aus den nicht überbaubaren Flächen innerhalb der Baufenster ein Oberbodenüberschuss von rd. 5.400 m³

Wiederverwendung von Oberbodenmaterial

Auf 20 % der nicht überbaubaren Flächen mit einer Größe von 0,76 ha ha wird der Oberboden, soweit er abgetragen wurde, wieder in der Abtragsstärke von 30 cm aufgebracht. Maximal findet hier ein Oberbodenabtrag und Wiederauftrag von rd. 2.300 m³ statt.

Aufgrund der dauerhaften Voll- und Teilversiegelung von rd. 33,5 ha ist von überschüssigem Oberboden in der Größenordnung von rd. 100.500 m³ auszugehen, unter Berücksichtigung des Auflockerungsfaktors von 1,2 von rd. 120.600 m³ abzutransportierenden Bodens. Davon können

ca. 2.000 m³ auf den geplanten Gehölzflächen innerhalb der Flächen für *Boden, Natur und Landschaft* aufgetragen werden und nochmals rd. 1500 m³ als zusätzlicher Oberbodenauftrag auf den nicht versiegelten Teilflächen der nicht überbaubaren Flächen. Auf den Bereichen zur Entwicklung von Extensivgrünland oder sonstigen Habitaten innerhalb der Flächen für *Boden, Natur und Landschaft* ist ein Oberbodenauftrag nicht zulässig, da er den naturschutzfachlichen Entwicklungszielen entgegensteht.

Da der Oberboden im Mittel einen Grobbodenanteil von rd. 10 % aufweist, wird dieser vor der Verbringung auf Auftragsflächen gesiebt. Dies ist erforderlich, damit eine Aufwertung auf den Auftragsflächen sichergestellt ist. Die Aussortierte Korngröße liegt bei > 32 mm.

Das bei der Siebung anfallende Gesteinsmaterial kann bei der Anlage von Steinschüttungen auf den Flächen für Naturschutz und Landschaftspflege verwendet werden. Der dort nicht verwertbare Anteil kann entweder im Rahmen der Geländemodellierung z.B. an Böschungsflächen mit eingesetzt werden oder ist abzutransportieren.

- Oberbodenanfall versiegelte Flächen: 100.500 m³
- Oberbodenanfall Böschungsflächen Baufeld: +5.400 m³
- Zusätzlicher Auftrag Gehölzflächen -2.000 m³
- Zusätzlicher Auftrag nicht überbaubare Flächen: -1.500m³
- Verbleibt zu verbringender Oberboden: 102.400 m³
- Abzüglich 10% Steinanteil > 32 mm: -10.200 m³

Verbleibt zu verwertender überschüssiger Oberboden: rd. 92.200 m³

Somit reduziert sich die Masse des aus dem B-Plangebiet abzutransportierenden Oberbodens auf rd. 92.200 m³, unter Berücksichtigung des Auflockerungsfaktors auf ein Volumen von rd. 110.600 m³.

Der Oberboden, der innerhalb des Geltungsbereiches wiederverwendet wird, wird nicht gesiebt, da hier eine Aufwertung der Ertragsfähigkeit nicht beabsichtigt ist. Der Oberboden wird möglichst nah am Anfallort oder am Ort der späteren Wiederverwendung auf Oberbodennieten zwischengelagert:

- bis zu 2.300 m³ von den nicht versiegelten Bereichen der nicht überbaubaren Flächen bei einem Oberbodenab- und -auftrag von 0,3 m bzw. rd. 3.800 m³, wenn zusätzlich 20 cm Oberbodenauftrag mit einem Volumen von 1.500 m³ durchgeführt wird;
- rd. 16.100 m³ für die nicht versiegelbaren Flächen innerhalb der Baufenster bei einem Oberbodenauftrag von 0,3 m auf rd.5,37 ha, 1,79 ha ohne Oberbodenauftrag;
- rd. 2.000 m³ Bodenauftrag mit 20 cm Auftragsstärke auf den Bereichen für Gehölzentwicklung innerhalb der Flächen für Boden, Natur und Landschaft;
- in der Summe rd. 21.900.000 m³.

Der Oberbodenauftrag auf den für Gehölzentwicklung geplanten Bereichen innerhalb der Flächen für *Boden, Natur und Landschaft* findet direkt im Anschluss an den Oberbodenabtrag statt. Hierfür sind somit keine Flächen für Oberbodenmieten erforderlich. Ebenso wird der überschüssige Oberboden direkt abtransportiert und zu den festgelegten Flächen für den Auftrag transportiert. Daher sind für den überschüssigen Oberboden keine Flächen für Oberbodenmieten innerhalb des geplanten Industriegebietes vorzusehen.

Die Gesamtfläche für Oberbodenmieten innerhalb des Geltungsbereichs des B-Plans liegt somit bei bis zu 1,5 ha unter Berücksichtigung von maximal 2 m Mietenhöhe nach Setzung des aufgehaldeten Oberbodens und Böschungen. Mietenhöhe direkt bei Anlage ca. 2,4 m hoch.

Da zunächst die öffentliche Erschließung erstellt wird und nachfolgend die einzelnen Baufenster nicht alle im gleichen Zeitraum hergestellt werden, liegt die Flächen für Oberbodenlagerung zum jeweiligen Bauzeitpunkt deutlich unter dem Wert von 1,5 ha.

Verwertung von Oberbodenmaterial

Der Oberbodenabtrag betrifft fast ausschließlich den humusreichen Ap-Horizont auf einer Mächtigkeit von ca. 25-30 cm bzw. des Ah-Horizontes unter dem Grünland (Bohrstock 5). Für einen Wiedereinbau des ausgehobenen Bodenmaterials an Ort und Stelle muss eine Zwischenlagerung und Umlagerung des Oberbodenmaterials mit entsprechenden Schutzmaßnahmen gemäß § 12 der BBodSchV auf der Baustelle erfolgen und die Vorgaben des § 12 BBodSchV sind einzuhalten.

Hinsichtlich des überschüssigen Oberbodens ist zu beachten, dass grundsätzlich das Aufbringen von Boden auf landwirtschaftlichen Flächen nur zulässig ist, wenn damit eine Verbesserung der Bodenfunktionen erreicht wird. Der überschüssige Oberboden aus dem Geltungsbereich des B-Plans darf nur auf solche landwirtschaftlichen Flächen aufgebracht werden, deren Ackerzahl niedriger oder gleich der des aufzutragenden Oberbodens ist. Die Festlegung der Flächen für den Oberbodenauftrag wird in einem separaten Bericht dargelegt, der die Grundlage für städtebauliche Verträge zwischen Stadt Alsfeld und den jeweiligen Bauträgern hinsichtlich der Oberbodenverwertung darstellt. Es ist rechtzeitig vorher ein entsprechendes Konzept für die sachgerechte, den Bodenschutz berücksichtigende Verwertung des überschüssigen Oberbodenmaterials auf landwirtschaftlichen Flächen zu erstellen. Dabei sind die Vorgaben des § 12 BBodSchV sowie der

einschlägigen Richtlinien [U12] [U16] [U17] zu berücksichtigen. Eine schlaggenaue Festlegung der Flächen kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht erfolgen, da der Bodenauftrag privatrechtliche Regelungen zwischen den jeweiligen Bauherren und den Grundstückseigentümern voraussetzt. Daher wird in einem separaten Dokument zunächst ein Flächenpool von geeigneten Flächen für den Oberbodenauftrag mit einer Größe von mindestens 80 ha ermittelt. Dies entspricht dem doppelten der benötigten Bodenauftragsfläche bei einer Auftragsstärke von 20 cm.

Wiederverwendung von Oberbodenmaterial beim Rückbau temporär beanspruchter Flächen

Im Zuge des Rückbaus der temporären Baustelleneinrichtungsflächen und der Herstellung von Vegetationsflächen innerhalb der Baufenster und angrenzend an den öffentlichen Straßenraum wird der Oberboden wieder aufgebracht. Der Oberbodenauftrag liegt grundsätzlich bei rd. 30 cm.

Zur Minderung des Oberbodenüberschusses aus den großen versiegelten Flächen könnte auf den nicht überbaubaren Flächen der Wiederauftrag von Oberboden von 30 cm auf 50 cm erhöht werden. Bei einer Fläche von rd. 3,79 ha, auf die Oberboden zusätzlich aufgetragen wird, würde sich der Oberbodenüberschuss um rd. 7.600 m³ reduzieren.

Verwertung des anfallenden Unterbodens

Der anfallende Unterboden bei der Herstellung des Erdplanums innerhalb der Baufenster wird - soweit aus bautechnischer Sicht möglich - im Bereich der Baustelle wiederverwendet. Der Bodenaushub aus Fundamentgruben wird zur Wiederverfüllung sowie Herstellung des Gesamtplanums oder der Geländemodellierung eingesetzt.

Maßnahmen des vorsorgenden Bodenschutzes bei Abgrabung und Bodenabtrag

- Minimierung von Bodentransport
- Verwertung anfallenden Bodenaushubs vor Ort (Massenausgleich im Projektgebiet)
- Mit Oberboden angedeckte Flächen und abschließend profilierte Flächen sind jeweils direkt nach Herstellung einzusäen
- Befahrung ungeschützter Böden nur bei entsprechender Konsistenz / zulässigen Kontaktflächendruck B <0,5 kg/cm² = 5 N/cm² bei schwach feuchtem Boden bzw. <0,35 kg/cm² = 3,5 N/cm² bei feuchten Böden. Alternativ sind Lastverteilungsplatten auszulegen.
- Im Rahmen der Rekultivierungsarbeiten erfolgen nach Feststellung einer Bodenverdichtung eine Bodenlockerung auf den temporär beanspruchten Flächen und danach das Aufbringen des zwischengelagerten Oberbodens.

Im Zuge des Rückbaus wird das Ausgangsgelände außerhalb der Baufenster wiederhergestellt. Auf den Flächen „Baufenster" erfolgt eine grundlegende Modellierung und es verbleiben teilweise hohe Böschungen. Hier wird ein Oberbodenauftrag mit 30 cm sicherlich nicht realisiert werden können.

Die zur Geländemodellierung erforderlichen Bodenmassen werden möglichst direkt bei deren Anfall umgelagert und eingebaut. Dadurch entfällt eine Zwischenlagerung.

7.2.1.3 Verdichtung

Im Bereich der nicht überbaubaren Flächen kann es durch die Herstellung eines tragfähigen Planums für die temporäre Versiegelung und durch das Befahren der Böden im Rahmen der Errichtung von Bodenmieten sowie durch das Zwischenlagern von Bodenaushub zu Verdichtungen der Böden kommen.

Ebenso ist davon auszugehen, dass auf den Abgrabungs- und Aufschüttungsflächen der Unterboden mehr oder minder stark verdichtet wird. In den Aufschüttungsbereichen, die bis zu 12 m Höhe aufweisen, muss eine Standfestigkeit hergestellt werden. Dies erfolgt durch Verdichtung des aufgetragenen Bodens. Auf den Teilflächen, die nicht überbaut werden, ist eine Bodenlockerung vor Auftrag des Oberbodens erforderlich, damit die Bodenfunktionen langfristig wieder erfüllt werden können. Auf den Abgrabungsflächen steht teilweise das Ausgangsgestein an, teilweise der Unterboden, der aber während der Bauzeit verdichtet wird, um darüber BE-Flächen und temporäre Wege herzustellen. Die nicht versiegelten Teilflächen der Abgrabungsflächen sind daher, soweit kein Fels ansteht, vor dem Auftrag von Oberboden zu lockern.

Das Ausmaß der Bodenveränderungen hängt wesentlich vom einwirkenden Gewicht, der Überrollhäufigkeit sowie der Bodenstabilität bzw. der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden ab. Die Verdichtungsempfindlichkeit bezieht sich hierauf den Unterboden, da der Oberboden entweder abgetragen wird oder grundsätzlich bei Befahrung mit Lastverteilungsplatten oder Baustraßen auf Vlies geschützt wird. Die Unterböden innerhalb des Eingriffsbereichs sind überwiegend mit einer mittleren bis hohen Empfindlichkeit gegenüber Verdichtungen bewertet (s. Tabelle 19). Unabhängig von der Bodenart wirkt sich der Bodenzustand (hier Bodenfeuchte) auf die Tragfähigkeit der Böden aus. Nasse Böden sind verdichtungsempfindlicher als trockene, ein wesentlicher Einflussfaktor stellt hierbei die Witterung vor und während der Bauphase dar.

Die Verdichtung von Böden bewirkt eine Veränderung des Bodengefüges mit Auswirkungen auf die Durchlüftung und den Wasserhaushalt und somit auch auf verschiedene Stoffkreisläufe im Boden. Für die natürlichen Bodenfunktionen bedeutet dies eine Verschlechterung des Biotopentwicklungs- und Ertragspotenzials.

Nachfolgende Maßnahmen können Beeinträchtigungen des Bodens vermeiden bzw. minimieren:

- Bodenkundliche Baubegleitung
- Auspflocken und Beachten des ausgepflockten Baufeldes
- Beachtung Bodenfeuchte/Konsistenzbereiche bei Bodenarbeiten
- Beachtung des zulässigen Kontaktflächendrucks
- Nutzung Lastverteilungsplatten/Befestigung bauzeitlich beanspruchter Flächen
- Einstellung von Bodenarbeiten bei feuchten bis nassen Bodenverhältnissen

Durch das Auslegen von Lastverteilungsplatten oder die Anlage von Baustraßen können schädliche Bodenverdichtungen vermieden werden. Die Lastverteilungsplatten sollten bei trockenen bis schwach feuchten Bodenverhältnissen ausgelegt werden. Nach Bauende ist hier in der Regel eine Bodenlockerung mit Grubber ausreichend. Bei tiefergreifender Verdichtung erfolgt eine Tiefenlockerung. Der Umfang und die Tiefe der mechanischen Bodenlockerung ist im Rahmen der Rekultivierung durch die Bodenbaubegleitung festzulegen.

7.2.1.4 Erosion

Erosion kann durch Zutritt von Wasser in oder auf das Baufeld und/oder durch Windeinfluss ausgelöst werden und führt in der Regel zu einem Abtrag von Bodenmaterial, wodurch auch benachbarte Flächen beeinträchtigt werden können. Grundsätzlich ist bei Bauvorhaben das Baufeld, im Besonderen aber der in Mieten gelagerte Boden gefährdet. Der Verlust von Bodenmaterial, die Veränderung des gewachsenen Bodenprofils und der Bodenentwicklung sowie eine Einschränkung des Ertragspotenzials können die Folge sein.

Die Böden im Geltungsbereich des B-Plans liegen nur kurze Zeit offen bevor sie befestigt werden. Andere Flächen, z. B. Böschungen, die nicht befestigt werden, liegen über längere Zeit offen.

Bei Böschungen und Bodenmieten ist aufgrund der Bodenart besonders darauf zu achten, dass diese nicht zu steil bzw. nicht zu hoch aufgeschüttet werden. Im hier betrachteten Vorhaben ist für die Böschungen ein Verhältnis von 1:1,5 angesetzt, so dass auch für diese Flächen eine erhöhte Erosionsgefährdung gegeben sein kann (vgl. Tabelle 21, überwiegend mittleres bis sehr hohes Erosionsgefährdung des Unterbodens). Die Verschlämmungsneigung ist dagegen überwiegend schwach bis sehr schwach. Böschungen sollten möglichst zeitnah nach Herstellung mit Oberboden abgedeckt und begrünt werden. Der Oberboden weist ebenfalls eine schwache bis sehr schwache Verschlämmungsneigung auf.

Eine Winderosion ist bei dem hier anstehenden Unter- und Oberboden nicht zu befürchten (vgl. Tabelle 21).

Nachfolgende Maßnahmen können Beeinträchtigungen des Bodens vermeiden bzw. minimieren:

- Bodenkundliche Baubegleitung
- Auswahl Mietenstandorte
- Vermeidung Zufluss Oberflächenwasser
- Ansaat der Mieten oder Abdeckung der Mieten
- Böschungen und andere abschließend modellierte Fläche unmittelbar mit Oberboden andecken und eingrünen

7.2.1.5 Veränderungen des Bodenwasserhaushalts

Grundwasserhaltungsmaßnahmen sind für das Vorhaben nicht vorgesehen. Die festgestellten Böden weisen zwar Stauwassermerkmale auf und innerhalb der Baufenster wird sich der Wasserhaushalt aufgrund der Ab- und Aufträge (s. o.) deutlich verändern. Auf den nicht versiegelten Teilflächen ist allerdings davon auszugehen, dass bei Durchführung der o. g. Maßnahmen eine Versickerung des auf den nicht versiegelten Flächen anfallenden Niederschlagswassers stattfindet und somit eine langfristige Beeinträchtigung dieser Funktion minimiert werden kann. Wenn der Unterboden gelockert und 30 cm Oberboden aufgebracht wurde, sollte auf den ebenen Flächen eine Versickerung bzw. Aufnahme des Wassers im Boden möglich sein. Das von den Böschungen abfließende Wasser kann dort ebenfalls noch versickern/aufgenommen werden.

Das von den Aufschüttungsböschungen am Rande des Gebietes abfließende Wasser kann auf den angrenzenden Flächen versickern.

Beeinträchtigungen des Wasserhaushalts von Flächen außerhalb der eigentlichen Bautätigkeiten/Abgrabungen und Aufschüttungen sind nicht zu befürchten, da keine Grundwasserführenden Schichten angeschnitten werden.

7.2.1.6 Wasserzutritt während der Bauphase

Aufgrund der Standortverhältnisse sind erhebliche Beeinträchtigungen durch Wasserzutritt während der Bauphase, die sich nachteilig auf die Bodenfunktionen auswirken werden, nicht abzuleiten. Der Wasserzutritt wird lediglich für die Baufenster angenommen, bei denen die Bodenfunktionen ohnehin weitgehend verloren gehen. Hier kann bei Starkniederschlägen oberflächig ablaufendes Wasser Erosionsschäden an Böschungen der Profilierungsfläche und Baugruben bewirken oder in Baugruben laufen. Daher sind Maßnahmen zur Wasserableitung vorzusehen, z. B. sind entsprechende Gräben oberhalb der Anschnittsböschungen und Drainagen unter dem Planum der Baufenster vorzusehen (vgl. Kap. 7.1).

Wenn Bodenmieten talseits der Baufenster oder in Hanglage angelegt werden, ist für die Ableitung von sich oberhalb der Mieten stauenden Niederschlagswassers zu sorgen. Dies ist im Detail vor Ort zwischen Bauleitung, Bauüberwachung und Bodenbaubegleitung abzustimmen.

7.2.1.7 Stoffeintrag bzw. -austrag mit bodenchemischer Wirkung

Durch das Vorhaben besteht baubedingt das Risiko von Stoffein- bzw. -austrägen fester oder flüssiger Stoffe. Eine Rolle spielen dabei die Treib- und Schmierstoffe der für die Bauarbeiten benötigten Maschinen. Beeinträchtigungen dieser Art können nicht vollständig ausgeschlossen werden, sind aber bei einem ordnungsgemäßen Baustellenbetrieb (bspw. regelmäßige Wartung, Vermeidung von Tropfverlusten bei der Betankung, Vorhalten von Bindemittel) bei der Beurteilung der Auswirkungen zu vernachlässigen. Der Havariefall stellt nicht die Regel dar und für diesen sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

Um die notwendige Standfestigkeit innerhalb der Baufenster oder auch des Planums der öffentlichen Verkehrsflächen sowie von Gebäuden oder andern Anlagenteilen zu erreichen, kann die Verwendung hydraulischer Bindemittel erforderlich werden. Dies gilt insbesondere im Bereich von Bodenaufträgen. Bei den zur Konditionierung verwendeten Stoffen handelt es sich um keine boden- oder wassergefährdenden Stoffe.

Nachfolgende Maßnahmen können Beeinträchtigungen des Bodens vermeiden bzw. minimieren:

- - Bodenbaubegleitung
- - Vorsorge für Havariefall, Verhaltensvorgaben für Havariefall

7.2.2 Betriebsbedingte Beeinträchtigungen

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Nutzung der einzelnen Teilflächen noch nicht bekannt. Entsprechend den Festsetzungen im B-Plan können grundsätzlich bei ordnungs- und bestimmungsgemäßem Betrieb der Anlagen und Betriebe Beeinträchtigungen des Bodens ausgeschlossen werden. Das gilt auch für die Straßenverkehrsflächen.

7.2.3 Rückbau

Ein Rückbau wird hier nicht betrachtet, da die Genehmigung nicht befristet beantragt wird.

8 Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Für das geplante Industriegebiet „Am weißen Berg" erfolgt gemäß Anlage 2 der Kompensationsverordnung eine gesonderte Bilanzierung der Eingriffe in die natürlichen Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG sowie der bodenbezogenen Kompensationsmaßnahmen.

8.1 Bewertung der Wertstufen vor und nach dem Eingriff

Für die Ermittlung des Wertstufenverlusts (WS-Verlust) werden die in Kapitel 4 beschriebenen Bodenfunktionen (Ist-Zustand) je Eingriffsfläche zugrunde gelegt.

Tabelle 22: Übersicht über die natürlichen Bodenfunktionen inkl. Gesamtbewertung an den Standorten (bereits voll- und teilversiegelte Flächen wurden hier nicht berücksichtigt)

Standort	Lebensraum für Pflanzen		Wasserhaushalt	Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium	Gesamtbewertung der Bodenfunktion	Flächenumfang
	Standort typisierung	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen		m²
Fläche 01-1	3	3	2-3	2-5	2-4	52.700
Fläche 01-2	3-5	3-4	2-3	2-5	2-5	116.900
Fläche 02-1	3	3	2	3	2	32.600
Fläche 02-2	3	3	2	2	2	32.700
Fläche 03	3	3	3	4	3	123.300
Verkehrsflächen, versiegelter Graben	3	3-4	2-3	2-4	3	18.400
Nicht überbaubare Flächen	3	3	2-3	2-5	3-4	37.900
Flächen für Boden, Naturschutz und Landschaft	3	3-4	2-3	2-4	3-4	32.100

Entsprechend Anlage 1 der Arbeitshilfe (Miller et al. 2018) sind in die Ermittlung der Wertstufen nach dem Eingriff die in Tabelle 23 dargestellten Abschläge je Bodenfunktion berücksichtig und in die Ermittlung der WS-Differenz eingeflossen.

Tabelle 23: Abschläge entsprechend der anlage- und baubedingten Wirkungen gemäß Miller et al. (2018)

Wirkfaktor	WS-Verlust			
	Standorttypisierung/Biotopentwicklungspotenzial	**Ertragspotenzial**	**Feldkapazität**	**Nitratrückhaltevermögen**
Versiegelte Flächen der Baufenster	-5	-5	-5	-5
Verkehrsflächen und Graben, dauerhafter Versiegelung	-5	-5	-5	-5
Nicht versiegelte Flächen innerhalb der privaten Grundstücke Abgrabung bis 30 cm	-1	-1	-1	-1
Nicht versiegelte Flächen innerhalb der Baufenster Abgrabung bis 60 cm	-1	-2	-2	-2
Nicht versiegelte Flächen innerhalb der Baufenster Abgrabung bis 200 cm aber oberhalb von Festgestein	-1	-3	-3	-3
Nicht versiegelte Flächen innerhalb der Baufenster Abgrabung bis Festgestein	-5	-5	-5	-5
Nicht versiegelte Teilflächen innerhalb der Baufenster (Verdichtung, Erosion und Stoffeintrag)	WS-Verlust: 25 %			
BE-Flächen/nicht überbaubare Flächen mit temp. Oberbodenabtrag	WS-Verlust 15%			

Die für die Eingriffsflächen ermittelte WS-Differenz ist in Anlage 2 dargestellt.

8.2 Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarfs

Die detaillierten Ergebnisse der Bilanzierung der bodenbezogenen Eingriffe, die über das Excel-Berechnungswerkzeug nach Miller et al. (2108) ermittelt wurden, kann Anlage 3 entnommen werden.

Für das Industriegebiet „Am Weißen Weg" ergibt sich der in Tabelle 24 dargestellte Kompensationsbedarf, unter Berücksichtigung der vorgesehenen Minimierungsmaßnahmen:

- Rückhaltung von Niederschlagswasser durch Dachbegrünung
- Bodenbaubegleitung.
- Mechanische Unterbodenlockerung der Vegetationsflächen /nicht überbaubarer Flächen vor Auftrag Oberboden
- Wiedereinbau Oberboden und Zwischenbegrünung mit Senf, Luzerne oder vergleichbar auf den baubedingt beanspruchten nicht überbaubaren Flächen (ursprüngliches Geländeniveau)
- Auftrag Oberboden auf Böschungsflächen außerhalb der Rohbodenflächen und Einsaat mit Wiesenkräutermischung

Tabelle 24: Ermittelter Kompensationsbedarf gemäß Miller et al. (2018)

Anlage	**Ausgleichsbedarf Schutzgut Boden (BWE)**
Vollversiegelte Flächen der Baufenster, Dachflächen mit Dachbegrünung	80,41
Vollversiegelte Flächen der Baufenster ohne Teilflächen mit Dachbegrünung	130,70
Vollversiegelte Flächen: Verkehrsflächen, Entwässerungsgraben	14,42
Versiegelte Fläche innerhalb der nicht überbaubaren Flächen außerhalb der Baufenster	16,01
Nicht versiegelte Teilflächen der nicht überbaubare Flächen außerhalb Baufenster	0,47
Nicht versiegelte Flächen innerhalb der Baufenster	35,24
Gesamt	**277,25**

8.3 Kompensation

Nachfolgend wird ein Überblick über die naturschutzfachlichen und bodenbezogenen Kompensationsmaßnahmen gegeben. Eine detaillierte Darstellung ist Kap. 9.1 Maßnahmenblättern zu entnehmen.

8.3.1 Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen

Interne Minderungsmaßnahmen

Folgende Maßnahmen innerhalb der Eingriffsflächen des Industriegebietes „Am weißen Weg" sind vorgesehen:

Innerhalb des Eingriffsbereichs des B-Plans (Straßenverkehrsflächen, Baufenster, Entwässerungsgraben und Wirtschaftsweg) werden die baubedingt beanspruchten Flächen im Anschluss an die Bauphase rekultiviert.

- Einsaat der mit Oberboden wieder bedeckten Flächen innerhalb der Baufelder, ebene Flächen auf rd. 3,6 ha
- artenreiche Grünlandeinsaat zur Begrünung der Böschungsflächen auf rd. 3,6 ha
- artenreiche Grünlandeinsaat nach Bodenlockerung und Oberbodenauftrag (sofern er vorher abgetragen wurde) zur Begrünung der nicht versiegelten Flächen außerhalb der Baufenster

Diese Maßnahmen sind entsprechend dem Anhang bei (Miller et al. 2018) nicht als Kompensationsmaßnahmen aufgeführt. Daher wurden diese Maßnahmen bei den Minderungsmaßnahmen auf den nicht versiegelten Flächen der Baufenster mitberücksichtigt.

Externe Kompensationsmaßnahmen

Außerhalb der Eingriffsflächen sind zur Kompensation (Natur- und Bodenschutz) beispielsweise sind folgende Maßnahme vorgesehen:

- Auftrag humoser Oberboden auf Ackerstandort

Die Maßnahmen wirken multifunktional zur Kompensation des naturschutzrechtlichen Ausgleichs. Zudem wird durch die Etablierung und Erhaltung langjährig bodenbedeckender Vegetationsbestände eine bodenbezogene Kompensation erlangt im Vergleich zu der zuvor intensiv genutzten Ackerfläche.

Daneben sind zum jetzigen Zeitpunkt weitere Maßnahmen, die sich positiv auf die Bodenfunktionen auswirken, noch nicht festgelegt.

8.3.2 Bewertung der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Für die in Kapitel 8.3.1 aufgeführten Kompensationsmaßnahmen ergibt sich eine Wertstufendifferenz und somit ein Ausgleich der Bodenfunktionen von **97,55 BWE** (Bodenwerteinheiten).

Die Aufwertung bei der Maßnahme „Auftrag humoser Oberboden" erfolgt über die Ermittlung der Feldkapazität (FK) und der nutzbaren Feldkapazität (nFK). Der überschüssige Oberboden von den Flächen des Industriegebietes weist im Wesentlichen die Bodenarten Slu und Ls2, Us und Sl3 auf. Je dm Bodenmächtigkeit liegt die nFK zwischen 16 mm (Ls2) und 35 mm (US). Konservativ wird von einem Wert von. 15 mm ausgegangen. Bei 20 cm Bodenauftrag ergibt dies eine Erhöhung

der nFK um 30 mm und damit einen Wertstufengewinn von 0,6 entsprechend Miller et al (2018). Dieser Wertstufengewinn wird auch für das Ertragspotenzial und das Nitratrückhaltevermögen angesetzt.

Die Anlage von extensiv genutztem Grünland auf nicht erosionsgeschädigten Flächen bewirkt lediglich einen Wertstufengewinn bei dem Biotopentwicklungspotenzial von 0,5.

Die Anlage von dauerhafter Vegetation auf erosionsgeschädigten Ackerstandorten führt dagegen zu einer Funktionsaufwertung von je 1 Punkt bei dem Ertragspotenzial, der Feldkapazität und dem Nitratrückhaltevermögen, in Summe somit um drei BWE.

Tabelle 25: Ermittelte Wertstufendifferenz der Ausgleichmaßnahmen gemäß Miller et al. (2018)

Kompensationsmaßnahmen)	**Ausgleich Schutzgut Boden (BWE)**
Maßnahme 1: Auftrag humoser Oberboden auf nicht überbaubaren Flächen außerhalb der Baufenster und auf den Flächen für Boden- und Naturschutz auf 3,97 ha	Fläche in ha x 1,8 Bei 3,97 ha = 7,15
Maßnahme 2: Auftrag humoser Oberboden Slu, Ls2, Us und Sl3 und nachrangig Lt2 auf Ackerstandorte	Fläche in ha x 1,8 Bei 46,0 ha = 82,8
Interne Maßnahme 3: Entwicklung von extensiv genutztem Grünland (Etablierung und Erhaltung langjährig bodenbedeckender Vegetation auf nicht erosionsgefährdeten Böden), hier Flächen für Naturschutzr	Fläche in ha x 0,5 Bei 3,2 ha = 1,6
Externe Maßnahme: CEF-Maßnahme - Anlage von Blühstreifen (Anlage von Brachen)	Fläche in ha x 0,75: Bei 8 ha = 6,0
Gesamt	**97,55**
Weitere mögliche Maßnahmen, beispielhaft	
Externe Maßnahme 1 Entwicklung von extensiv genutztem Grünland (Etablierung und Erhaltung langjährig bodenbedeckender Vegetation auf erosionsgeschädigten Böden)	Fläche in ha x 3 Bei 4 ha = 12,0
Externe Maßnahme 2 Entwicklung von extensiv genutztem Grünland (Etablierung und Erhaltung langjährig bodenbedeckender Vegetation auf nicht erosionsgefährdeten Böden)	Fläche in ha x0,5 Bei 2 ha = 1,0
Gesamt	**13**

Der Gesamtkompensationsbedarf Boden liegt entsprechend der Berechnung in Tab. 24 bzw. Anlage 3 bei 277,25 Bodenwerteinheiten. Bringt man davon die in Tab. 25 ermittelte Ausgleich von

97,55 BWE in Abzug, verbleibt ein Kompensationsbedarf von **179,70 BWE**. Die 97,55 BWE entsprechen 35% des Gesamtkompensationsbedarfs

Wie in Kap. 3.1.2 dargelegt, kann aufgrund fehlender Flächenverfügbarkeit die Kompensation für den Funktionsverlust der Böden nicht durch konkrete Maßnahmen auf festgelegten Flächen umgesetzt werden. Stattdessen werden zunächst die Kosten für die noch ausstehende Kompensation der 179,70 BWE wie folgt ermittelt:

- Rückbaukosten für 33,5 ha *0,65 = 21,78 ha versiegelte Fläche, die noch nicht kompensiert sind
- Kosten für Kompensation von 37,51 BWE x 0,65 =23,21 BWE für die Funktionsverluste auf nicht versiegelten Flächen, entspricht der Anlage von dauerhafter Begrünung auf stark erosionsgeschädigten Ackerflächen auf 7,74 ha

Mit diesem ermittelten Geldbetrag können KV-Punkte aus Ökokonten erworben werden, die aus Maßnahmen mit positiven Wirkungen auf die Bodenfunktionen stammen, etwa Umwandlung Ackerland in Grünland oder Entsiegelungsmaßnahmen.

Die Details dazu werden in einem gesonderten Dokument aufgeführt, das dann in Verbindung mit diesem Bodenschutzkonzept du den Festsetzungen in dem B-Plan die Grundlage für die Städtebaulichen Verträge zwischen der Stadt Alsfeld und dem Vorhabenträger sind.

9 Vorgaben für die Bodenkundliche Baubegleitung, die Überwachung und Qualitätssicherung

Für die bodenkundliche Baubegleitung, die zwingend in dem öffentlich-rechtlichen Vertrag mit den Investoren festzulegen ist und über die gesamte Dauer der Baumaßnahmen sichergestellt werde muss, sind nachfolgend einige Maßnahmenblätter zum vorsorgenden Bodenschutz dargestellt. Je nach der konkreten Ausführungsplanung sind diese Maßnahmenblätter entsprechend zu aktualisieren und als Baustellenanweisungen den ausführenden Baufirmen vorzulegen.

9.1 Maßnahmenblätter vorsorgender Bodenschutz B-Plan Industriegebiet „Am weißen Weg"

Maßnahmenblatt 1 – Bodenkundliche Baubegleitung

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung B-Plan IG-„Am weißen Weg"	**Vorhabenträger/in** Magistrat der Stadt Alsfeld	**Maßnahmennummer** **MB-1**

Bezeichnung der Maßnahme **MB-1 –** Bodenkundliche Baubegleitung	**Maßnahmentyp** ☒ V Vermeidungs-/Minderungs-/Schutzmaßnahme ☐ A Ausgleichsmaßnahme ☐ E Ersatzmaßnahme
Lageplan der Maßnahme. B-Plan **Unterlage Nr.: Bodenschutzkonzept**	**Zusatzindex/Besondere Funktion** ☐ AR Artenschutzrechtliche Vermeidungs-/ Minderungs- / Schutzmaßnahme ☐ CEF funktionserhaltende Maßnahme ☐ FCS Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes ☐ K Maßnahme zur Kohärenzsicherung

Lage der Maßnahme

Gesamter Vorhabenbereich und daran angrenzende Wirkbereiche.

Auslösende Konflikte (Begründung der Maßnahme)
Kurzbeschreibung der Konflikte Beeinträchtigungen des Schutzguts Boden.
Umfang Gesamter Geltungsbereich des B-Plans und umgebende Flächen, Flächen für Oberbodenauftrag

Maßnahme
Zielsetzung Sicherstellung der Maßnahmen zum vorsorgenden Bodenschutz und Vermeidung von Bodenbeeinträchtigungen. Ergänzende, qualifizierte Fachbauleitung (Dipl.-Ing., B. Sc., M. Sc. o.ä.) mit entsprechender praktischer Erfahrung zur Unterstützung der BOL, um einen weitestgehend schonenden Umgang mit Boden zu gewährleisten.

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB-1**
Vermeidung nicht erforderlicher Eingriffe. Konkretisierung von zeitlich und räumlich begrenzten Bautätigkeiten entsprechend dem Zustand von Natur und Umwelt zum jeweiligen Zeitpunkt. Bekannt machen von Defiziten, Schäden oder fachlichen Beiträgen gegenüber BOL und Baubevollmächtigten des AGs.		
Ausgangszustand der Maßnahmenflächen -	**Zielbiotop/FFH-Lebensraumtyp/Zielart** -	
Umfang der Maßnahme Gesamter Vorhabenbereich und daran angrenzende Wirkbereiche		

Maßnahmenbeschreibung

Beteiligung bei Ausschreibung der Baumaßnahmen und Bauvorbereitung:

- Zuarbeit zu Ausschreibung, Überprüfung Ausschreibungsunterlagen hinsichtlich Anforderungen vorsorgender Bodenschutz.

Besprechungswesen

- Regelmäßige Teilnahme an den Bauberatungen soweit Belange des Bodenschutzes betroffen sind.
- Aufklärungen der Bauleitung sowie der am Bau Beschäftigten über die Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen zum Boden.

Regelmäßige Begehungen der Baustellen und deren Umgebung zur:

- Überwachung der Ausführung der baulichen Tätigkeiten auf Übereinstimmung mit bodenfachlichen Auflagen der Genehmigung, Ausführungsplänen, Baubeschreibung, Leistungsbeschreibung sowie auch entsprechenden Verordnungen, Vorschriften und anerkannten Regeln der Technik.
- Überwachung der Einhaltung aller genehmigten Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen im Zusammenhang mit Bodenschutz sowie, falls im Genehmigungsverfahren nicht berücksichtigt, Ergänzungen in Plan und Ausführung.
- Sicherstellung der Einhaltung der DIN 19639:2019-09.
- Überwachung der Einhaltung der Vorgaben zu der Bearbeitbarkeit von Böden z. B. Einstellung der Arbeiten bei feuchten Bodenverhältnissen bzw. Einsetzen geeigneter Schutzmaßnahmen.
- Sicherstellen der Maßnahmen zum Erosionsschutz.
- Überwachung der Vermeidung von Vermischung der Bodenschichten bei Aus- und Einbau.
- Durchführung oder Kontrolle der Analytik der Überschussmassen und von belastetem zur Deponierung vorgesehenem Bodenaushub
- Freigabe Böden zum Abtransport von der Baustelle zur Deponierung bzw. Weiterverwertung
- Aufnahme und Bewertung von Schäden an Böden, sowie Überwachung der Beseitigung festgestellter Beeinträchtigungen des Bodens.
- Zustandsfeststellung, ggf. Beweissicherungsverfahren, falls erforderlich unter Hinzuziehen eines Umweltlabors.
- Systematische Zusammenstellung aller im BBB-Zusammenhang angefallenen Dokumente, sowie ggf. zeichnerische Darstellungen und rechnerische Ergebnisse.

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB-1**

- Dokumentation aller bodenrelevanten Vorgänge (Bautagebuch).
- unabhängig gegenüber Baufirma und BOL, Weisungsbefugnisse und Verhältnis zu BOL werden vor Beginn der Bautätigkeiten verbindlich festgelegt.
- Befugt, sich jederzeit auf der Baustelle aufzuhalten. Die BOL wird im Regelfall über anstehende Kontrollen und Begehungen informiert. Die BBB hält Kontakt zu den zuständigen Umweltbehörden und nimmt teil an Abstimmungen mit dem behördlichen Natur- und Umweltschutz sowie dem Bodenschutz.

Zeitpunkt der Durchführung und Herstellung

Vor und während der Bauphase, bis zum Abschluss der Baumaßnahme bzw. bei externen Flächen mit Bodenauftrag bis zur Übergabe der Flächen an Eigentümer/ Bewirtschafter.

Hinweise zur Entwicklung, Unterhaltung und Kontrolle der Maßnahme

Kontrolle erfolgt durch die Genehmigungsbehörde/zuständige Bodenschutzbehörde.

Flächensicherung		
☒ Flächen des Vorhabenträgers ☐ Flächen der öffentlichen Hand ☐ Flächen Dritter	☐ Grunderwerb ☐ Sonstige dingliche Sicherung (benennen): ☐ sonstige Nutzungsbeschränkung (benennen): Bauerlaubnis oder Pächterbewilligung	**Dauer der Flächensicherung:**

MB2– Rekultivierung von bauzeitlich in Anspruch genommenen und zurückzubauenden Flächen

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB2**

Bezeichnung der Maßnahme **MB2 – Rekultivierung von bauzeitlich in Anspruch genommenen und zurückzubauenden Flächen**	**Maßnahmentyp** ☒ V Vermeidungs-/Minderungs-/Schutzmaßnahme ☐ A Ausgleichsmaßnahme ☐ E Ersatzmaßnahme **Zusatzindex/Besondere Funktion** ☐ AR Artenschutzrechtliche Vermeidungs-/ Minderungs- / Schutzmaßnahme ☐ CEF funktionserhaltende Maßnahme ☐ FCS Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes ☐ K Maßnahme zur Kohärenzsicherung
Lageplan der Maßnahme. B-Plan **Unterlage Nr.: Bodenschutzkonzept**	
Lage der Maßnahme Gesamter Geltungsbereich B-Plan..	

Auslösende Konflikte (Begründung der Maßnahme)
Kurzbeschreibung der Konflikte Beeinträchtigungen von Pflanzen, Tieren, Boden und Wasser durch temporäre Flächeninanspruchnahme.
Umfang Geltungsbereich B-Plan:-nicht versiegelte Teilflächen der Baufenster, nicht überbaubare Flächen mit einer Fläche von insgesamt rd. 10,96 ha

Maßnahme	
Zielsetzung Die Maßnahme dient der Vermeidung von naturschutzrechtlichen und boden- bzw. wasserschutzrechtlichen Konflikten: Vermeidung anhaltender Beeinträchtigungen der Pflanzen und Tiere, Boden und Wasser. Durch die Rekultivierung wird sichergestellt, dass auf den temporär in Anspruch genommenen Flächen nach Beendigung der Bauzeit ihre derzeitigen Bodenfunktionen weitgehend wieder erfüllt werden können. Dazu gehört eine Unterbodenlockerung, Oberbodenauftrag, Eingrünung ggfls. mit Zwischenbegrünung je nach Standort und nach Vorgabe durch die BBB	
Ausgangszustand der Maßnahmenflächen s. Karte Bodenfunktionen	**Zielbiotop/FFH-Lebensraumtyp/Zielart** Rekultivierung in Anspruch genommener Biotope bzw. Herstellung von Vegetationsflächen und Grünflächen des besiedelten Raums, außerhalb der Baufenster: Extensive Wiesenflächen ggfls. mit einzelnen Gehölzen
Umfang der Maßnahme nicht versiegelte Teilflächen der Baufenster, nicht überbaubare Flächen, zusammen rd. 10,96 ha.	

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB2**

Maßnahmenbeschreibung

Rekultivierung bauzeitlich beanspruchter Flächen wie Arbeits- und Lagerflächen und temporäre Zuwegungen:

Alle bauzeitlich in Anspruch genommenen Flächen innerhalb und außerhalb der Baufenster werden unmittelbar nach Abschluss der Bauarbeiten für die Herstellung der öffentlichen Straßen bzw. jeweiligen Baufenster fachgerecht rekultiviert oder renaturiert. Damit sollen die Flächen hinsichtlich der Bodenfunktionen möglichst weitgehend die bisherigen Funktionen, insbesondere die Funktion im Wasserhaushalt, wieder hergestellt werden.

Die Arbeitsflächen werden komplett beräumt, die Fremdmaterialien sind aufzunehmen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Die verdichteten Bereiche werden aufgelockert. Beschränken sich die Verdichtungen auf den Oberboden, ist ein oberflächlicher Aufbruch durch Grubbern möglich. Bei Unterbodenverdichtungen sind Tiefenlockerungsverfahren anzuwenden. Lockerungsarbeiten dürfen nur bei trockenen Bodenverhältnissen und in Verbindung mit einer schonenden Folgebewirtschaftung durchgeführt werden, um erneute Verdichtungen oder Verschlämmung zu vermeiden.

Die rekultivierten Flächen werden innerhalb der Baufenster gärtnerisch gepflegt, die größeren nicht bebaubaren Flächen können als Wiesen genutzt werden. Zugunsten des Erosionsschutzes auf den Böschungsflächen erfolgt eine Unterstützung der raschen Vegetationsentwicklung durch die Ansaat geeigneter Saatgutmischungen aus Wildgräsern (v. a. Rotschwingel (Festuca rubra agg.), Wildform, keine Hochleistungssorte). Ebenso werden die ebenen unversiegelten Flächen der Baufenster bzw. Nebenflächen der öffentlichen Straßen nach dem Andecken des Oberbodens eingesät.

Eine erneute Verdichtung und Zerstörung der Bodenstruktur durch Bearbeiten der Böden in z. B. nassem Zustand ist hierbei zu vermeiden.

Sofern erhebliche Gefügestörungen nach Bauende auch im Oberboden festgestellt werden, wird in Abstimmung mit der BBB eine Zwischenbegrünung ausgesät. Dies gilt grundsätzlich für alle Flächen auf denen nach September der Oberbodenauftrag durchgeführt wird. Die Begrünung mit Wiesenmischung erfolgt dann im April/Mai des Folgejahres.

Bei dem verwendeten Saatgut ist auf die entsprechende Herkunftsregion zu achten.

Zeitpunkt der Durchführung und Herstellung

Nach Abschluss der Baumaßnahmen

Hinweise zur Entwicklung, Unterhaltung und Kontrolle der Maßnahme

Anwuchs bzw. Auflaufkontrolle im 1. Jahr durch UBB, ggf. Nachsaat, wenn 1. Ansaat keine ausreichende Bodenbedeckung bewirkt.

Flächensicherung

☒ Flächen des Vorhabenträgers	☐ Grunderwerb	**Dauer der Flächensicherung**:
☐ Flächen der öffentlichen Hand	☐ Sonstige dingliche Sicherung (benennen):	
☐ Flächen Dritter	☐ sonstige Nutzungsbeschränkung (benennen): Bauerlaubnis oder Pächterbewilligung	

MB3– Bauzeitliche Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB3**

Bezeichnung der Maßnahme **MB3 – Bauzeitliche Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung**	**Maßnahmentyp** ☒ V Vermeidungs-/Minderungs-/Schutzmaßnahme ☐ A Ausgleichsmaßnahme ☐ E Ersatzmaßnahme
Lageplan der Maßnahme. B-Plan **Unterlage Nr.: Bodenschutzkonzept**	**Zusatzindex/Besondere Funktion** ☐ AR Artenschutzrechtliche Vermeidungs-/ Minderungs- / Schutzmaßnahme ☐ CEF funktionserhaltende Maßnahme ☐ FCS Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes ☐ K Maßnahme zur Kohärenzsicherung

Lage der Maßnahme

Alle Arbeitsflächen und Zuwegungen außerhalb der Baufenster auf den nicht überbaubaren Flächen.

Auslösende Konflikte (Begründung der Maßnahme)
Kurzbeschreibung der Konflikte Bodenverdichtung im Bereich von bauzeitlich in Anspruch genommenen Flächen.
Umfang Alle Arbeitsflächen und Zuwegungen außerhalb von bestehenden Wegen auf den nicht überbaubaren Flächen.

Maßnahme	
Zielsetzung Vermeidung von Bodenverdichtung auf den bauzeitlich in Anspruch genommenen Flächen durch das Auslegen von Lastverteilungsplatten und Einhalten der Bearbeitungsgrenzen beim Oberbodenabtrag bei Berücksichtigung der maximalen Höhen bei Bodenmieten sowie das Unterlassen deren Befahrung und/oder Nutzung von Bodenmieten als Lagerfläche.	
Ausgangszustand der Maßnahmenflächen -	**Zielbiotop/FFH-Lebensraumtyp/Zielart** -
Umfang der Maßnahme Abgrabungsflächen Oberboden und nicht überbaubare Flächen,	

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB3**

Maßnahmenbeschreibung

Arbeitsflächen und Zuwegung:

Oberboden darf ohne Schutzmaßnahmen nur bei schwach feuchten bis trockenen Bodenverhältnissen (Konsistenz halbfest bis fest) von Ketten- und Radfahrzeugen befahren werden. Da die Baumaßnahmen in den einzelnen Bauabschnitten in der Regel in zeitlich größeren Abständen erfolgen, werden die Arbeitsflächen und Zuwegungen grundsätzlich mit Lastverteilungsplatten ausgelegt. Damit soll sichergestellt werden, dass die aufeinander folgenden Gewerke weitgehend unabhängig von der Bodenfeuchte/Bodenkonsistenz ausgeführt werden können. Sofern bei Beginn der Bauarbeiten der Boden schwach feucht bis trocken ist bzw. halbfeste bis feste Konsistenz aufweist, können die Arbeiten auch ohne Lastverteilungsplatten durchgeführt werden. Das Ausbringen der Lastverteilungsplatten erfolgt dann zu einem späteren Zeitpunkt.

Zur Ermittlung der Grenzen für die Befahrbarkeit kann die Konsistenz des Oberbodens herangezogen werden. Bei Konsistenz fest (hart) und halbfest (bröckelig) ist eine Befahrung mit Kettenfahrzeugen oder Niederdruckreifen zulässig). Alternativ kann auch über die Ermittlung des zulässigen Kontaktflächendrucks und des Gewichtes der Maschine die Saugspannung ermittelt werden, ab der eine Befahrung nicht mehr zulässig ist. Dies setzt allerdings die regelmäßige Messung der Saugspannung an den jeweiligen Arbeitsstellen mit Tensiometer voraus.

Die o.g. Vorgaben gelten auch für die Herstellung und Verfüllung der Baugruben.

Die Beurteilung der Befahrbarkeit obliegt der Bodenkundlichen Baubegleitung (s. MB1 vor Ort.

Bodenmieten:

Die Bodenmieten sind bei Oberboden maximal 2 m hoch und bei Unterböden/Material aus dem Untergrund maximal 3 m hoch aufzuschütten und mit der Baggerschaufel leicht anzudrücken. Verschmierte Oberflächen sind zu vermeiden. Der Bodenabtrag und die Anlage der Bodenmieten erfolgt bei Konsistenzbedingungen bis maximal steif-plastisch (s. aMB4 – Bodenarbeiten nur bei trockenem bis feuchten Bodenzustand bzw. fester bis steif plastischer Konsistenz). Im Zweifelsfall ist die Bodenkundliche Baubegleitung hinzuzuziehen. Die Mieten werden nach Errichtung auf keinen Fall befahren und dürfen nicht als Lagerfläche genutzt werden. Auch beim Wiedereinbau ist darauf zu achten, dass der Boden maximal steif-plastische Konsistenz aufweist (s. a. MB4).

Zeitpunkt der Durchführung und Herstellung

Gesamte Bauzeit bis Abschluss Rekultivierungsarbeiten

Hinweise zur Entwicklung, Unterhaltung und Kontrolle der Maßnahme

Kontrolle erfolgt durch BBB (s. MB1).

Flächensicherung		
☒ Flächen des Vorhabenträgers ☐ Flächen der öffentlichen Hand ☐ Flächen Dritter	☐ Grunderwerb ☐ Sonstige dingliche Sicherung (benennen): ☐ sonstige Nutzungsbeschränkung (benennen): Bauerlaubnis oder Pächterbewilligung	**Dauer der Flächensicherung:** -

MB4 – Bodenarbeiten nur bei trockenem bis feuchtem Bodenzustand bzw. fester bis steif-plastischer Konsistenz

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung B-Plan IG-„Am weißen Weg“	**Vorhabenträger/in** Magistrat der Stadt Alsfeld	**Maßnahmennummer** **MB4**

Bezeichnung der Maßnahme **MB4 – Bodenarbeiten nur bei trockenem bis feuchtem Bodenzustand bzw. fester bis steif-plastischer Konsistenz**	**Maßnahmentyp** ☒ V Vermeidungs-/Minderungs-/Schutzmaßnahme ☐ A Ausgleichsmaßnahme ☐ E Ersatzmaßnahme **Zusatzindex/Besondere Funktion** ☐ AR Artenschutzrechtliche Vermeidungs-/ Minderungs- / Schutzmaßnahme ☐ CEF funktionserhaltende Maßnahme ☐ FCS Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes ☐ K Maßnahme zur Kohärenzsicherung
Lageplan der Maßnahme. B-Plan **Unterlage Nr.: Bodenschutzkonzept**	
Lage der Maßnahme Gesamter Geltungsbereich B-Plan und Oberbodenauftragsflächen..	

Auslösende Konflikte (Begründung der Maßnahme)
Kurzbeschreibung der Konflikte Bodenverdichtung im Bereich von baubedingt beanspruchten Flächen innerhalb der Baufenster und der nicht überbaubaren Flächen
Umfang Gesamter Geltungsbereich B-Plan und externe Oberbodenauftragsflächen

Maßnahme	
Zielsetzung Vermeidung von dauerhaft anhaltenden Schäden des Bogengefüges und weitgehender Erhalt der Funktion der Böden nach Wiedereinbau/Rekultivierung.	
Ausgangszustand der Maßnahmenflächen -	**Zielbiotop/FFH-Lebensraumtyp/Zielart** -
Umfang der Maßnahme Alle nicht versiegelten Flächen innerhalb der Baufenster und alle nicht überbaubaren Flächen	

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB4**

Maßnahmenbeschreibung

Nach Herstellung der Fundamente der Baukörper ist der Wiedereinbau der Böden gemäß DIN 19639:2019-09 (lagengerecht) durchzuführen. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Unterboden in mehr oder minder trockenem bis feuchtem Zustand – Konsistenzgrenze „steif-plastisch" eingebaut wird. Der Oberbodeneinbau ist bei trockenem bis schwach feuchtem Bodenzustand durchzuführen. Der Oberboden wird ohne mechanische Verdichtung aufgetragen, ein Anwalzen mit landwirtschaftlicher Bodenwalze ist zulässig. Die Befahrung des wiederhergestellten Oberbodens im Umfeld der versiegelten Flächen und auf den nicht überbaubaren Flächen ist nicht zulässig.

Die Einstufung der Konsistenz bzw. der Bodenfeuchte und die Beurteilung der Bearbeitbarkeit obliegt der Bodenkundlichen Baubegleitung (sMB1) vor Ort.

Zeitpunkt der Durchführung und Herstellung

Gesamte Bauzeit bis Abschluss Rekultivierungsarbeiten.

Hinweise zur Entwicklung, Unterhaltung und Kontrolle der Maßnahme

Kontrolle erfolgt durch BBB (s. MB1).

Flächensicherung		
☒ Flächen des Vorhabenträgers ☐ Flächen der öffentlichen Hand ☐ Flächen Dritter	☐ Grunderwerb ☐ Sonstige dingliche Sicherung (benennen): ☒ sonstige Nutzungsbeschränkung (benennen): Bauerlaubnis oder Pächterbewilligung	**Dauer der Flächensicherung:**

MB5 – Erosionsschutz bei Bodenmieten

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung B-Plan IG-„Am weißen Weg“	**Vorhabenträger/in** Magistrat der Stadt Alsfeld	**Maßnahmennummer** **MB5**

Bezeichnung der Maßnahme **MB5 – Erosionsschutz bei Boden-mieten**	**Maßnahmentyp** ☒ V Vermeidungs-/Minderungs-/Schutzmaßnahme ☐ A Ausgleichsmaßnahme ☐ E Ersatzmaßnahme
Lageplan der Maßnahme. B-Plan **Unterlage Nr.: Bodenschutzkonzept**	**Zusatzindex/Besondere Funktion** ☐ AR Artenschutzrechtliche Vermeidungs-/ Minderungs- / Schutzmaßnahme ☐ CEF funktionserhaltende Maßnahme ☐ FCS Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes ☐ K Maßnahme zur Kohärenzsicherung

Lage der Maßnahme

Arbeitsflächen und Zuwegungen mit länger verbleibenden Bodenmieten. Lage vorab nicht festlegbar.

Auslösende Konflikte (Begründung der Maßnahme)
Kurzbeschreibung der Konflikte Beeinträchtigungen durch Wassererosion.
Umfang Vorab nicht festlegbar, da abhängig von der Lage der länger verbleibenden Bodenmieten und dem jahreszeitlichen Verlauf der Bautätigkeiten.

Maßnahme	
Zielsetzung Begrünung oder Abdeckung von Bodenmieten bei Lagerungsdauer größer zwei Monate z. B. bei größeren zeitlichen Abständen zwischen Bauphasen, um Austrocknung. Wassererosion bei Starkniederschlägen zu vermeiden und um Stickstoffausträge aus dem Oberboden zu minimieren.	
Ausgangszustand der Maßnahmenflächen -	**Zielbiotop/FFH-Lebensraumtyp/Zielart** -
Umfang der Maßnahme Bodenmieten, sofern diese länger als zwei Monate bestehen (vgl. DIN 19639:2019-09) (z. B. Oberbodenmieten an Zuwegungen, Zwischenlagerflächen Unterboden zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht).	

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB5**

Maßnahmenbeschreibung

Begrünung von Bodenmieten gemäß DIN 19731:1998-05, Ansaat mit Getreide, Senf, Luzerne, Ammengras oder regionaler Glatthaferwiesenmischung.

Bei Anlage der Bodenmieten ab Mitte Oktober bis März wird anstelle der Eingrünung eine Abdeckung mit Vlies oder Plane/Folie vorgesehen.

Die konkrete Maßnahmenausführung wird je nach Situation von der BBB (s. MB1) vorgegeben bzw. mit der bauausführenden Firma abgestimmt.

Zeitpunkt der Durchführung und Herstellung

Gesamte Bauzeit bis Abschluss Rekultivierungsarbeiten

Hinweise zur Entwicklung, Unterhaltung und Kontrolle der Maßnahme

Kontrolle erfolgt durch BBB.

Flächensicherung		
☒ Flächen des Vorhabenträgers ☐ Flächen der öffentlichen Hand ☐ Flächen Dritter	☐ Grunderwerb ☐ Sonstige dingliche Sicherung (benennen): ☐ sonstige Nutzungsbeschränkung (benennen): Bauerlaubnis oder Pächterbewilligung	**Dauer der Flächensicherung:**

MB6 – Oberbodenauftrag auf vorhandenen Oberboden

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB6**

Bezeichnung der Maßnahme

MB5 – Oberbodenauftrag auf vorhandenen Oberboden

Lageplan der Maßnahme. B-Plan

Unterlage Nr.: Bodenschutzkonzept

Maßnahmentyp

- ☐ V Vermeidungs-/Minderungs-/Schutzmaßnahme
- ☒ A Ausgleichsmaßnahme
- ☐ E Ersatzmaßnahme

Zusatzindex/Besondere Funktion

- ☐ AR Artenschutzrechtliche Vermeidungs-/ Minderungs- / Schutzmaßnahme
- ☐ CEF funktionserhaltende Maßnahme
- ☐ FCS Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes
- ☐ K Maßnahme zur Kohärenzsicherung

Lage der Maßnahme

Externe Flächen des Flächenpools , nicht überbaubare Flächen und Flächen für Boden- Natur und Landschaft.

Auslösende Konflikte (Begründung der Maßnahme)

Kurzbeschreibung der Konflikte

Beeinträchtigungen Boden bei Arbeiten im feuchten bis nassen Bodenzustand.

Umfang

Rd. 39 ha externe Bodenauftragsflächen und rd. .4,79 ha im Geltungsbereich des B-Plans

Maßnahme

Zielsetzung

Oberbodenauftrag auf Oberboden zur Verbesserung der Bodenfunktionen hinsichtlich nFK/FK, Ertragspotenzial, N.-Rückhaltevermögen

Ausgangszustand der Maßnahmenflächen	Zielbiotop/FFH-Lebensraumtyp/Zielart
-	-

Umfang der Maßnahme

Rd. 38,7 ha externe Flächen mit Bodenzahl kleiner bzw. gleich dem aufzutragenden Oberbodens, 4,79 ha ha innerhalb des Geltungsbereichs des B-Plans (1 ha künftige Gehölzflächen und 3,79 ha nicht überbaubare Flächen außerhalb der Baufenster

Maßnahmenbeschreibung

Auf den vorhandenen Oberboden wird zusätzlich Oberboden bis 20 cm Stärke aufgetragen. Der Auftrag des Oberbodens ist nur bei trockenem bzw. steif plastischen Boden zulässig. Sofern der aufzutragende Oberboden zu anderen Zeiten anfällt, ist dieser am Rande der Auftragsflächen auf Mieten zwischenzulagern und bei geeigneten Witterungsbedingungen flächig einzubauen. Sofern eine Lagerung von < 2 Monaten absehbar ist, sind die Oberbodenmieten einzugrünen oder mit Folie abzudecken (vgl. MB 5).

Der Bodenauftrag ist durch die BBB zu belgeiten.

Der auf den externen Ackerflächen aufzubringende Oberboden wird vor der Aufbringung gesiebt und Steine >32 mm aussortiert.

Maßnahmenblatt		
Projektbezeichnung **B-Plan IG-„Am weißen Weg“**	**Vorhabenträger/in** **Magistrat der Stadt Alsfeld**	**Maßnahmennummer** **MB6**
Eine flächige Befahrung mit Dumpern oder anderem gerät ist nicht zulässig. Fahrspuren werden nach Ende der Fahraktivitäten wieder gelockert.		
Zeitpunkt der Durchführung und Herstellung Gesamte Bauzeit bis Abschluss der Oberbodenarbeiten		
Hinweise zur Entwicklung, Unterhaltung und Kontrolle der Maßnahme Kontrolle erfolgt durch BBB.		

Flächensicherung		
☐ Flächen des Vorhabenträgers ☐ Flächen der öffentlichen Hand ☒ Flächen Dritter	☐ Grunderwerb ☐ Sonstige dingliche Sicherung (benennen): ☐ sonstige Nutzungsbeschränkung (benennen): Bauerlaubnis oder Pächterbewilligung	**Dauer der Flächensicherung:**

9.2 Baubegleitende Dokumentation

Die Bodenbaubegleitung erstellt eigenständige Vermerke und eine Zusammenfassende Dokumentation der Bauarbeiten für z.B. die Erschließungsarbeiten und die Bauarbeiten für einzelne Baufenster. Die Baubegleitende Dokumentation wird der Stadt Alsfeld und der zuständigen Bodenbehörde vorgelegt spätestens 3 Monate nach Abschluss der jeweiligen Teilarbeiten vorgelegt. Die einschlägigen Vorgaben zum Bodenschutz, insbesondere der DIN 19639, DIN 19731 und DIN 18915 sind dabei zu beachten und umzusetzen.

10 Literaturverzeichnis

Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. Mit 103 Tabellen und 31 Listen. Unter Mitarbeit von Herbert Sponagel, W. Grottenthaler, K. -J Hartmann, Reinhard Hartwich, P. Janetzko, Holger Joisten et al. 5., verb. und erw. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Online verfügbar unter http://www.gbv.de/dms/hebis-darmstadt/toc/128998717.pdf.

Apel, Ursula; Feldwisch, Norbert; Borkenhagen, Jörg (2014): Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen. Arbeitshilfe. Hg. v. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV). Ingenieurbüro Feldwisch; Bosch & Partner GmbH. Wiesbaden.

Bachmann, Jörg; Böttcher, Jürgen; Glatzel, Stephan; Hennings, Volker; Höper, Heinrich; Lang, Friederike et al. (2017): Bodenfunktionsansprache. Teil 2: Filter und Puffer für organische Chemikalien. Arbeitsblatt DWA-A 920-2. Hg. v. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (DWA-Regelwerk).

Bonn, Rainer; Feldwisch, Norbert; Frey-Wehrmann, Susanne; Penndorf, Olaf; Peters, Werner; Schneider, Jörg et al. (2013): Bodenkundliche Baubegleitung BBB. Leitfaden für die Praxis. Berlin: Erich Schmidt Verlag (BVB-Merkblatt, 2).

Bug, Jan; Heumann, Sabine; Müller, Udo; Waldeck, Anja (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS). Hg. v. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). Hannover (GeoBerichte, 19). Online verfügbar unter www.lbeg.niedersachsen.de.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (Hg.) (2016): Bodenfunktionsansprache. Teil 1: Ableitung von Kennwerten des Bodenwasserhaushalts. Arbeitsblatt DWA-A 920-1. Dezember 2016. Hennef (DWA-Regelwerk).

Kerschberger, Manfred; Deller, Berthold; Hege, Ulrich; Heyn, Johannes; Kape, H.-E; Krause, Ortwin et al. (2000): Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden. VDLUFA-Standpunkt. Hg. v. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Darmstadt (Standpunkt).

Miller, Ricarda (2012): Bodenfunktionsbewertung für die Raum- und Bauleitplanung in Hessen und Rheinland-Pfalz. Methoden zur Klassifizierung und Bewertung von Bodenfunktionen auf Basis der Bodenflächendaten 1.5.000 landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). Hg. v. Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU). Schnittstelle Boden. Online verfügbar unter http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/boden/BFD5L/BFD5L_methodenentwicklung_bewertung_bodenfunktionen_20120928.pdf.

Miller, Ricarda (2013): Bodenschutz in der Bauleitplanung. Methodendokumentation zur Arbeitshilfe: Bodenfunktionsbewertung für die Bauleitplanung auf Basis der Bodenflächendaten 1 : 5.000 landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). Hg. v. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV). Wien, zuletzt geprüft am 09.05.2021.

Miller, Ricarda (2016): Bodenfunktionsbewertung für die Planungspraxis. Unter Mitarbeit von Stephan Sauer, Michael Goldschmitt und Josef Backes. Hg. v. Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Mainz (Themenhefte vorsorgende Bodenschutz, 1), zuletzt geprüft am 09.05.2021.

Miller, Ricarda; Friedrich, Klaus; Sauer, Stephan; Vorderbrügge, Thomas (2018): Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB. Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz. Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Naturschutz Umwelt und Geologie (Umwelt und Geologie Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 14).

Miller, Ricarda; Friedrich, Klaus; Sauer, Stephan; Vorderbrügge, Thomas (2019): Kompensation des Schutzguts Boden. Eine Arbeitshilfe zur Umsetzung der Belange des Bodenschutzes in Hessen und Rheinland-Pfalz. In: *Bodenschutz* 24 (01/2019), S. 28–36.

Richter, Dieter (1995): Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Meßfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers. Hg. v. Deutscher Wetterdienst (DWD) (Berichte des Deutschen Wetterdienstes, 194).

Wessolek, Gerd; Duijnisveld, Wilhelmus H. M.; Trinks, Steffen (2009): Hydro-Pedotransferfunktionen zur Berechnung der Sickerwasserrate aus dem Boden: das TUB-BGR-Verfahren. Teil III. In: Gerd Wessolek, Martin Kaupenjohann und Manfred Renger (Hg.): Bodenphysikalische Kennwerte und Berechnungsverfahren für die Praxis. Berlin (Bodenökologie und Bodengenese, 40), S. 66–80.