

Straßenbauverwaltung: Die Autobahn GmbH des Bundes

Straße / Abschnittsnummer / Station: A 44, Abschnitt 900 / Bau-km 0+000 – 5+307

A 44, 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West – AD Kassel-Süd

PROJIS-Nr.: 0617991200

# **FESTSTELLUNGSENTWURF**

**-UVP-Bericht-  
Anhang II: Fachlicher Beitrag  
"Vorhabenbezogener Bodenschutz"  
Unterlage 1.2.2**



**botschek**  
bodenkunde

Botschek Bodenkunde | Blücherstraße 40 | 53115 Bonn

## Fachlicher Beitrag „Vorhabenbezogener Bodenschutz“

### Projekt: Sechsstreifiger Ausbau der A 44 von AK Kassel-West bis AD Kassel-Süd

Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Zimmerstraße 54, 10117 Berlin

Datum: 26.09.2023

**Dr. agr. Franziska Lauer-Uckert**

von der Landwirtschaftskammer NRW  
öffentlich bestellte und vereidigte  
Sachverständige für

• Bodenkunde / Bodenschutz

**Priv.-Doz. Dr. agr. Johannes Botschek**

von der Landwirtschaftskammer NRW  
öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für

- Bodenkunde / Bodenschutz
- Bodenschutz und Altlasten,  
Sachgebiet 3: Gefährdungsabschätzung  
für den Wirkungspfad  
Boden - Pflanze / Vorsorge zur  
Begrenzung von Stoffeinträgen in den  
Boden und beim Auf- und Einbringen  
von Materialien
- Bodenschutz und Altlasten,  
Sachgebiet 6: Gefahrenermittlung,  
-beurteilung und -abwehr von  
schädlichen Bodenveränderungen  
aufgrund von Bodenerosion  
durch Wasser

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
1. Vorhabenbeschreibung und Planungsvorgaben.....	4
2. Vorliegende Unterlagen.....	6
3. Naturraumbeschreibung mit Schwerpunkt Bodenkunde / -schutz.....	7
3.1 Geographie.....	7
3.2 Geologie.....	7
3.3 Bodenausstattung.....	8
3.4 Nutzung.....	10
3.5 Schutzwürdige Böden.....	10
3.6 Bodenempfindlichkeiten.....	11
3.6.1 Verdichtungsempfindlichkeit.....	11
3.6.2 Erosionsempfindlichkeit.....	13
3.6.3 Vernässung.....	14
3.6.4 Vermischung von Bodenmaterial.....	15
3.7 Altablagerungen und altlastenverdächtige Flächen.....	16
3.8 Bleibelastung der Oberböden an Rückbau-Freileitungsmasten und unter der Bergshäuser Brücke.....	16
3.9 Verdacht auf Bau- und Bodendenkmäler.....	17
3.10 Verdacht auf Drainagen.....	17
3.11. Straßentechnische Entwässerungsanlagen.....	18
3.12 Zusammenfassende Bewertung anhand der amtlichen Bestandsdaten.....	18



4. Vorhabenbezogene, zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung .....	20
4.1 Vorbemerkungen.....	20
4.2 Ver- und Entsiegelungen .....	20
4.3 Verdichtungen, Gefügestörungen .....	21
4.4 Vermischungen der ursprünglichen Bodenschichten .....	21
4.5 Stoffeinträge.....	22
4.6 Entwässerung und Bodenerosion .....	23
5. Bodenbezogene Eingriff-Ausgleich-Bilanz.....	24
6. Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen .....	28
7. Vermittlung von Informationen .....	34
7.1 Schulungen .....	34
7.2 Abstimmungsgespräche .....	35
8. Dokumentation und Überwachung der Bauausführung.....	36
9. Rekultivierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten.....	37
9.1. Wiederherstellung temporär genutzter Flächen .....	37
9.2. Neuaufbau von Böden bei Rekultivierungsflächen .....	38
10. Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen.....	39
11. Zusammenfassung der Maßnahmen.....	40
12. Quellen .....	42

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtsskizze zur Lage des Vorhabengebiets bei Fuldabrück (AK Kassel West bis AD Kassel Süd) .....	4
Abbildung 2: Bodenhauptgruppen der Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50) für das Vorhabengebiet (Quelle: <a href="http://www.bodenviewer.hessen.de">www.bodenviewer.hessen.de</a> ) .....	8
Abbildung 3: Bodenfunktionsbewertung im Vorhabengebiet (Quelle: Bodenfunktionsbewertung, <a href="http://www.bodenviewer.hessen.de">www.bodenviewer.hessen.de</a> ) .....	11
Abbildung 4: Natürliche Erosionsgefährdung im Vorhabengebiet. (Quelle: Bodenerosionsatlas 2023, <a href="http://www.bodenviewer.hessen.de">www.bodenviewer.hessen.de</a> ) .....	14

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeit von Böden gem. (Geologischer Dienst NRW, 2022). Bemerkung: Die Klassen für Stauwasser- und Grundwasserstufen sind umgekehrt gereiht. Die Grundwasserstufe 1 bedeutet einen sehr starken Grundwassereinfluss. Die Stauwasserstufe 1 bedeutet einen sehr geringen Stauwassereinfluss. ....	12
Tabelle 2: Bodendenkmäler und archäologische Fundstellen im Vorhabengebiet mit einem Abstand von < 100 m zum Bauvorhaben, <b>Fett</b> : Lage im Baufeld .....	17
Tabelle 3: Ermittlung der Wertstufen und der Differenz für die Teilflächen der Planung vor und nach dem Eingriff .....	25
Tabelle 4: Berücksichtigung der Minderungsmaßnahmen und Ermittlung des Kompensationsbedarfs .....	26
Tabelle 5: Gegenüberstellung des Kompensationsbedarfs und der Maßnahmenbewertung für die Ausgleichsmaßnahmen .....	27
Tabelle 6: Zusammenfassende Darstellung der bodenschutzrelevanten Maßnahmen bei dem Projekt sechsstreifiger Ausbau der A 44 von AK Kassel-West bis AD Kassel-Süd .....	40

## 1. Vorhabenbeschreibung und Planungsvorgaben

Die Bundesrepublik Deutschland – Bundesfernstraßenverwaltung –, vertreten durch die Autobahn GmbH, vertreten durch die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, plant den sechsstreifigen Ausbau der Bundesautobahn 44 (A 44) im Abschnitt zwischen dem Autobahndreieck (AD) Kassel Süd und dem Autobahnkreuz (AK) Kassel West auf insgesamt ca. 5,2 km. Das schließt den Ersatzneubau der Bergshäuser Brücke, mit einer Verlegung nach Süden, über das Fuldataal mit ein.

Die Baumaßnahmen umfassen die Erneuerung aller im Streckenabschnitt liegenden sechs Unterführungsbauwerke, den Rückbau und Ersatzneubau der Talbrücke bei Bergshausen, sowie den Neubau von weiteren Brücken für den Umbau des AD Kassel-Süd (siehe Abb. 1).

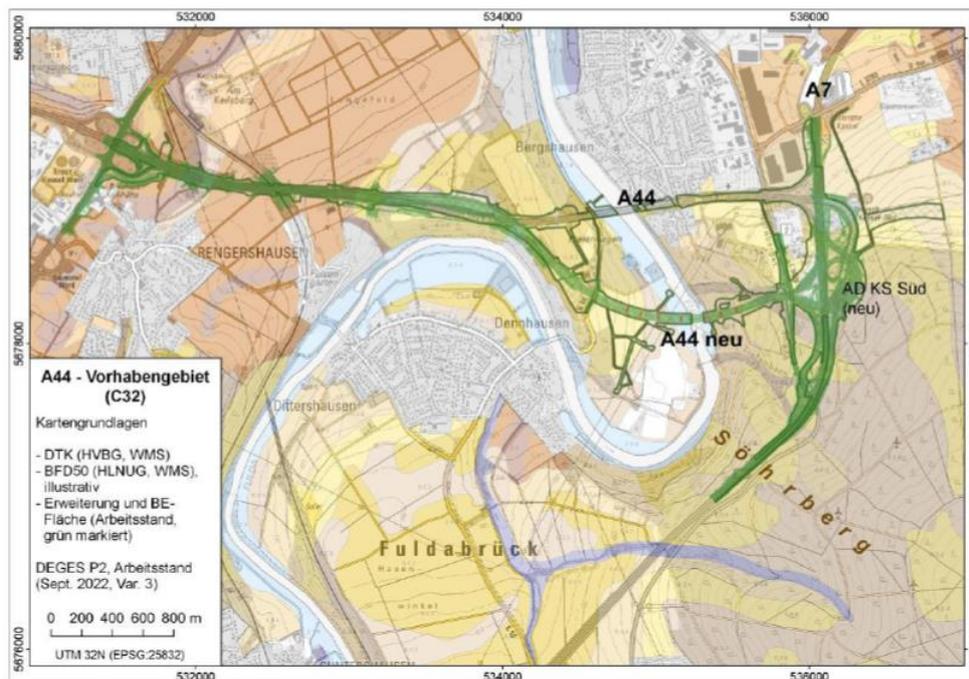


Abbildung 1: Übersichtsskizze zur Lage des Vorhabengebiets bei Fulda (AK Kassel West bis AD Kassel Süd).

Es kommt somit zu einer Verbreiterung der Autobahn, zu einer abschnittweisen Neutrassierung mit einer Verschwenkung nach Süden und zum Rückbau der alten Brückenzufahrt. Daher sind Rekultivierungsflächen auf den Rückbaustandorten im nördlichen Verlauf vorgesehen. Die Baustelleneinrichtungsfläche des gesamten

Vorhabengebietes ist ca. 138 ha groß, wobei die bodenschutzbezogene Fläche eine Größe von ca. 95 ha besitzt.

Das Ingenieur- und Sachverständigenbüro Botschek Bodenkunde wurde von der DEGES GmbH beauftragt, einen fachlichen Beitrag „Vorhabenbezogener Bodenschutz“ als Teil der Planungsunterlagen für die Beantragung des Planfeststellungsverfahrens auszuarbeiten. Der fachliche Beitrag bezeichnet vorhabenbezogene, bodenschutzrelevante Sachverhalte und absehbare Maßnahmenanfordernisse auf der Grundlage verfügbarer amtlicher Bodeninformationen. Hierbei handelt es sich um Bestandsdaten, v.a. Bodenfachinformationen des Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie HLNUG (i.e. BFD5L, BFD50) und – soweit sinnvoll und erforderlich – weitere verfügbare Informationsquellen (z. B. geologische Fachinformationen).

Die Struktur und Inhalte dieses fachlichen Beitrags orientieren sich an den Vorgaben der DIN19639 (DIN 19639:2019-09).

In einem weiteren Schritt wird das Bodenschutzkonzept dann ortsbezogene Bewertungen und konkret abgeleitete, lagegenaue Handlungsanweisungen für möglichst bodenschonende Bauabläufe (siehe Bodenschutzplan) vorsehen, um mögliche Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen zu vermeiden.

## 2. Vorliegende Unterlagen

1. Übersichtspläne, Maßstab 1:5.000 (DEGES 2023)
2. Bestandsanalyse des vorhandenen Baugrundes (CDM Smith, 2019) (Stand 04.11.2019)
3. Geotechnischer Untersuchungsbericht. Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung (witt & partner geoprojekt 2022) (Stand 30.09.2022)
4. Landschaftspflegerischer Begleitplan (Anuva Stadt- und Umweltplanung 2023) (Stand Mai 2023)
5. Vorhandene Kartengrundlagen:
  - Geologische Karte von Hessen 1:300.000 (geologieviewer.de, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 2023)
  - Geologische Karte 1:25.000 Blatt Niederzwehren und Blatt Oberkaufungen (Königlich Preußische Geologische Landesanstalt, 1901 und 1909)
  - Bodenkarte von Hessen 1:50.000 (bodenvviewer.de, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2023a)
  - Bodenkarte von Hessen 1:5.000 (bodenvviewer.de, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2023b)
  - Bodenkarte auf Grundlage der Bodenschätzung 1:5.000 (bodenvviewer.de, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2023c)
  - Bodenerosionsatlas von Hessen (bodenvviewer.de, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2023d)
  - digitale Orthophotos (Vermesserdaten 2021)

### **3. Naturraumbeschreibung mit Schwerpunkt Bodenkunde / -schutz**

#### **3.1 Geographie**

Die Ersatzneubautrasse zwischen dem Autobahnkreuz Kassel West und dem Autobahndreieck Kassel Süd verläuft zwischen dem Stadtteil Baunatal Rengershausen im Landkreis Kassel im Westen, überquert die Fulda und endet im Ortsteil Fuldabrück Bergshausen (Abb. 1).

Die Trasse ist ca. 5 km lang und erstreckt sich im Naturraum Kasseler Becken, einem Teil des westhessischen Berg- und Senkenlandes, einer reich bewaldeten Mittelgebirgsgegend. Im Gebiet der Fuldaniederung befindet sich ebenes Gelände. Dort verläuft die Fulda als Mäanderbogen bzw. -schleife.

Es kommen kleinere Gewässerläufe vor, z.B. der teils naturnahe, teils verrohrte Eselsgraben (Rengershausen), der Läusegraben sowie Entwässerungsgräben entlang der A 44.

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Zone III des amtlich festgesetzten Trinkwasserschutzgebietes der Trinkwassergewinnungsanlage im Ortsteil Bergshausen der Gemeinde Fuldabrück und in der Zone B2-neu des amtlich festgesetzten Heilquellenschutzgebietes für die staatlich anerkannte Heilquelle "TB Wilhelmshöhe 3".

#### **3.2 Geologie**

Das Vorhabengebiet ist geologisch der Westhessischen Senke zuzuordnen. Im westlichen Abschnitt besteht der Strukturraum aus Tertiärgräben und -senken, wohingegen der Abschnitt östlich der Fulda der Mesozoischen Scholle angehört und aus Gesteinsserien des Mittleren Buntsandsteins aufgebaut ist. Dabei handelt es sich v.a. um Sand- und Tonstein-Wechsellagerungen der Hardeggen-Folge (Königlich Preußische Geologische Landesanstalt, 1901). Darüber stehen quartäre Deckschichten mit Löß und Steinbeimengungen an. Das Spektrum reicht somit von Lösslehm bis zu skelettreichen Solifluktionsschutten in höher positionierten Lagen sowie in Hanglagen. Im Talbodenbereich der Fulda kommen kiesig-sandige Terrassensedimente vor, die gewässernah durch Auenlehme überlagert werden.

### 3.3 Bodenausstattung

Die Böden im westlichen Trassenabschnitt bei Kassel haben sich aus quartären Deckschichten mit variablen Löss- bzw. Steinbeimengungen, je nach Position im Relief, entwickelt. In der Bodenkarte 1:50.000 (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 2023a) sind dort Böden aus mächtigem Löss wie Pseudogley-Parabraunerden mit Parabraunerden und Braunerden verzeichnet (Abb. 2).

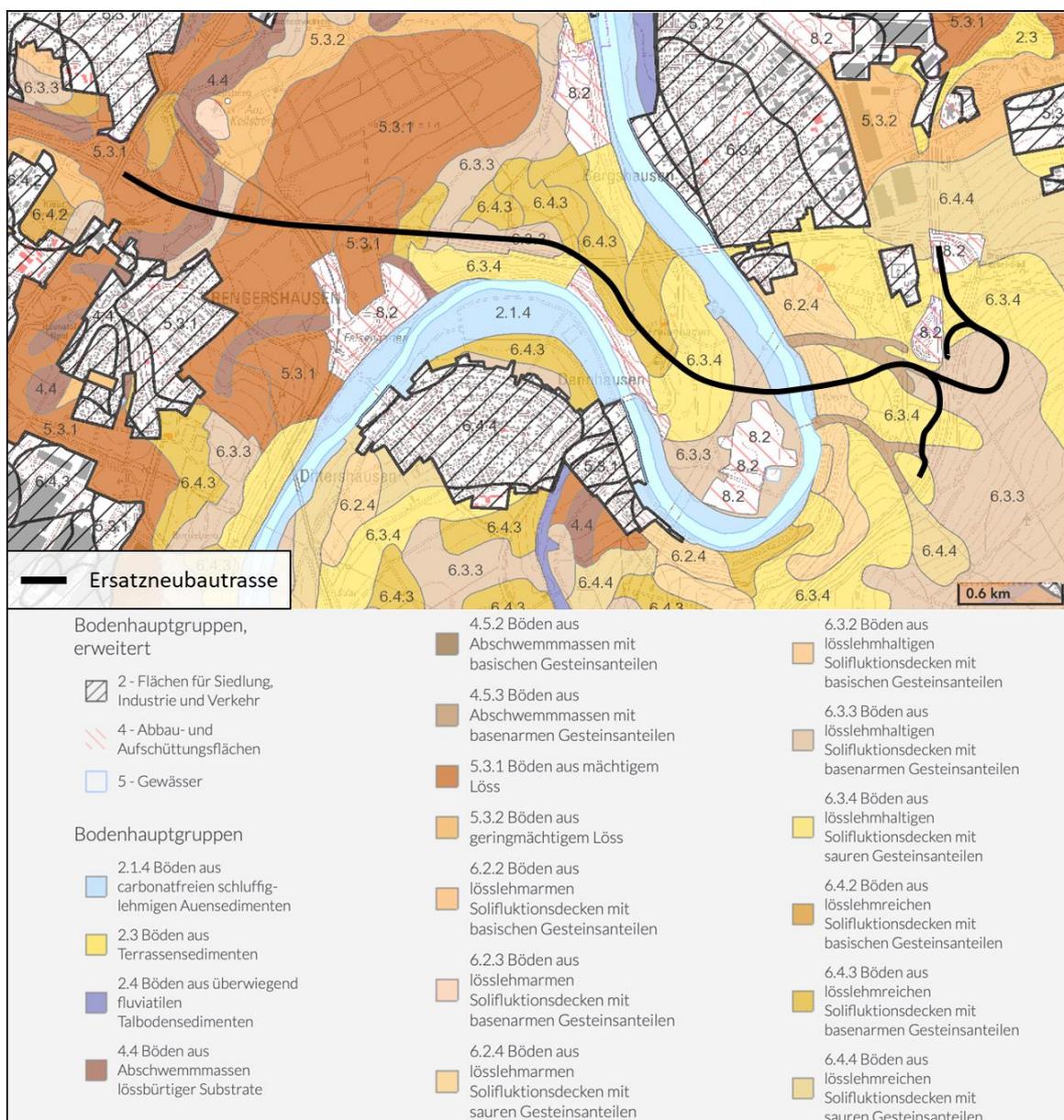


Abbildung 2: Bodenhauptgruppen der Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50) für das Vorhabensgebiet (Quelle: [www.bodenviewer.hessen.de](http://www.bodenviewer.hessen.de))

In der Fulda-Aue folgen Braunaueböden (sogenannte Veges, spanisch für *fruchtbare Ebenen*), die aus Hochflutlehmablagerungen des Holozäns entstanden sind.

Östlich der Fulda kommen Böden aus lösslehmhaltigen Solifluktuionsdecken mit sauren Gesteinsanteilen und Braunerden aus Fließerde über Fließschutt mit Sand- und Tonstein (Bundsandstein) vor.

Im ganzen Vorhabengebiet sind durch die historische Landnutzung erodierte und kolluvial überdeckte Profile zu erwarten, wie beispielsweise Ranker, Regosole oder Kolluvisole.

Für Teile des Trassenabschnittes bei Kassel stehen zudem großmaßstäbige Bodenkarten zur Verfügung, die eine detaillierte Übersicht über die Eigenschaften der Böden zulassen. Die Bodenkarte der landwirtschaftlichen Standorterkundung im Maßstab 1:5.000 wird vom Landesamt für Umweltschutz, Natur und Geologie mit einem dichten Bohrnetz (Bohrlochabstände < 100 m) aufgenommen (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 2023b). Diese Kartengrundlage bietet beispielweise Auswertungen zur Feldkapazität und zum Ertragspotential. Die Feldkapazität ist auf den Lössstandorten mittel bis hoch und auf den sandigeren Böden gering. Das Ertragspotential ist auf den Lössstandorten hoch bis sehr hoch und auf den sandigeren Böden mittel bis hoch. Bodentypen nach dem Standard der Bodenkundlichen Kartieranleitung sind dort nicht festgehalten.

Zusätzlich liegt die Bodenkarte auf Grundlage der amtlichen Bodenschätzung im Maßstab 1:5.000 vor, die die Ertragsfähigkeit landwirtschaftlicher Grundstücke anhand sogenannter Klassenzeichen bewertet (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 2023c). Im online aufrufbaren Agrarviewer des HLNUG [<https://umweltdaten.hessen.de/mapapps/resources/apps/agrar/index.html?lang=de>] sind die Basisdaten der Bodenschätzung, nämlich die Bodenart und die Acker- bzw. Grünlandzahl dargestellt.

Die auf den Lössstandorten im westlichen Teil der Trasse vorherrschende Bodenart ist Lehm mit Ackerzahlen von ca. 80, was einer hohen Ertragsfähigkeit entspricht. In der Fuldaschleife dominieren sandiger Lehm und stark lehmiger Sand mit mittleren Grünlandzahlen von ca. 40 Punkten. Die betroffenen Waldbereiche östlich der Fulda sind nicht Gegenstand der BFDL5. Dort angrenzende landwirtschaftliche Standorte weisen ebenfalls sandigen Lehm, Lehm und lehmigen Sand mit geringen Wertzahlen von 30 auf den sandigen Bereichen und mit mittleren Wertzahlen von 50 auf den lehmigen Bereichen auf.

### **3.4 Nutzung**

Anhand des aktuellen Luftbildes (digitale Orthophotos 2021) erfolgte die Einteilung der Bodennutzungen.

Westlich der Fulda werden die Flächen meist als Ackerland genutzt. Es gibt einen Hofbetrieb mit Reitanlage sowie eine Kläranlage. Entlang der Autobahn kommen Gehölzreihen, Betriebsstraßen und Baumreihen vor. Östlich der Fulda werden die Flächen von Forst des Hessenforsts eingenommen.

### **3.5 Schutzwürdige Böden**

Auf Grundlage der Bodenfunktionsbewertung der BFD5L wurden Böden mit folgenden Bodenteilfunktionen unterteilt:

- Lebensraum für Pflanzen – Standorttypisierung für die Biotopentwicklung
- Lebensraum für Pflanzen – Ertragspotenzial des Bodens
- Funktion des Bodens im Wasserhaushalt – Feldkapazität des Bodens
- Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium – Nitratrückhaltevermögen des Bodens

In Hessen wurden Methoden zur Bewertung von Bodenfunktionen und -eigenschaften vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) im Rahmen der Bodenflächendaten Hessen 1:5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L) entwickelt. Die Karten basieren auf der bodenkundlichen Interpretation der amtlichen Bodenschätzungsdaten. Diese Bodenteilfunktionen werden zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst (Abb. 3).

Zusätzlich werden über die gemäß Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG, 1998) gesetzlich zu schützenden Bodenfunktionen hinaus kohlenstoffreiche Böden erfasst. Diese kommen im Planungsgebiet nicht vor.

Im Planungsgebiet können im westlichen Bereich auf den Lössböden Böden mit einer hohen und sehr hohen Gesamtbewertung (vgl. Abb. 3), insbesondere aufgrund des Ertragspotenzials, ausgewiesen werden. Im mittleren Bereich der Trasse und in der Fuldaschleife kommen Böden mit geringer Gesamtbewertung vor. Östlich der Fulda sind die Waldböden in den BFDL5-Daten nicht bewertet.

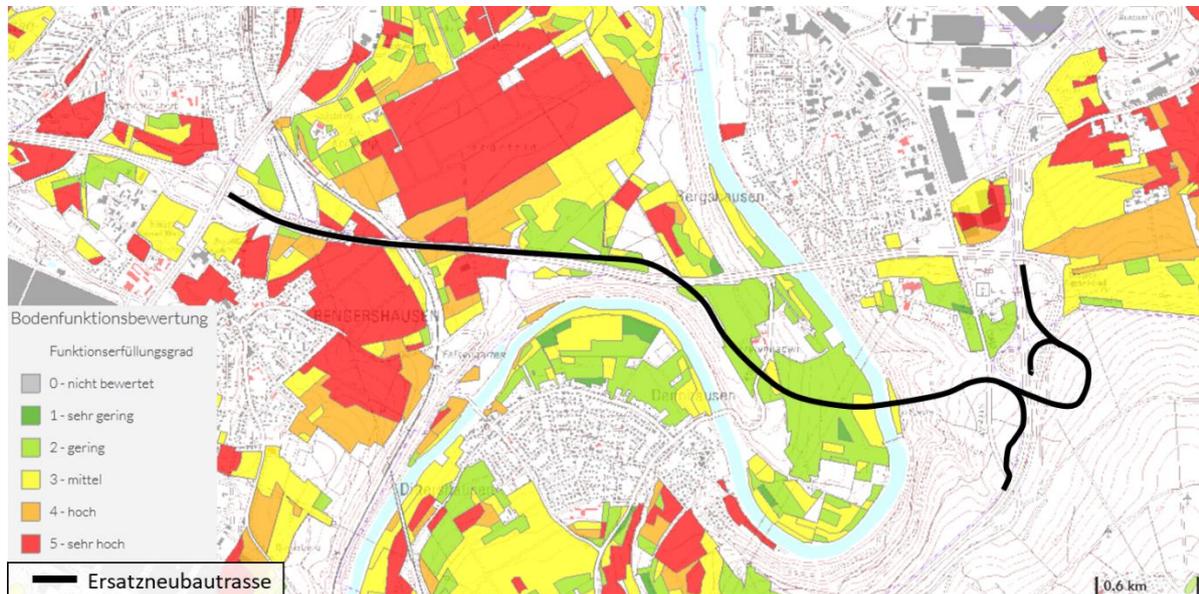


Abbildung 3: Bodenfunktionsbewertung im Vorhabengebiet (Quelle: Bodenfunktionsbewertung, [www.bodenviewer.hessen.de](http://www.bodenviewer.hessen.de))

### 3.6 Bodenempfindlichkeiten

Die Erfassung, Beschreibung und Auswertung der Bodenempfindlichkeiten Boden beruht auf der Auswertung der Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD50).

#### 3.6.1 Verdichtungsempfindlichkeit

Die standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit ergibt sich aus der Eigenstabilität des Bodens während einer mechanischen Belastung, die zum Beispiel bei Bauvorhaben auftritt. Sie wird durch Witterungseinflüsse zur aktuellen Verdichtungsempfindlichkeit variiert.

Nasse Böden mit weicher Konsistenz, wie sie im Winterhalbjahr oder nach ergiebigen Niederschlägen flächenhaft vorkommen, sind generell sehr verdichtungsgefährdet, unabhängig von ihren standörtlichen Eigenschaften.

Die Eigenstabilität ist vor allem von der Körnung des Feinbodens (Bodenart), dem Anteil an Grobboden (Steingehalt), dem Bodengefüge, dem Humusgehalt und der aktuellen Bodenfeuchte abhängig. Die Verdichtungsempfindlichkeit steigt mit abnehmendem Grobbodenanteil, mit zunehmendem Ton- und Schluffanteil, mit zunehmendem Humusanteil und mit zunehmender Vernässung. So sind

beispielsweise stark humose Böden und vernässte Böden generell hoch empfindlich gegen mechanische Belastungen.

Daher werden die Einflussfaktoren der Feinbodenkörnung, des Stein- und Humusgehaltes sowie der Vernässung durch Grund- und Staunässe zur Beurteilung der standörtlichen Verdichtungsempfindlichkeit herangezogen (Geologischer Dienst NRW, 2022) (Tabelle 1).

Tabelle 1: Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeit von Böden gem. (Geologischer Dienst NRW, 2022). Bemerkung: Die Klassen für Stauwasser- und Grundwasserstufen sind umgekehrt gereiht. Die Grundwasserstufe 1 bedeutet einen sehr starken Grundwassereinfluss. Die Stauwasserstufe 1 bedeutet einen sehr geringen Stauwassereinfluss.

Nr.	Bedingung	Verdichtungs-empfindlichkeit
1	anthropogen vorverdichtet <sup>1</sup>	sehr gering
2	> 75 Vol.% Grobboden	sehr gering
3	> 50 Vol.% Grobboden	gering
4	Sandige Bodenarten (Ss, St2, Su2, Sl2) <b>UND</b>	
4a	Stauwasser = Stufe 0 bis 1 <u>oder</u> Grundwasser = Stufe 5 bis 6 oder 0	gering
4b	Stauwasser = Stufe 2 <u>oder</u> Grundwasser = Stufe 4	mittel
4c	Stauwasser = Stufe 3 <u>oder</u> Grundwasser = Stufe 3	hoch
5	alle anderen Feinbodenarten außer 4. (d.h. Su3, Su4, Slu, Sl3, Sl4, St3, alle Schluffe, alle Lehme, alle Tone) <b>UND</b>	
5a	Stauwasser = Stufe 0 bis 1 <u>oder</u> Grundwasser = Stufe 5 bis 6 oder 0	mittel
5b	Stauwasser = Stufe 2 <u>oder</u> Grundwasser = Stufe 4	hoch
5c	Stauwasser = Stufe 3 <u>oder</u> Grundwasser = Stufe 3	sehr hoch
6	organischer Boden (Humus > 15 %)	extrem hoch
7	alle Feinbodenarten: Stauwasser = Stufe 4 bis 5 <u>oder</u> Grundwasser = Stufe 1 bis 2	extrem hoch

<sup>1</sup> vor Ort gelten überwiegend Flächen als vorverdichtet, die eine effektive Lagerungsdichte (nach Kartieranleitung oder Din 4220) der Stufen 4 oder 5 oder eine Trockenrohdichte von über 1,75 g/cm<sup>3</sup> aufweisen.

Demnach wird eine mittlere bis hohe standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit – bedingt durch die feine Körnung und die Stauwasserstufe für den westlichen Bereich der Trasse ermittelt. In der Aue liegen aufgrund der sandigen Körnung und der hohen Grundwasserstufe ebenfalls eine hohe standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit. Auf den Waldhängen im östlichen Planungsgebiet kommen bedingt durch den hohen Grobbodenanteil und die sandige Körnung, gering verdichtungsempfindliche Böden vor.

### **3.6.2 Erosionsempfindlichkeit**

Die natürliche Erosionsgefährdung durch Wasser ergibt sich aus der Regenerosivität, der Erodierbarkeit der anstehenden Böden und der Reliefsituation (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 2023d).

Die Regenerosivität beschreibt die erosionswirksame Kraft des Niederschlags, d. h. Bodenpartikel können durch die kinetische Energie von Regentropfen aus ihrem Verbund gelöst und entfernt werden. Entscheidend sind dabei Niederschlagsintensität und -menge. Als Eingangsdatensatz für den R-Faktor wurde die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bereitgestellte Mittelwertkarte der R-Faktoren auf Basis von Radar-Niederschlagsdaten der Jahre 2001 bis 2017 verwendet.

Die Erodierbarkeit der Böden kann den Bodenflächendaten 1:50.000 (BFD 50) als so genannter K-Faktor entnommen werden. Je höher der K-Faktor, umso höher ist die Erodierbarkeit des anstehenden Bodens. Ab einem K-Faktor  $> 0,3$  liegt eine hohe Erodierbarkeit vor. Bei einem mehrschichtigen Boden wird nur der Oberboden berücksichtigt.

Die natürliche Erosionsgefährdung steigt mit zunehmender Hangneigung an. Ab ca. 2 % Gefälle können erhebliche Erosionsschäden durch Oberflächenabfluss auftreten. Im westlichen Planungsgebiet kommen sehr hohe bis extrem hohe natürliche Erosionsgefährdungen, insbesondere an den Böschungen, vor (Abb. 4). Auf einem kurzen Streckenabschnitt im mittleren Trassenbereich, nördlich der Fuldaschleife, liegen geringe Erosionsgefährdungen vor, an den Böschungen sowie an den Hängen zur Fulda wiederum extrem hohe Erosionsgefährdungen. Selbst in der Aue sind nur kleine Teilbereiche gering erosionsanfällig, der größte Anteil weist hohe und extrem hohe natürliche Erosionsgefährdungen auf.

Eine potenzielle Erosionsgefährdung liegt ganzjährig vor. Im Winterhalbjahr verursachen ergiebige Niederschläge geringer Intensität auf wassergesättigten Böden Oberflächenabfluss. Im Sommerhalbjahr rufen Starkniederschläge

(Gewitter) Oberflächenabfluss hervor. Da der Witterungsverlauf während der Bauausführung nicht vorhergesehen werden kann, muss generell von einer potenziellen Erosionsgefährdung der vegetationsfreien Baubedarfsflächen und der Mieten ausgegangen werden.

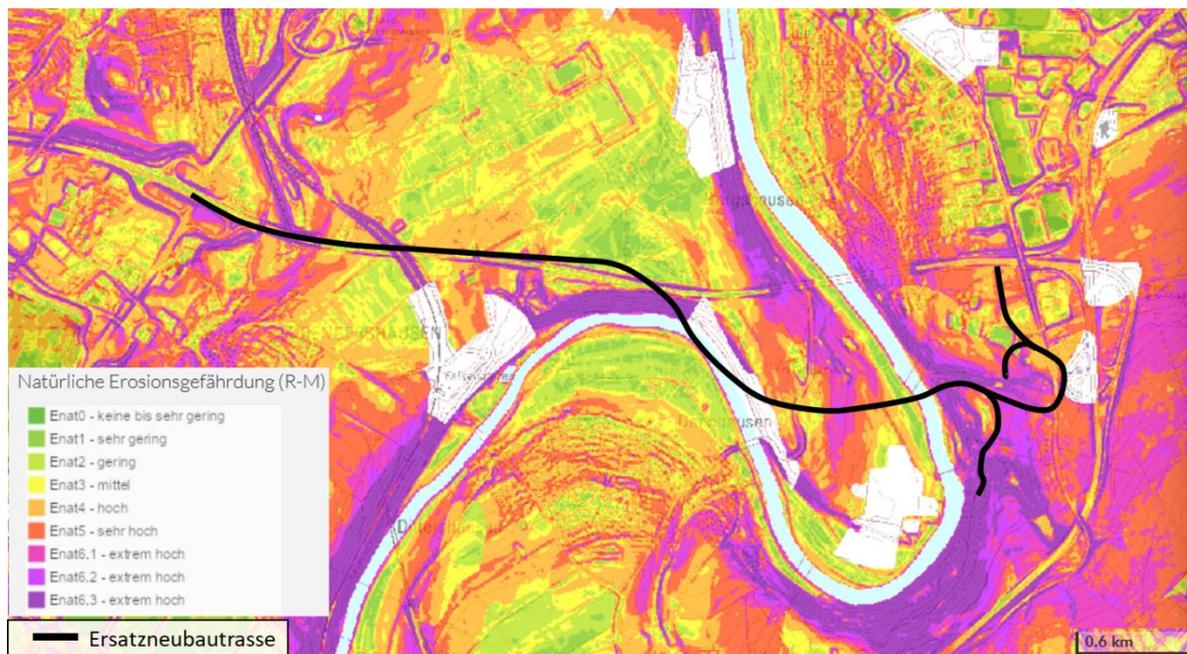


Abbildung 4: Natürliche Erosionsgefährdung im Vorhabengebiet. (Quelle: Bodenerosionsatlas 2023, [www.bodenviewer.hessen.de](http://www.bodenviewer.hessen.de))

### 3.6.3 Vernässung

Mit der Vernässung wird bodenschutzfachlich der Einfluss von Grund- und Stauwasser in den oberen 2 m Bodenraum beschrieben. Witterungseinflüsse werden damit nicht erfasst. Vernässte Böden sind stark empfindlich gegenüber Entwässerungsmaßnahmen und mechanischen Beanspruchungen (Verdichtung).

#### Empfindlichkeit gegen Entwässerungsmaßnahmen

Während der Bauzeit müssen stark vernässte Böden durch temporäre Wasserhaltungsmaßnahmen entwässert werden, damit die Baugruben wasserfrei gehalten werden.

Eine hohe bis extrem hohe Empfindlichkeit kann bei Böden mit starkem Grundwassereinfluss bestehen. Dabei reagieren Moor- und Grundwasserböden besonders empfindlich auf Entwässerungsmaßnahmen. Die Empfindlichkeit gegen

Entwässerungsmaßnahmen wird vom Ausmaß der lokalen Grundwasserabsenkung, der Reichweite der Absenkung und der Wirkungsdauer bestimmt. Ein hoher Grundwassereinfluss liegt auf einem kleinen Teilbereich in der Aue direkt an der Fulda vor. In der Aue ist zum Gründen der Pfeiler voraussichtlich eine temporäre Tagwasserhaltung notwendig (CDM Smith, 2019) (Unterlage 19.3. Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie).

Die potenziell bodenverändernden Auswirkungen temporärer Wasserhaltungsmaßnahmen werden in der Ausführungsplanung berücksichtigt und bodenschutzbezogen bewertet.

Bei Stauwasserböden werden regelhaft keine temporären Entwässerungsmaßnahmen vorgesehen, aber vorsorgende Maßnahmen (bspw. der Schutz der Baugruben und Lagerplätze durch flache Gräben, mit denen Oberflächenwasser abgeleitet werden kann, sowie das Vorhalten von mobilen Pumpen) sollten berücksichtigt werden. Stauwassereinfluss spielt auf den bewaldeten, schwach geneigten Flächen sowie den Hängen östlich der Fulda und auf den Lössstandorten im Westen eine Rolle.

#### **Empfindlichkeit gegen mechanische Beanspruchungen**

Die generelle Empfindlichkeit vernässter Böden gegenüber Verdichtungswirkungen durch Befahrungen und andere mechanische Beanspruchungen wurde bereits bei der Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeit berücksichtigt (Kap. 3.6.1). Sie muss an dieser Stelle nicht gesondert betrachtet werden.

### **3.6.4 Vermischung von Bodenmaterial**

Der Bodenaushub aus der Verbreiterung der Trasse, die neutrassierten Abschnitte und die Fundamentgruben der Pfeiler des Hauptbauwerks BW 07 werden generell nach Ober- und Unterboden getrennt gelagert.

Die Unterbodenschichten werden nicht voneinander getrennt gelagert, wenn keine bedeutsamen Schichtunterschiede vorliegen. Als bedeutsame Schichtunterschiede im Unterboden werden insbesondere starke Wechsel der Feinbodenart, des Grobbodenanteils (Steingehalt) oder des Humusgehaltes eingestuft. Insofern sind Böden mit deutlichen Substratwechseln im Unterboden als empfindlich gegen Vermischung einzustufen.

Trassenbereiche mit Substratwechseln in den Unterböden sind entsprechend zu kennzeichnen und eine geregelte Trennung der Unterbodenschichten in diesen Abschnitten ist einzuplanen.

So kann der Lösslehm gut als Substrat für die Rückbau- und Rekultivierungsflächen verwendet werden. Die steinigen Bundsandsteinschichten eignen sich als Baugrund für die Dammanlagen.

### **3.7 Altablagerungen und alllastenverdächtige Flächen**

Im Planungsgebiet befinden sich mehrere Altablagerungen im mittleren Trassenbereich (auf der Südseite der A44, Bau-km 1+700), in der Brückenstraße (bei Bau-km 3+400), der Fuldaaue (bei Bau-km 3+900) und nördlich des neuen Autobahndreiecks gemäß Anfrage bei HLNUG und Regierungspräsidium Kassel (s. Anlage 1). Die vorkommenden Altablagerungen sind ehemalige Bauschutt- oder Mülldeponien, die verfüllt sind, sowie ein Grundwasserschadenfall durch einen LKW-Unfall.

Diese Altflächen liegen zwar nicht im unmittelbaren Streckenverlauf, sie befinden sich jedoch in einem Korridor von 400 m zur Trasse. Sofern in den betroffenen Bereichen Eingriffe in den Boden erfolgen sollten, werden Erkundungen einschließlich der erforderlichen Analysen empfohlen.

### **3.8 Bleibelastung der Oberböden an Rückbau-Freileitungsmasten und unter der Bergshäuser Brücke**

Im Vorfeld der Mastdemontage sollten an allen Rückbaustandorten in jedem Mastumfeld, auf doppelter Mastgrundfläche (auf mindestens 20 m<sup>2</sup>) Oberbodenuntersuchungen (in einer Tiefe von 0-30 cm) auf nicht tolerable, „erhebliche“ Schadstoffanreicherungen durchgeführt werden. Unter der Bergshäuser Brücke werden auf landwirtschaftlich genutzten Bereichen ebenfalls Oberbodenproben entnommen. Dies dient der Ermittlung und Beurteilung von Schadstoffeinträgen aus früheren Korrosionsschutzanstrichen der Freileitungsmasten sowie der Stahlbrücke in den Boden. Zusätzlich sollten die pH-Werte der Oberböden (in 0 - 30 cm Bodentiefe) auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen bestimmt werden.

Bei einer Überschreitung von 200 mg Blei/kg Trockenmasse ist von einer nicht tolerablen Schadstoffanreicherung im Oberboden auszugehen, und ein Bodenaustausch ist vorzunehmen.

### 3.9 Verdacht auf Bau- und Bodendenkmäler

Im Vorhabengebiet befinden sich mehrere Bodendenkmäler und archäologische Fundstellen. Einige davon in unmittelbarer Nähe zum Bauvorhaben.

Tabelle 2: Bodendenkmäler und archäologische Fundstellen im Vorhabengebiet mit einem Abstand von < 100 m zum Bauvorhaben, **Fett**: Lage im Baufeld

Fundstelle	Objekt
Bergshausen 000 A	Mögliche Schanze/Neuzeit
Bergshausen 002	Mittelneolitische Steinaxt
Bergshausen 003	Mittelneolitische Steinaxt
Bergshausen 006	Brandgräber/Vorgeschichte
Bergshausen 009	Wall-/Grabenstruktur/Neuzeit
<b>Bergshausen 010</b>	<b>Grabhügel/Vorgeschichte</b>
<b>Bergshausen 011</b>	<b>Wall-/Grabenstruktur/Neuzeit</b>
Bergshausen 992	Paläontologisches Denkmal
Dennhausen 002	Siedlungsfunde/Vorgeschichte (Keramikscherben)
Dennhausen 003	Anlage militärischer Funktion/Meiler/Neuzeit

Im Falle archäologischer Bodenfund und Befunde ist der Kreis als Untere Denkmalbehörde unverzüglich zu informieren. Die entsprechenden Vorgaben sind in das Bodenschutzkonzept mit aufzunehmen.

### 3.10 Verdacht auf Drainagen

Eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Drainagen auf der Ersatzneubautrasse liegt nicht vor.

Wenn durch das Bauvorhaben Drainagen beschädigt werden, ist nach der Beendigung der Baumaßnahme eine fachgerechte Drainage wiederherzustellen. Auch während der Baumaßnahme ist eine Entwässerung der Felddrainagen sicherzustellen. Offene Drainageenden sind unverzüglich provisorisch zu verschließen.

In Kooperation mit Fachbehörden wird im Rahmen des Bodenschutzkonzepts eine entsprechende Erhebung der Drainage-Situation vorgenommen.

Die Wiederherstellung von Drainagen erfolgt in Abstimmung mit den Flächeneigentümern bzw. Bewirtschaftern und den örtlichen Drainagefirmen.

### **3.11. Straßentechnische Entwässerungsanlagen**

Die im Bestand vorhandenen straßentechnischen Entwässerungsanlagen leiten das Wasser nicht auf landwirtschaftliche Flächen, sondern über Bankette und Böschungen, wo es versickert. Es ist aber möglich, dass trotzdem Abflusswasser auf landwirtschaftliche Flächen gelangt und dort Erosion, Verspülungen und das Freilegen von Pflanzen oder Saatgut hervorruft. Das Abflusswasser kann auch stofflich durch den Reifenabrieb belastet sein. Daher ist darauf zu achten, dass auch während der Baumaßnahme kein Abfluss von Entwässerungsanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen stattfindet und die natürlichen Bodenfunktionen erhalten bleiben.

Die Strassenabwässer werden mit der Realisierung des Vorhabens künftig nur nach einer Vorreinigung nach dem Stand der Technik, größtenteils über Retentionsfilteranlagen, einer Vorflut zugeführt.

### **3.12 Zusammenfassende Bewertung anhand der amtlichen Bestandsdaten**

Das Schutzgut Boden ist durch die Baumaßnahme in vielfältiger Weise betroffen. Zwar werden nur in geringem Umfang sogenannte schutzwürdige Böden in Anspruch genommen, aber der Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen ist bei allen Böden wichtig. Daher zielen die Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen (siehe Kapitel 5) darauf ab, dass die natürlichen Bodenfunktionen nicht dauerhaft geschädigt oder beeinträchtigt werden.

Zur Vermeidung dauerhafter und erheblicher Beeinträchtigungen kommt der standörtlichen, mittleren bis hohen Verdichtungsempfindlichkeit eine besondere Bedeutung zu. Eine erste Maßnahmendifferenzierung zur Vermeidung von Verdichtungsschäden ist in Kap. 6 aufgeführt. Diese Maßnahmen zur Ausführung von Baustraßen und Befestigungen von Baueinrichtungsflächen können erst mit den Ergebnissen der Felddatenerhebung und Laborwerten und der Ausführungsplanung konkretisiert werden (Bodenschutzkonzept). Dabei wird zu beachten sein, dass die verbreiteten lehmigen Löß- und lehmigen Sandböden witterungsbedingt sehr schnell in eine breiige Konsistenz übergehen und dann nicht mehr zur Umlagerung und Befahrung geeignet sind.

Grundwasserbeeinflusste Trassenabschnitte weisen besonders verdichtungsempfindliche Böden auf. Aus diesem Grund sind in der Ausführungsplanung für betroffene Trassenabschnitte Maßnahmen zur Wasserhaltung auszuarbeiten. In Kap. 5 werden bereits erste Maßnahmindifferenzierungen zur Wasserhaltung aus Sicht des Bodenschutzes für die Fundamentgruben benannt.

Weiterhin sind Schichtungen des Unterbodens- bzw. Untergrunds zu beachten, um Vermischungen unterschiedlicher Bodensubstrate zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen sind in Kap. 5 aufgeführt.

Die hohe Erodierbarkeit der anstehenden schluffigen Lößböden und lehmigen Sandböden erfordert insbesondere im geneigten Gelände (hier bei Böschungen und den Waldhängen), bei vegetationsfreien Bodenoberflächen und in reliefbedingten Abflussbahnen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen, die in der Ausführungsplanung räumlich konkret ausgewiesen werden sollten.

Stoffliche Belastungen (wie ggf. in den verfüllten Altablagerungen) sind zu berücksichtigen, da dieses vorbelastete Bodenmaterial nicht wieder eingebaut werden kann und einer geordneten Verwertung oder Entsorgung zugeführt werden muss (vgl. Kap. 3.7).

## **4. Vorhabenbezogene, zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung**

### **4.1 Vorbemerkungen**

Bei dem Ersatzneubau können folgende Wirkfaktoren im Hinblick auf das Schutzgut Boden auftreten:

- Ver-/Entsiegelung,
- Verdichtung,
- Vermischung,
- Stoffeinträge,
- Entwässerung und
- Bodenerosion.

Diese Beeinträchtigungen werden im nächsten Unterkapitel näher erläutert. Dabei wird zwischen anlagenbedingten Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen durch den Ersatzneubau und baubedingten, vorübergehende Störungen der Bodenfunktion unterschieden.

Grundsätzlich werden folgende Wirkorte betrachtet:

- die Verbreiterung der Fahrbahn,
- neutrassierte Abschnitte über bisher nicht betroffene Flächen,
- Flächen für Pfeilergründungen,
- Mietenlagerflächen,
- bauzeitliche Fahrwege (Baustraßen) über landwirtschaftliche oder forstliche Flächen.

### **4.2 Ver- und Entsiegelungen**

Im Rahmen der Ersatzneubauarbeiten werden die Fahrbahn verbreitert, die Bergshäuser Brücke nach Süden verlegt und Teilbereiche der alten Fahrbahn rückgebaut. Insgesamt kommt es dabei zu einer dauerhaften, anlagenbedingten Versiegelung von 15,15 ha (Versiegelung und Teilversiegelungen).

Die Böschungen werden nicht versiegelt, so dass sie wieder natürliche Bodenfunktionen ausüben. Dort kann Niederschlagswasser versickern.

Auf einer Fläche von ca. 11,7 ha wird nicht mehr zu nutzende Oberflächen des Altbestandes der A 44 zurückgebaut und entsiegelt (Entsiegelungen und Teilentsiegelungen).

Baubedingte, vorübergehende Versiegelungen sind asphaltierte Baustraßen z.B. am Söhreberghang.

### **4.3 Verdichtungen, Gefügestörungen**

Im Zuge der Bauausführung des Ersatzneubaus werden auf ca. 5,2 km Böden ausgehoben, zwischengelagert, befahren und teilweise nach Bauabschluss wieder zur Herstellung durchwurzelbarer Bodenschichten eingebaut. Bei all diesen Bauprozessen können die Eigenschaften der Böden so stark beeinträchtigt werden (z.B. durch Schadverdichtungen), dass die Böden ihre Funktionen im Naturhaushalt nicht mehr vollständig erfüllen können.

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

Baubedingt kommt es v.a. auf den Baustraßen und den Maschinenstellflächen zu temporären Beeinträchtigungen des Bodengefüges durch Befahren, das Aufstellen von Maschinen und Geräten sowie durch das temporäre Ab- und Zwischenlagern von Bodenaushub und Baumaterialien. Dadurch kann Boden verdichtet werden, so dass wichtige Bodenfunktionen – wie das Wasserspeichervermögen - reduziert werden oder ganz verloren gehen.

Durch geeignete Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen (Kapitel 5) und ggf. eine Rekultivierung mit Tiefenlockerung sollten nach dem Bau und der Rekultivierung keine erheblichen Bodenbeeinträchtigungen zurückbleiben.

Anlagenbedingte Verdichtungen durch den Ersatzneubau sind nicht zu erwarten.

### **4.4 Vermischungen der ursprünglichen Bodenschichten**

Weiterhin können Schäden durch Substratvermischungen hervorgerufen werden. Wenn der ausgehobene Unterboden und Untergrund nicht ordnungsgemäß

getrennt vom Oberboden (Mutterboden) gelagert werden, treten Vermischungen auf. Der Humus- und Nährstoffgehalt des Oberbodens wird verringert, so dass Aufwuchsschäden entstehen können. Auch Steineinmischungen in ursprünglich steinfreien oder steinarmen Bodenschichten sind zu vermeiden, weil dadurch die Bodenfunktionen beeinträchtigt würden.

Eine baubedingte Vermischung der ursprünglichen Bodenschichten ist beim Bodenausbau zur Verbreiterung der Fahrbahn und bei der Anlage des südlichen neuen Autobahnteilstücks möglich und sollte durch fachgerechte Bodentrennung und -zwischenlagerung verhindert werden. Durch geeignete Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen (Kapitel 5) nach dem Bau und der Rekultivierung wird sichergestellt, dass keine erheblichen Bodenbeeinträchtigungen zurückbleiben.

Bei den temporären Baustraßen wird maximal der Oberboden abgeschoben, um anschließend eine mineralische Schüttung, wenn nötig über einem Geovlies, zu erstellen oder Lastverteilungsplatten zu verlegen. Dadurch wird eine Vermischung der Bodenschichten vermieden.

Eine anlagenbedingte Vermischung der ursprünglichen Bodenschichten durch den Ersatzneubau tritt nicht auf.

#### **4.5 Stoffeinträge**

Es kann baubedingt zur Einbringung von Schad- und Fremdstoffen durch Auswaschung von Baumaterialien, Anfallen von Abwasser und Freisetzung von Gefahrenstoffen kommen. Bei Einhaltung der gesetzlichen Normen und Vorschriften können diese jedoch als vernachlässigbar angesehen werden.

Bei der Bauausschreibung sollte der Einsatz von Maschinen und Geräten mit biologisch abbaubaren Schmierstoffen vorgesehen werden. Betankungen werden nur mit gesonderten Schutzmaßnahmen (Auffangwanne, befestigte Flächen) zugelassen. Der Vorhabensträger wird dafür Sorge tragen, dass ein Alarmplan für etwaige Öl- und Treibstoffunfälle erstellt wird, um die Ausbreitung wasser- und bodengefährdender Stoffe zu vermeiden.

Im Falle bereits schadstoffbelasteter Böden (z.B. Bleibelastungen im Oberboden oder Altlastenflächen) im Baufeld werden die unterschiedlichen Aushubqualitäten gekennzeichnet, getrennt gelagert und nicht vermischt. Die fachgerechte Umsetzung wird von der bodenkundlichen Baubegleitung kontrolliert. Beim Umgang mit stofflich belastetem Bodenaushub werden die bodenschutz- und abfallrechtlichen Anforderungen umgesetzt.

Anlagenbedingte Schafstoffeinträge werden durch die Verwendung von nicht-bleihaltigen Korrosionsschutzanstrichen verhindert.

Unter diesen Voraussetzungen werden keine dauerhaften stofflichen Wirkungen vom Ersatzneubau ausgehen.

#### **4.6 Entwässerung und Bodenerosion**

Die baubedingte Wasserhaltung wird nur bauzeitlich erfolgen. Im Zuge der Ausführungsplanung und speziell der detaillierten Planung der Wasserhaltungsmaßnahmen werden erforderliche und geeignete Vermeidungsmaßnahmen dargelegt, sie sind nicht Gegenstand dieses Beitrags. Bei der Errichtung der Brückenpfeiler in und an der Fuldaaue ist eine temporäre Wasserhaltung vorgesehen.

Aufgrund der verbreitet anstehenden erosionsgefährdeten Böden können stellenweise Erosionsschutzmaßnahmen bei Bodenausbau und -lagerung nötig werden. Durch eine fachgerechten Mietenlagerung mit Profilierung, Vermeidung von Wasserstau an Bodenmieten und ggf. Begrünung bei Lagerzeiten > 2 Monaten sollte die Bodenerosion verhindert werden.

Auch die abgeschobenen Flächen sind vor unkontrolliertem Wasserzufluss zu schützen, um Vernässung und Bodenerosion zu verhindern.

Die anlagenbedingte Entwässerung erfolgt in Regenrückhaltebecken. Anlagenbedingte Bodenerosion könnte auf den Böschungen des Ersatzneubaus entstehen und ist mit einer zügigen Begrünung zu vermeiden.

Angesichts der vorgenannten Prämissen werden keine dauerhaften hydrologischen oder erosionsbedingten Wirkungen vom Ersatzneubau ausgehen.

## 5. Bodenbezogene Eingriff-Ausgleich-Bilanz

Die bodenbezogene Eingriff-Ausgleich-Bilanz mit dem Kompensationsbedarf wird nach den hessischen Vorgaben errechnet (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie 2023e). Der derzeitige Bodenzustand (Ist-Zustand) wird mithilfe der Bodenfunktionsbewertung der Bodenkarte im Maßstab 1:5000 (BFD5L) als Wertstufe vor dem Eingriff ermittelt (vgl. Kapitel 3.5). Allerdings liegt diese Karte für die Waldflächen nicht vor. In diesen nicht abgedeckten Arealen wird die Bodenfunktionsbewertung zunächst von benachbarten Flächen übernommen. Im Rahmen der Vorbereitung des Bodenschutzkonzepts sollen ergänzende Bodenuntersuchungen dann die datenbasierte Funktionsbewertung vervollständigen.

Für die Auswirkungsprognose der aktuell zu prüfenden Planung wird eine Bodenfunktionsbewertung (Wertstufe nach dem Eingriff) vorgenommen und mit der Bodenfunktionsbewertung der Bestandsbewertung verglichen (Tabelle 3).

Nach dem Eingriff sind die Bodenfunktionen bei den Baustraßen durch Verdichtung des Bodens um 20 % reduziert. Bei den Versiegelungsflächen sind keine Bodenfunktionen mehr wirksam, während die Entsiegelungsflächen wieder Bodenfunktionen übernehmen können.

Die Minderungsmaßnahme der bodenkundlichen Baubegleitung führt zu einem Wertstufengewinn von 15 % (Tabelle 4).

Als Ausgleichsmaßnahme wird die Entsiegelung der ca. 12 ha mit der Herstellung einer durchwurzelbare Bodenzone gewertet, so dass insgesamt der Kompensationsbedarf für das Schutzgut Boden durch diese Ausgleichsmaßnahmen vollständig ausgeglichen wird (Tabelle 5). Das liegt daran, dass die Versiegelungsflächen hauptsächlich auf Böden mit aktuell geringen Bodenfunktionen liegen und die zu entsiegelnden Flächen im Projektgebiet ein höheres Verbesserungspotenzial haben und deshalb nachher wieder einen hohen Bodenfunktionserfüllungsgrad aufweisen werden.

Tabelle 3: Ermittlung der Wertstufen und der Differenz für die Teilflächen der Planung vor und nach dem Eingriff

Teilflächen der Planung nach Wertstufen vor dem Eingriff	Fläche		Wertstufen vor Eingriff					Wertstufen nach Eingriff					Wertstufendifferenz des Eingriffs				
	m <sup>2</sup>	ha	Gesamtstuf	Standorttypisierung; Biotopentwicklung s-potenzial (m241)*	Ertragspotenzial (m238)	Feldkapazität (m239)	Nitratrückhaltevermögen (m244)	Standorttypisierung; Biotopentwicklungspotenzial*	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen	Standorttypisierung; Biotopentwicklungspotenzial*	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen	BWE	
Baustraßen		0,07		3	2	2	2	3,00	1,60	1,60	1,60	0,00	0,40	0,40	0,40	0,08	
Baustraßen		4,34	1	3	3	2	2	3,00	2,40	1,60	1,60	0,00	0,60	0,40	0,40	6,08	
Baustraßen		5,24	3	3	4	3	3	3,00	3,20	2,40	2,40	0,00	0,80	0,60	0,60	10,48	
Baustraßen		0,20	3	4	0	0	0	3,20	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,16	
Baustraßen		0,18	4	3	5	3	3	3,00	4,00	2,40	2,40	0,00	1,00	0,60	0,60	0,39	
Baustraßen		0,10	5	3	5	4	4	3,00	4,00	3,20	3,20	0,00	1,00	0,80	0,80	0,26	
Verkehrsflächen Versiegelung		8,71	2	3	3	2	2	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00	2,00	60,95	
Verkehrsflächen Versiegelung		3,37	3	3	4	3	3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	4,00	3,00	3,00	33,74	
Verkehrsflächen Versiegelung		0,23	4	3	5	3	3	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	5,00	3,00	3,00	2,50	
Verkehrsflächen Versiegelung		0,09	4	5	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Verkehrsflächen Versiegelung		2,62	5	3	5	4	4	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	5,00	4,00	4,00	34,02	
Entsiegelung		6,46	2	0	0	0	0	3,00	3,00	2,00	2,00	-3,00	-3,00	-2,00	-2,00	-45,20	
Entsiegelung		4,48	3	0	0	0	0	3,00	4,00	3,00	3,00	-3,00	-4,00	-3,00	-3,00	-44,75	
Entsiegelung		0,02	4	0	0	0	0	3,00	5,00	3,00	3,00	-3,00	-5,00	-3,00	-3,00	-0,25	
Entsiegelung		1,02	5	0	0	0	0	3,00	5,00	4,00	4,00	-3,00	-5,00	-4,00	-4,00	-13,23	

\*Methodenbedingt wird auf der Eingriffseite die Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ für das Bewertungskriterium „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ nur bei den Wertstufen 4 und 5 mitberücksichtigt. Auf der Ausgleichseite gehen die Wertstufengewinne hingegen mit ein.

BWE= Bodenwerteinheiten

Tabelle 4: Berücksichtigung der Minderungsmaßnahmen und Ermittlung des Kompensationsbedarfs

Teilflächen der Planung	Fläche		Minderungsmaßnahmen (MM)	Fläche MM		Wertstufendifferenz des Eingriffs				Wertstufendifferenz nach Berücksichtigung der MM				Kompensationsbedarf			
	ha	MM		ha	MM	Standorttypisierung; Biotopentwicklungspotenzial*	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltvermögen	Standorttypisierung; Biotopentwicklungspotenzial*	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltvermögen	Standorttypisierung; Biotopentwicklungspotenzial*	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltvermögen
Baustraßen	0,07		bodenkundliche Baubegleitung	0,07		0,00	0,40	0,40	0,40	0,00	0,46	0,46	0,46	0,00	0,03	0,03	0,03
Baustraßen	4,34		bodenkundliche Baubegleitung	4,34		0,00	0,60	0,60	0,60	0,00	0,69	0,69	0,69	0,00	3,00	2,00	2,00
Baustraßen	5,24		bodenkundliche Baubegleitung	5,24		0,00	0,80	0,80	0,80	0,00	0,92	0,92	0,92	0,00	4,82	3,62	3,62
Baustraßen	0,20		bodenkundliche Baubegleitung	0,20		0,80	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
Baustraßen	0,18		bodenkundliche Baubegleitung	0,18		0,00	1,00	1,00	0,60	0,00	1,15	0,69	0,69	0,00	0,20	0,12	0,12
Baustraßen	0,10		bodenkundliche Baubegleitung	0,10		0,00	1,00	0,80	0,80	0,00	1,15	0,92	0,92	0,00	0,11	0,09	0,09
Verkehrsflächen Versiegelung	8,71			8,71		3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	26,12	17,41	17,41	17,41
Verkehrsflächen Versiegelung	3,37			3,37		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	10,12	10,12	10,12	10,12
Verkehrsflächen Versiegelung	0,23			0,23		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	3,00	3,00	0,68	1,13	0,68	0,68
Verkehrsflächen Versiegelung	0,09			0,09		5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00
Verkehrsflächen Versiegelung	2,62			2,62		3,00	5,00	4,00	4,00	3,00	5,00	4,00	4,00	7,85	13,08	10,47	10,47
Enstiegelung	6,46		bodenkundliche Baubegleitung	6,46		-3,00	-3,00	-2,00	-2,00	-3,45	-3,45	-2,30	-2,30	-22,28	-22,28	-14,85	-14,85
Enstiegelung	4,48		bodenkundliche Baubegleitung	4,48		-3,00	-4,00	-3,00	-3,00	-3,45	-4,60	-3,45	-3,45	-15,44	-20,59	-15,44	-15,44
Enstiegelung	0,02		bodenkundliche Baubegleitung	0,02		-3,00	-5,00	-3,00	-3,00	-3,45	-5,75	-3,45	-3,45	-0,13	-0,08	-0,08	-0,08
Enstiegelung	1,02		bodenkundliche Baubegleitung	1,02		-3,00	-5,00	-4,00	-4,00	-3,45	-5,75	-4,60	-4,60	-3,51	-5,85	-4,68	-4,68
<b>Summe Ausgleichsbedarf nach Bodenfunktionen (BWE)</b>														4,09	13,14	9,49	9,49
<b>Gesamtsumme Ausgleichsbedarf Schutzgut Boden (BWE)</b>																	36,21

\* Methodenbedingt wird auf der Eingriffseite die Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ für das Bewertungskriterium „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ nur bei den Wertstufen 4 und 5 mitberücksichtigt. Auf der Ausgleichseite gehen die Wertstufengewinne hingegen mit ein.

BWE = Bodenwerteinheiten

Tabelle 5: Gegenüberstellung des Kompensationsbedarfs und der Maßnahmenbewertung für die Ausgleichsmaßnahmen

Ausgleichsmaßnahmen (AM)	Fläche ha	Wertstufendifferenz der Ausgleichsmaßnahme(n)				Kompensations- wirkung (BWE)
		Standort- typisierung; Biotopotenzial	Ertrags- potenzial	Feldkapazität	Nitratrückhalte- vermögen	
Vollentsiegelung inkl. Herstellung eines durchwurzelbaren Bodenraums: 40 cm mit Bodenart Uls: +90 mm nFK (+2 WS bei Ertragspotenzial), +140 mm FK (+1 WS)	11,30	3	4	3	3	146,90
Teilentsiegelung inkl. Herstellung eines durchwurzelbaren Bodenraums: 40 cm mit Bodenart Uls: +90 mm nFK (+2 WS bei Ertragspotenzial), +140 mm FK (+1 WS)	0,40	3	2	2	2	3,60
<b>Summe Ausgleich nach Bodenfunktionen (BWE)</b>						<b>150,50</b>
<b>Gesamtsumme Ausgleichsbedarf Schutzgut Boden (BWE)</b>						<b>36,21</b>
<b>Saldo Bodenwerteinheiten (BWE)</b>						<b>114,29</b>
<i>Summe ha</i>	11,7					

## **6. Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen**

Aus den erhobenen Daten zu den Bodeneigenschaften bei Kassel ergeben sich allgemeine bodenschutzfachliche Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen, die in der Trassenvorbereitung, der Bauausführung und der Rekultivierung zu beachten sind. Diese werden hier stichwortartig nach Themenbereichen aufgelistet. Die Zuordnung dieser Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen auf konkrete Teilflächen erfolgt im Bodenschutzplan, der Teil des späteren Bodenschutzkonzepts sein wird.

### **1.) Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen**

- Mitwirkung bei der Ausschreibung der Bauarbeiten und der Erstellung des Leistungsverzeichnisses durch die Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
- Integration des Bodenschutzkonzeptes und ggf. des Bodenmanagement- und Verwertungskonzeptes in die Ausschreibung als besondere Leistungen
- Prüfung, ob die bodenschutzrelevanten Vorgaben und Inhalte in den Bauvertragsunterlagen berücksichtigt sind, ggf. ergänzen
- Angebotsprüfung insbes. von Nebenangeboten bei der Vergabe von Bauleistungen hinsichtlich der Beachtung umweltrelevanter und bodenschutzfachlicher Vorgaben aus dem Bodenschutzkonzept

### **2.) Trassenvorbereitung**

- Mulchen des vorhandenen Aufwuchses innerhalb der Baubedarfsflächen und des Baustraßenbereiches (incl. Abfuhr ab ca. 2 kg/m<sup>2</sup>)
- Bodenschonende Durchführung von Holzeinschlag und Stockentfernung (evtl. bei anhaltendem und tiefreichendem Bodenfrost)
- Bevorzugung der bodengleichen Entfernung der Baumstümpfe und Belassen der Wurzeln im Boden mit seiner tragenden, lastverteilenden Funktion
- ggf. Herstellung von Baustraßen mit Astteppichen oder einer mindestens 50 cm mächtigen Schicht aus langen Holzhackschnitzeln
- Begrünung von Oberböden bei temporär (bis zu 6 Monaten beanspruchten Bodenflächen) zur Verlegung von lastverteilenden Schutzmaßnahmen ohne Abtrag des Oberbodens

### **3.) Anforderungen an Maschineneinsatz**

- kein Einsatz von Radfahrzeugen auf unbefestigten Bodenflächen (Ausnahme: landtechnische Radfahrzeuge mit bodenschonender Niederdruckbereifung zur Flächenvorbereitung vor Bau, zur Tieflockerung im Rahmen der Rekultivierung sowie zu landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen nach Oberflächenwiederherstellung)
- Kettenfahrzeuge mit Bodenpressungen von maximal  $6,5 \text{ N/cm}^2$  ( $0,65 \text{ kg/cm}^2$ ) auf unbefestigten Bodenflächen sind zulässig, niedrigere Bodenpressungen von  $3,5 \text{ N/cm}^2$  sind zu bevorzugen
- auf unbefestigten Bodenflächen in stark vernässten, verdichtungsempfindlichen Abschnitten (i.e. Fuldaaue und staunasse Lehmstandorte) sind nur Kettenfahrzeuge mit Bodenpressungen von maximal  $3,5 \text{ N/cm}^2$  ( $0,35 \text{ kg/cm}^2$ ) zulässig
- Führen einer Geräteliste der bauausführenden Firmen mit Typ/Bezeichnung, zulässiges Gesamtgewicht, Kettenbreite, Kettenlänge bis zur Mitte der Laufrollen, Bodenpressung/Kontaktflächendruck sowie Kennzeichnung der einzusetzenden Maschinen mit einem Ampelsystem: rot= nur auf befestigten Baustraßen, gelb= nur bei tragfähigem Boden im Konsistenzbereich 1 und 2, grün= im Konsistenzbereich 1 bis 3 einzusetzen.
- Überrollhäufigkeiten sind zu reduzieren und unnötige Rangierfahrten zu vermeiden.

### **4.) Messungen und Erhebungen in der Bauphase**

- regelmäßige Erfassung der Bodenfeuchte / Konsistenzbereiche während der Bauausführung und Bewertung nach Tabelle 2 der DIN 19639 (DIN 19639:2019-09, 2019) durch die Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
- BBB während der Bauzeit insbesondere bei Rekultivierungsflächen

### **5.) Anforderungen an Baustraßen und Baubedarfsflächen**

- Zuwegung weitestgehend über vorhandene Wege
- Vor-Kopf-Einbau von mineralischen Schotterschüttungen, Lastverteilungsplatten oder profilierten, koppelbaren Baustraßenelemente sowie rückschreitender und rückstandsfreier Rückbau

- Welches System wann verwendet wird, hängt von den jeweiligen Bodeneigenschaften, dem Relief, der Bodenbeanspruchung und -nutzung sowie der Witterung ab und wird von der Bauüberwachung in Absprache mit der BBB abgestimmt
- Berücksichtigung der vier mögliche Baustraßenvarianten:
  - Variante 1:** Standardbaustraße, d.h. Errichtung einer mindestens 0,5 m mächtigen, mineralischen Schotterschicht über einem Geotextilvlies (Überstand an Rändern mind. 0,5 m) ohne Oberbodenausbau auf bis zu 6 Monate beanspruchten, landwirtschaftlichen Bodenflächen
  - Variante 2:** Lastverteilungsplatten (aus Stahl oder Aluminium) auf dem Oberboden verlegt auf bis zu 6 Monate beanspruchten, landwirtschaftlichen Bodenflächen
  - Variante 3:** Lastverteilungsplatten auf dem Unterboden verlegt nach vorherigem Oberbodenausbau bei temporär über 6 Monaten beanspruchten Bodenflächen
  - Variante 4:** Baustraßen mit gebundenen Tragschichten
- Vollflächige Herstellung von Baustraßen aus Lastverteilungsplatten und Auslegung mit einer Überlappung von 50 cm; bei lagestabilen, koppelbaren Lastverteilungsplatten ist keine Überlappung nötig. Korrektur von verrutschten Lastverteilungsplatten
- Bei Begegnungsverkehr Herstellung von befestigten Ausweichstellen
- nach Rückbau ggf. Tieflockerung nach Empfehlung der BBB

## 6.) Anforderungen an Bodenaushub, Zwischenlagerung und Wiederverfüllung

- Getrennter Oberboden- und Unterbodenabtrag mit Raupenbaggern
- Trennung von Ober-, Unterboden und Untergrund bei Aushub, Zwischenlagerung und Wiedereinbau. Keine Vermischung von Bodenschichten
- Aushub in möglichst trockenem Zustand (Konsistenzstufen 1 bis 3)
- Bodenlagerung gemäß DIN 18915 (DIN 18915, 06/2018) und DIN 19731 (DIN 19731, 05/1998)
- keine Anlage von Bodenmieten im Bereich von Senken; und Vermeidung von Wasserrückstau an Bodenmieten sowie schadlose Ableitung von Wasser um Baubedarfsflächen

- Erosionsschutzmaßnahmen bei erosionsgefährdeten Böden (z. B. bei vegetationsfreien Baubedarfsflächen und Mieten)
- schonende Umlagerung durch max. Mietenhöhe für Oberböden 2 m (inkl. Profilierung und ggf. Begrünung bei Lagerdauer > 2 Monate) und für Unterböden 3 m, kein Befahren der Bodenlager, kein Abschieben und Verschieben von Bodenmaterial über längere Strecken, Aushub mittels Löffelbagger, vorsichtiges Wiederablegen, Boden nicht aus großer Höhe fallen lassen, bei Zwischenlagerung Bodenmaterial vor Verdichtungen und Vernässungen schützen
- Verwendung von Lössmaterial für die Rekultivierungsflächen westlich der Fulda
- möglichst hochwertige Verwertung wertvoller Bodenmaterialien, ausgeglichene Massenbilanz

### **7.) Maßnahmen bei dauerhafter Bodennässe (z.B. Stauwasser- oder Grundwasserböden)**

- Aufgrund der Verdichtungsempfindlichkeit keine Anlage von Bodenmieten und Baubedarfsflächen
- erhöhte Anforderungen an lastverteilende Maßnahmen (ggf. doppelt verlegte Lastverteilungsplatten)
- vorgezogene bauzeitliche Wasserhaltung mit Sauglanzen bis unterhalb der Tiefenlage der Fundamente (Details im Zuge der Ausführungsplanung der Wasserhaltungsmaßnahmen).
- Beachtung der Auflagen des Wasserhaushaltsgesetzes (insb. § 2 „Anforderungen an den Umgang mit wassergefährlichen Stoffen“)
- Einleiten von Baustellenabwässern in Oberflächengewässer nur nach behördlicher Erlaubnis
- auf gering durchlässigen Lagerflächen ist ein Entwässerungssystem vorzusehen
- Ableitung von Wasserzuflüsse um die Zwischenlagerflächen und Baugruben

### **8.) Witterung**

- Durchführung der Erdbauarbeiten nur bei geeigneter, trockener Witterung und bei abgetrockneten Böden, d.h. zum Beispiel in Abstimmung mit der BBB keine Baugrubenerstellung während oder nach ergiebigen Niederschlägen

- Bodenbefahrungen und Bodenbewegungen sind bis zu maximal steif-plastischer Konsistenz (Konsistenzstufe 3) zulässig
- Einstellen der Arbeiten bzw. Abstimmung mit der Bodenkundlichen Baubegleitung bei Pfützenbildung oder weich-plastischer Konsistenz (Konsistenzstufe 4)

### **9.) Rekultivierung, d. h. Wiederherstellung der Bodenfunktionen vergleichbar mit den Ausgangsbedingungen**

- rückstandsfreie Entfernung aller baubedingten Fremdstoffe (i.e. Baustraßen, Geotextilien, Schotter, Abfälle etc.) vor der Rekultivierung
- Bodenauftrag auf temporär genutzten Flächen in gleicher Schichtmächtigkeit wie vor der Baumaßnahme (Acker-Oberboden mindestens 30 cm, Grünland-Oberboden mindestens 10 cm)
- Beachtung der Grenzen der Befahrbarkeit
- Wiedereinbau nur von trockenem Bodenmaterial
- Rückverdichtung ohne schädliche Bodenverdichtung
- Bei Rückbaustandorten mit Entsiegelungen besondere Berücksichtigung der getrennten Aufbringung von Untergrund-, Unterboden- und Oberbodenmaterial mit dem Raupenbagger mit dem Ziel einen durchwurzelbaren und wasserdurchlässigen Boden ohne Schadverdichtungen herzustellen
- Vor Oberbodenauftrag ggf. Tieflockerung des Unterbodens bei standörtlichen Verdichtungen nach Empfehlung der BBB
- Schiebende Fahrzeuge (Planierraupen) zur Herstellung eines Planums im Konsistenzbereich 1 bis 2 sind zulässig, jedoch kein Abschieben und Verschieben von Bodenmaterial über längere Strecken
- Dokumentation des Bodenzustands nach der Rekultivierung durch begleitende Untersuchungen (Horizontmächtigkeiten, Substratvermischungen, Verdichtungen)
- schnelle Begrünung der rekultivierten Flächen zur Erosionsvermeidung

**10.) ggf. mehrjährige Zwischenbewirtschaftung von bauzeitlich in Anspruch genommenen Flächen**

- In Abstimmung mit den Grundstückseigentümern/ Pächtern
- Bei Bedarf Auflockerung und anschließende, mehrjährige Zwischenbewirtschaftung mit tiefwurzelnden Gesundungsfrüchten zur Förderung einer raschen Wiederbesiedlung mit Bodenleben (insbes. Mikroflora und -fauna), zur Stabilisierung des Bodens mit dem tiefreichenden und verzweigten Wurzelwerk und zum Erosionsschutz (v.a. in Erosionslagen)

## **7. Vermittlung von Informationen**

### **7.1 Schulungen**

Für alle Vorhabenbeteiligten sollen vor Baubeginn Schulungen zu den Belangen des Bodenschutzes durchgeführt werden.

In den Schulungen werden folgende Inhalte vermittelt:

- Darstellung eines Organigramms für die Baustelle
- Mitteilung darüber, dass BBB beratend und empfehend tätig ist
- die Regelung der Erreichbarkeit der BBB
- die Information, dass bodenrelevante Verstöße fotodokumentiert und protokolliert werden
- die Information, dass Zuwiderhandlungen zum Ausschluss von Personen an den weiteren Bauausführungen führen können.

Im Rahmen der Schulung sollen die Schutzgüter Boden, Wasser und Luft und Maßnahmen zu ihrem Schutz näher erläutert werden. Hierzu gehört die Vermittlung folgender Punkte:

Boden:

- Umgang mit Altlasten
- Eintragsvermeidung von umweltgefährdenden Stoffen
- Vermeidung und Folgen von Verdichtung, Scherung (i.e. seitliches Verschieben des Bodenkörpers), Vermischung
- Umgang mit Vernässungen

Wasser:

- Vermeidung von Gewässerverunreinigungen
- Vermeidung von Uferbeschädigung

Luft:

- Vermeidung von Schadstoffemissionen
- Vermeidung von Lärm

Unterweisung in den Ersatzneubau bei Kassel:

- Grundsätzliche Ziele des Bodenschutzes, Vorteile bauintegrierten Bodenschutzes
- bodenschonende Erdarbeiten und Befahrung
- Umsetzung der Bodentrennung
- Maßnahmen zur Wasserhaltung
- Verhalten auf der Baustelle zur Gefahrenabwehr

## **7.2 Abstimmungsgespräche**

Des Weiteren finden anfangs und bei Bedarf baubegleitend Abstimmungsgespräche von BBB mit Bauleitung (BÜ/BOL) und dem Vorhabenträger statt, sowie auch weitere Abstimmungsgespräche mit Eigentümern, Flächennutzern und zuständigen Behörden. Dazu wird auch ein Organigramm mit den Beteiligten (Grundeigentümer, Bauherr, Bauunternehmer, sonstige beteiligte Personen wie z. B. Pächter, zuständigen Behörden, BBB) erstellt, um die jeweiligen Ansprechpartner schnell zu finden.

## **8. Dokumentation und Überwachung der Bauausführung**

Die Bauausführung wird durch baubegleitende Begehungen der BBB überwacht. Die festgestellten den Bodenschutz betreffenden Sachverhalte, die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen (z.B. regelmäßige Erfassung der Bodenfeuchte / Konsistenzbereiche während der Bauausführung) und die veranlassten Maßnahmen werden dabei fotografisch und textlich dokumentiert.

Dazu erstellt die BBB nach Absprache mit der zuständigen Behörde vor Baubeginn ein entsprechendes Dokumentations-Formblatt. Das Führen der fortlaufenden Dokumentation erfolgt durch die BBB.

Das Dokumentations-Formblatt enthält beispielsweise folgende bodenschutzrelevante Punkte:

- Verwendung geeigneter Arbeitstechniken und Arbeitsgeräte (s. „Nomogramm zur Ermittlung des maximal zulässigen Kontaktflächendruckes von Maschinen auf Böden“, Bild 2 in DIN 19639)
- Berücksichtigung der Witterungs- und Bodenwasserverhältnisse (s. „Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit sowie Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden in Abhängigkeit von Konsistenzbereichen und Bodenfeuchte“, Tabelle 2 in DIN 19639)
- Anlage von Verkehrs- und Arbeitswegen, Baustraßen etc.
- Angaben zum Bodenabtrag
- Maßnahmen zur fachgerechten Zwischenlagerung des Bodenaushubs
- Verwertungs-/Entsorgungswege überschüssiger Bodenmassen
- Gewährleistung einer ausreichenden Entwässerung
- Arbeitstechnik der Rückverfüllungsarbeiten auf den Rekultivierungsflächen
- Folgebewirtschaftung bei Rekultivierungsflächen
- Maßnahmen zur Begrünung des Oberbodens
- Sonstige Angaben.

## **9. Rekultivierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung durchwurzelbarer Bodenschichten**

### **9.1. Wiederherstellung temporär genutzter Flächen**

Die Rekultivierung auf temporär genutzten Flächen (z.B. Baustraßen oder Maschinenstellflächen) dient der Wiederherstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht ohne erhebliche und dauerhafte Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen. Dies umfasst viele Maßnahmen, die schon in Kapitel 6 aufgeführt wurden, die hier aber noch einmal erläutert werden.

Dabei erfolgt der Bodenauftrag getrennt nach Untergrund, Unterboden und Oberboden. Die Auftragsmächtigkeiten richten sich nach Ausgangszustand der Böden und der nachfolgenden Nutzung. So sind im Grünland mindestens 10 cm Oberboden ausreichend; auf Äckern mindestens 30 cm. Auch bei diesen Arbeiten sind die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit sowie die maximal tolerierbaren Bodendrücke zu beachten (gem. (DIN 19639:2019-09, 2019)). Hinsichtlich Maschineneinsatz, Bodenfeuchtigkeit usw. gelten grundsätzlich die gleichen Rahmenbedingungen wie beim Bodenabtrag.

Ziel ist die Herstellung eines Bodenaufbaus ohne schädliche Verdichtung. Dynamische Verdichtungsarbeiten sind im Regelfall nicht bodenverträglich.

Störende, nicht natürliche Verdichtungen, z. B. durch Maschinen oder Geräte sind zu beseitigen. Diese sollten von der BBB erfasst und dokumentiert werden. Bei schädlichen Verdichtungen des Unterbodens hat eine geeignete Tieflockerung regelhaft vor dem Oberbodenauftrag zu erfolgen. Hierbei ist auch auf die funktionsgerechte Wiederherstellung bestehender Drainagen zu achten.

Das zur Wiederverfüllung eingesetzte Bodenmaterial von anderen Standorten soll in seiner Beschaffenheit dem Boden am Aufbringungsort entsprechen (z.B. in Bodenart, Grobbodenanteil, Schadstoffgehalt, Humusgehalt, Kalkgehalt; gem. (BBodSchV, 2021)). Das gilt auch für den Einbau von Bodenmaterial aus dem gleichen Ersatzneubauverfahren.

Der Einsatz schiebender Fahrzeuge (Planiertrauben) zur Herstellung des Planums ist im Konsistenzbereich 1 bis 2 zulässig. Es sollte kein Abschieben und Verschieben von Bodenmaterial über längere Strecken stattfinden.

Grundsätzlich sind Überfahrten in Länge und Häufigkeit so weit wie möglich zu reduzieren.

Vor Beginn der Rekultivierung sind alle baubedingten Fremdstoffe (Baustraßen, Geotextilien, Schotter, Abfälle u. a.) rückstandsfrei aus dem Baufeld zu entfernen.

## **9.2. Neuaufbau von Böden bei Rekultivierungsflächen**

Der Neuaufbau von Böden bei den Rekultivierungsflächen hat unter Beachtung des Rekultivierungsziels und der in der Region vorkommenden Böden standortangepasst zu erfolgen.

Beim Neuaufbau von Böden nach Entsiegelungen sind vor der eigentlichen Wiederherstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht ggf. vorhandene Hohlformen mit geeignetem Bodenmaterial bis etwa 2 m unter geplanter Geländeoberfläche aufzufüllen. Vor dem Auftrag des Unterbodenmaterials ist dieses Bodenmaterial zu lockern. Unter- und Oberbodenmaterial werden mittels Raupenbagger getrennt aufgebracht.

Zur Absicherung des Rekultivierungserfolges ist in der Regel eine bodenschonende, mehrjährige Zwischenbewirtschaftung empfehlenswert, bevor die Flächen in die ackerbauliche Folgenutzung entlassen werden können. Diese dient der Förderung und Stabilisierung der chemischen, biologischen und physikalischen Bodeneigenschaften z.B. durch die Verwendung spezieller tiefwurzelnder Pflanzen (z.B. Luzerne, Rotklee, Lupinen, Ölrettich, etc.). Damit werden ebenfalls die struktur- und gefügebildenden Prozesse im Boden gefördert und das Erosionsrisiko vermindert.

Die weitere landwirtschaftliche Bodenbearbeitung und die Erntetechnik sind unter dem Aspekt einer möglichst hohen Bodenschonung auszuwählen und durchzuführen.

Nach dem Wiedereinbau muss der Boden durchwurzelbar und wasserdurchlässig sein. Schädliche Bodenverdichtungen dürfen nicht hervorgerufen werden.

## 10. Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen

Grundsätzlich sind Maßnahmen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen während der Baumaßnahme sowie einer fachkundigen, mehrjährigen Zwischenbewirtschaftung der Vorrang vor eventuellen „Sanierungsmaßnahmen“ einzuräumen.

Sind die natürlichen Bodenfunktionen nach Bauabschluss und ggf. erfolgter Zwischenbewirtschaftung dennoch erheblich beeinträchtigt, dann sind diese Beeinträchtigungen mit geeigneten Maßnahmen z.B. Unterbodenlockerung, Entwässerung bei verursachter Staunässe, Auffüllen von Sackungen oder Bodenaustausch zu beseitigen (siehe „Maßnahmen bei Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen“, Anhang I DIN 19639).

Die BBB kann für die Dokumentation einer fachgerechten Rekultivierung und Beurteilung des Rekultivierungserfolges herangezogen werden. Hierzu sind feldbodenkundliche, bodenphysikalische und gegebenenfalls bodenchemische Beurteilungsparameter auszuwerten. Die Beurteilung bezieht sich in der Regel auf die Oberfläche sowie den Profilaufbau (durchwurzelbare Bodenschicht) der Rekultivierungsfläche und auf die Qualität des verwendeten Einbaumaterials.

Folgende Parameter sind für die Beurteilung geeignet:

- Qualität des Planums, Setzungen, Fahrspuren
- Spuren von Abschwemmung, Erosion und Rutschung
- Abweichungen vom ursprünglichen oder geplanten Profilaufbau
- Verdichtungen anhand optischer Kriterien wie Nässebildung auf der Bodenoberfläche, Aufwuchsschäden, Auftreten von Staunässezeigern wie Binsen
- Verschmutzungen (stoffliche Belastungen, Bauabfälle)
- Vermischung unterschiedlicher Bodenschichten
- Einmischung von Steinen in zuvor steinfreie Schichten
- Ein- und Auftrag standortfremden Bodenmaterials.

Als Referenzfläche für den Rekultivierungserfolg kann i. d. R. die angrenzende Fläche derselben Bewirtschaftungseinheit ohne Baustelleneinfluss herangezogen werden.

## 11. Zusammenfassung der Maßnahmen

Für die Planung und Durchführung des Projektes sechsstreifiger Ausbau der A 44 von AK Kassel-West bis AD Kassel-Süd enthält dieser fachliche Beitrag die notwendigen Maßnahmen zum Erhalt und / oder Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen und der damit verbundenen Bodenqualität.

Zusammenfassend, werden bauzeitlich ca. 45 ha in Anspruch genommen. Für die Bauphase werden auf ca. 11 ha Baustraßen angelegt, die im großen Umfang auch über landwirtschaftliche Flächen oder Waldflächen führen. Dabei wird die Verdichtungsempfindlichkeit besonders zu beachten sein, denn die verbreiteten schluffigen und lehmigen Sandböden sind aufgrund ihrer Körnung dafür prädestiniert. Zudem gehen sie bei Nässe sehr schnell in eine breiige Konsistenz über und sind dann nicht mehr zur Umlagerung und Befahrung geeignet.

Insgesamt wird mehr Boden versiegelt als entsiegelt. Die neuversiegelte Fläche hat eine Größe von ca. 15 ha, und die entsiegelte Fläche beträgt ca. 12 ha (vgl. Tab. 6). Insgesamt sind ca. 39 ha zu rekultivieren. Die Mietenlagerfläche ist ca. 4,3 ha groß. Der Kompensationsbedarf für das Schutzgut Boden wird durch die Ausgleichsmaßnahmen (Entsiegelung und Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenzone) vollständig ausgeglichen

Bodenschutzfachlich sind einige Besonderheiten zu berücksichtigen, wie beispielsweise der Oberbodenaustausch aufgrund erhöhter Bleigehalte an Freileitungsmasten und unterhalb der Brücke (weitere Untersuchungen sind notwendig). Der Ersatzneubau erfolgt unter Aufsicht einer Bodenkundlichen Baubegleitung. Eine Grundwasserhaltung wird für die Pfeilergründungen in der Aue erfolgen, siehe dazu die Unterlage 19.3 Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie. Die Dimensionierung und Ausgestaltung der Wasserhaltungen erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung.

Tabelle 6: Zusammenfassende Darstellung der bodenschutzrelevanten Maßnahmen bei dem Projekt sechsstreifiger Ausbau der A 44 von AK Kassel-West bis AD Kassel-Süd

<b>Maßnahmen</b>	<b>Fläche</b>
temporäre Baustraßen	ca. 11 ha
Zwischenlagerfläche	ca. 4,3 ha
versiegelte Fläche	ca. 15 ha
entsiegelte Fläche	ca. 12 ha
Rekultivierungsfläche	ca. 39 ha



**botschek**  
bodenkunde

Bonn, den 26.09.2023

*Dr. Franziska Lauer-Uckert*

Dr. Franziska Lauer-Uckert

*Johannes Botschek*

Dr. Johannes Botschek



## 12. Quellen

Anuva Stadt- und Umweltplanung (2023). A44, 6-streifiger Ausbau AK Kassel-West – AD Kassel-Süd, Planfeststellung, Landschaftspflegerischer Begleitplan, Textteil.

BBodSchG. (1998). "Bundes-Bodenschutzgesetz 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".

BBodSchV. (2021). "Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598, 2716)"

CDM Smith. (2019). Bestandesanalyse des vorhandenen Baugrundes.

DIN 18915. (06/2018). Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten.

DIN 19639 (09/2019). Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben. Beuth-Verlag.

DIN 19731. (05/1998). DIN 19731 Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial.

Geologischer Dienst NRW (2022). Die Karte der schutzwürdigen Böden von NRW 1 : 50.000 – dritte Auflage 2018.  
[https://www.gd.nrw.de/wms\\_html/bk50\\_wms/pdf/BFE.pdf](https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/BFE.pdf)

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. (2023). Geologie viewer.  
<https://geologie.hessen.de/mapapps/resources/apps/geologie/index.html?lang=de>

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. (2023a). *Bodenviewer BFD50*.  
<https://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de>

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. (2023b). Bodenviewer, Bodenkarte der landwirtschaftlichen Standorterkundung.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. (2023c). Bodenviewer, Bodenkarte auf Grundlage der Bodenschätzung.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. (2023d). Bodenerosionsatlas Hessen. Von  
<https://www.hlnug.de/themen/boden/auswertung/bodenerosionsbewertung/bodenerosionsatlas/erosionsbewertung-abag> abgerufen



**botschek**  
bodenkunde

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2023e):  
Kompensation des Schutzguts Boden in Planungs- und  
Genehmigungsverfahren, Heft 16.

Königlich Preußische Geologische Landesanstalt. (1901). Geologische Karte von  
Preußen. Blatt Oberkaufungen.

Königlich Preußische Geologische Landesanstalt (1909). Geologische Karte von  
Preußen. Blatt Niederzweren.

witt & partner geoprojekt (2022): Geotechnischer Untersuchungsbericht.  
Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung.

Anlage 1: Lageplan mit Darstellung der Altlastenverdachtsflächen

