



**Heidelberger Sand und Kies GmbH  
Kieswerk Wiesental**

**Erweiterung West**

Teil X  
Bodenschutzkonzept

Dezember 2022

**Bearbeitung**

arguplan GmbH  
Vorholzstraße 7  
76137 Karlsruhe  
Tel. 0721 1611 0-21  
juris@arguplan.de

**Antragstellerin**

Heidelberger Sand und Kies GmbH  
Berliner Straße 6  
69120 Heidelberg  
Tel. 07254 776 70-15  
joern.ebeling@heidelbergcement.com

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b> -----	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Generelle Vorhabensbeschreibung</b> -----	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung</b> -----	<b>2</b>
3.1	Erfassung des Bodenbestands -----	2
3.2	Auswertung und Bewertung-----	4
3.2.1	Bewertung der Bodenfunktionen-----	4
3.2.2	Erosionsgefährdung -----	7
3.2.3	Schadstoffbelastungen -----	7
3.2.4	Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit-----	8
3.2.5	Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit / Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit-----	8
<b>4</b>	<b>Geplanter Bauablauf mit wesentlichen bodenbezogenen Arbeitsschritten</b> -----	<b>12</b>
4.1	Massenbilanz-----	12
4.2	Oberbodenabtrag -----	13
4.3	Anlage von Bodenmieten und Boden-Zwischenlagerflächen -----	14
4.4	Baustelleneinrichtungsflächen und Baustraßen -----	15
<b>5</b>	<b>Auswirkungen, vorhabenbezogen zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung</b> -----	<b>15</b>
5.1	Vollständiger Abtrag des Bodens -----	15
5.2	Verdichtungen und Gefügestörungen -----	16
5.3	Vermischung von Bodenschichten und Eintrag von bodenfremden Stoffen---	16
<b>6</b>	<b>Bodenschutzplan als räumliche Darstellung der baubegleitenden Bodenschutzmaßnahmen</b> -----	<b>17</b>

<b>7</b>	<b>Bodenverwertung</b> -----	<b>18</b>
7.1	Generelle Verwertungsplanung -----	18
7.2	Auftrag des humosen Oberbodens -----	18
7.3	Zwischenbewirtschaftung-----	19
7.4	Überprüfung der Qualität der Auftragsflächen und Maßnahmen bei Funktions- einschränkungen-----	20
<b>8</b>	<b>Verwendete Unterlagen</b> -----	<b>20</b>

**Anlage:**

Anlage 1: Bodenschutzplan

## 1 **Veranlassung**

Die Heidelberger Sand und Kies GmbH beantragt für ihren Abbaustandort in Waghäusel, Ortsteil Wiesental, Landkreis Karlsruhe, gemäß § 68 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ein wasserrechtliches Planfeststellungsverfahren zur flächenmäßigen Erweiterung der Abbaustätte um ca. 19,6 ha.

Gemäß § 2 Abs. 3 des Landes Bodenschutz- und Altlastengesetz (LBodSchAG) vom 31.12.2020 ist für die Planung und Ausführung eines Vorhaben, das auf den Boden einer nicht baulich veränderten Fläche von mehr als 0,5 ha einwirkt, ein Bodenschutzkonzept zu erstellen. Mit dem Bodenschutzkonzept soll der sparsame, schonende und fachgerechte Umgang mit dem Boden gewährleistet werden.

Das vorliegende Bodenschutzkonzept orientiert sich an den Anforderungen der DIN 19639 *Bodenschutz bei Planung und Ausführung von Bauvorhaben*.

## 2 **Generelle Vorhabensbeschreibung**

Die beantragte Erweiterungsfläche schließt sich westlich an den bestehenden Baggersee an und erstreckt sich auf ca. 19,6 ha. Die eigentliche Abbaufäche weist dabei nach Abzug der erforderlichen Sicherheitsabstände zu den benachbarten Grundstücken, Wegen und den Masten einer Hochspannungsfreileitung eine Flächengröße von ca. 18,2 ha auf.

Auch wenn die Abbauplanung keine separaten Abbaufelder oder –abschnitte vorsieht, wird für die Abbauvorbereitung der kulturfähige humose Oberboden sukzessive in Abschnitten abgetragen. Das gewonnene humose Bodenmaterial ist nach den bodenschutzrechtlichen Vorgaben zu verwerten und seinem ursprünglichen Zweck zuzuführen.

Eine Verwertung des Bodens innerhalb des Vorhabensbereichs ist nicht möglich. Daher ist es vorgesehen, den Boden an Dritte für Bodenverbesserungsmaßnahmen, vorrangig an Landwirte für eine Oberbodenauftrag auf Ackerflächen, abzugeben.

Der Oberboden fällt sukzessive mit der Beräumung der einzelnen Abbaubabschnitte an. Nach dem derzeitigen Planungsstand ist davon auszugehen, dass der Boden nicht direkt abgefahren und zur Verwertung andernorts eingesetzt werden kann. Daher wird eine Zwischenlagerung des anfallenden Bodens erforderlich. Die Anlage der Bodenmieten ist innerhalb der beantragten Erweiterung randlich zu den Abbaufächen vorgesehen.

In den Unterböden steigt nach der Bodenkarte von Baden-Württemberg der Kiesanteil meist deutlich an während gleichzeitig der Anteil der bindigen Substrate zurückgeht, sodass im Unterboden vorwiegend kiesige Sande anstehen. Nach den Kriterien der DIN 19731 ist der Unterboden infolge seiner Kiesanteile nicht bzw. nur eingeschränkt als kulturfähig einzustufen. Er ist daher nicht für eine separate Verwertung vorgesehen und kann zusammen mit dem Kies und Sand gewonnen werden.

Bei der nach fachlichen Kriterien zu empfehlenden Auftragsmächtigkeit von 0,2 m kann mit dem anfallenden Oberboden eine Gesamtfläche von ca. 22,9 ha melioriert werden. Eine fachgerechte Wiederverwertung des Bodens ist im engen räumlichen Zusammenhang prinzipiell möglich. Die Karte der Suchräume für potenzielle Auftragsflächen (LGRB 2022) weist westlich von Waghäusel und östlich von Philippsburg potenziell für einen Bodenauftrag geeignete Ackerflächen auf über 50 ha Fläche aus. Die Bodenarten der dort anstehenden Böden entsprechen weitgehend den Bodenarten der Abtragfläche, sodass auch eine Kombinationseignung von Auftragsfläche und anfallendem Bodensubstrat gegeben ist. Zur Bodenverwertung werden aktuell Bodenauftragsflächen gesucht. Sofern geeignete Flächen gefunden werden, wird das vorliegende Bodenschutzkonzept für die Umsetzung der Bodenverwertung fortgeschrieben.

Die Abbauplanung sieht eine Laufzeit für die Rohstoffgewinnung in der Erweiterungsfläche von ca. 13 Jahren vor. Der Bodenabtrag erfolgt jeweils im Vorgriff zum Abbau des nächsten Abbauabschnitts. Aufgrund der langen Vorhabenlaufzeit und der Abhängigkeit der Bodenarbeiten vom jeweiligen Abbaufortschritt können zu den jeweiligen Zeitpunkten der Bodenarbeiten, zu den am Abbaustandort verfügbaren Baumaschinen sowie weiteren Aspekten keine sicheren Angaben im Bodenschutzkonzept gemacht werden. Das Bodenschutzkonzept formuliert daher zu diesen Aspekten die aus bodenschutzfachlicher Sicht prinzipiell zu beachtenden bzw. einzuhaltenden Rahmenbedingungen.

### **3 Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung**

#### **3.1 Erfassung des Bodenbestands**

Der Untersuchungsraum liegt im Bereich der Niederterrasse der nördlichen Oberrheinebene, die im Untersuchungsraum durch würmzeitlichen Sande (Flugsanddecken bzw. Hochflutsande) sowie stellenweise durch holozäne Abschwemmmassen überlagert wird.

Die Böden der Erweiterungsfläche sowie des Umfelds werden überwiegend intensiv ackerbaulich genutzt.

Zur Festlegung der Maßnahmen des Bodenschutzkonzeptes müssen die Bodenverhältnisse vor Ort erfasst und bewertet werden. Die Datenerfassung erfolgt auf Basis der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:50.000 (BK50) (LGRB 2022).

Die BK50 weist für den Untersuchungsraum nachfolgend aufgeführte natürliche Bodengesellschaften aus. Die Lage der Bodeneinheiten ist der Anlage 1 zu entnehmen.

##### *Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde aus würmzeitlichem Flugsand (Flugsanddecken)*

Der westliche Randbereich der Erweiterungsfläche wird von der Bodengesellschaft aus *Braunerden mit Bänder und Bänderparabraunerde* eingenommen.

Der tiefgründige Boden hat sich aus einer Flugsanddecke entwickelt, deren Bodenart als mittel- bis feinsandigen z.T. auch schwach lehmig bis schwach tonigen Sand anzusprechen ist. Die Flugsanddecke überlagert die kiesigen Sande der Niederterrasse deren Kiesanteile zwischen 25 und bis über 75 Vol.-% liegen.

Die Bodeneigenschaften sind maßgeblich durch den nährstoffarmen, sauren und wenig bindigen Sand geprägt, der geringe Sorptions- und Wasserspeicherkapazitäten bedingt. Die Wasserdurchlässigkeit der karbonatfreien Böden ist hoch.

#### *Podsolige Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde aus meist verschwemmtem Flugsand (Hochflutsand)*

Im überwiegenden Teil der Erweiterungsfläche steht eine Bodengesellschaft aus Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde aus Flugsand an, deren Ausgangssubstrat für die Bodenbildung sich von der erstgenannten Bodengesellschaft durch die Ablagerungsvorgänge unterscheidet. Die Hochflutsande stehen in höherer Mächtigkeit als die Flugsanddecken an.

#### *Gley-Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen über würmzeitlichem Terrassensand und Kies*

Entlang des Seeufers verläuft in der Erweiterungsfläche eine ehemals grundwasserbeeinflusste Rinne auf der Niederterrasse. Im Norden reicht ebenfalls eine Rinnenstruktur in die Erweiterungsfläche. Dort haben sich Gley-Kolluvien entwickelt. Die Vergleyung stuft das LGRB als reliktsch ein. In den Rinnen haben sich Abschwemmmassen akkumuliert und zur Ausbildung eines Kolluviums geführt.

Die akkumulierten Massen weisen einen höheren Feinsubstanzanteil als die übrigen Böden des Untersuchungsraums auf. Die Bodenart reicht meist von schwach lehmigen Sanden zu sandigen Lehmen.

Die tiefgründigen Böden sind mittel bis schwach sauer, mittel humos und weisen als Folge der Materialakkumulation einen mächtigen humosen Oberboden auf. Ihre Wasserspeicherkapazität und Sorptionskapazität ist dadurch höher als bei den anderen Böden im Untersuchungsraum.

#### *Böden der Wegflächen und überbaute Flächen*

Die Eingriffsfläche wird von mehreren Feldwegen gequert. Parallel zum bestehenden Seeufer verläuft ein geschotterter Weg, der im Süden über einen kurzen geschotterten Querweg mit einem die Antragsfläche in Nord-Süd-Richtung querenden und mit Betonplatten befestigten Wirtschaftsweg verbunden ist. Die Böden dieser Wege sind durch die ihre Befestigung und Überdeckung (Betonplatten, Schotter) sowie durch die wiederholte Befahrungen stark überprägt. Vor allem die Entfernung des humosen Oberbodens und die starke Verdichtung des Bodens bedingen einen weitgehenden Funktionsverlust der Böden.

Auf Flst. Nr. 4330/1 besteht ein Gebäude. Die überbauten Böden der Gebäudefläche sind funktionslos.

### Alte Bodenmiete

Auf dem Flurstück Nr. 4330 befindet sich eine alte Bodenmiete. Das Flurstück war gemäß dem Abbauplan zur 1999 genehmigten Abbauerweiterung als Fläche für eine Bodenmiete vorgesehen. Auf Basis einer multitemporalen Luftbildauswertung ist davon auszugehen, dass der dort gelagerte Boden aus dem Abbauabschnitt A der letzten Erweiterung stammt und um das Jahr 2000 umgelagert wurde. Aus der BK50 ist abzuleiten, dass das umgelagerte Substrat der Bodenart mittel- bis feinsandiger z.T. auch schwach lehmig bis schwach toniger Sand zuzuordnen ist.

Die Bodenmiete erstreckt sich auf eine Fläche von ca. 3.640 m<sup>2</sup>. Sie ist gegenüber dem umliegenden Gelände im Mittel um ca. 1 m erhöht. Eine Beeinträchtigung des unterhalb der Miete anstehenden nicht umgelagerten Bodens infolge der Anlage der Bodenmiete kann nicht ausgeschlossen werden. Als mögliche Beeinträchtigungen kommen eine Verdichtung des anstehenden Bodens unterhalb der Miete sowie eine Störung der natürlichen Abfolge der Bodenschichten in Frage. Durch die möglichen Verdichtungen und den Substratwechsel kann es zu Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeiten des anstehenden Bodens kommen.

### Bodenarten

Zusammenfassend betrachtet liegen im Vorhabensbereich einheitliche Oberbodenverhältnisse (Kiesanteile bis 10 Vol.-%, vorwiegend Sande und lehmige Sande) vor.

Nur auf der Fläche des Gley-Kolluviums können nach der BK50 mit den lehmigen Sanden bis sandigen Lehmen auch etwas bindigere Bodensubstrate anstehen. Im Zuge der Biotop-Kartierung der Erweiterungsfläche wurden jedoch keine Oberböden angetroffen, die eine Bindigkeit und Formbarkeit aufweisen, die einem sandigen Lehm mit einem Tongehalt deutlich über 17 % entsprechen. Daher wird davon ausgegangen, dass das gesamte anfallende Oberbodensubstrat einheitliche Eigenschaften aufweist und einheitlich beim Bodenabtrag, bei der Zwischenlagerung und bei der Verwertung behandelt werden kann.

## **3.2 Auswertung und Bewertung**

### **3.2.1 Bewertung der Bodenfunktionen**

Die Bodenbewertung erfolgt nach der Methodik der LUBW (2010) anhand der Bodenfunktionen. Die Bewertung für die Böden des Vorhabenbereichs wurden der BK50 entnommen.

Die Bewertung der überprägten Bodenflächen (überbaute Bereiche, Wegflächen, Bodenmiete) werden anhand der Bodenverhältnisse verbal-argumentativ abgeleitet.

### Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde aus wärmzeitlichem Flugsand (Flugsanddecken)

Die in Kap. 3.2 aufgeführten Eigenschaften bedingen nur eine *mittlere Natürliche Bodenfruchtbarkeit* und eine *geringe* Leistungsfähigkeit als *Filter und Puffer für Schadstoffe*. Die nährstoffarmen Verhältnisse führen zu einer *hohen* Einstufung als *Standort für die naturnahe Vegetation*. Die *äußerst hohe* Wasserdurchlässigkeit führt zu einer *hohen* Bedeutung als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf*.

### Podsolige Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde aus meist verschwemmtem Flugsand (Hochflutsand)

Infolge der substanzbedingten günstigeren Bodeneigenschaften sind die Leistungsfähigkeiten der Böden aus Hochflutsand höher zu bewerten als die Böden aus Flugsand. Die *Natürliche Bodenfruchtbarkeit* wird als *mittel bis hoch*, die Leistungsfähigkeit als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf* als *sehr hoch* und die Funktion als *Filter und Puffer für Schadstoffe* als *mittel* eingestuft.

### Gley-Kolluvium aus holozänen Abschwemmmassen über wärmzeitlichem Terrassensand und Kies

Infolge ihrer höheren Wasserspeicherfähigkeit und Sorptionskapazität wird ihre Bedeutung als *Filter und Puffer für Schadstoffe* als mittel bis hoch und ihre Leistungsfähigkeit als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf* als sehr hoch eingestuft. Allerdings liegen die nutzbaren Feldkapazitäten weiterhin im unteren Wertebereich, sodass die *Natürliche Bodenfruchtbarkeit* auf einem mittleren Niveau verbleibt.

### Böden der Wegflächen und überbaute Flächen

Infolge der Entfernung des humosen Oberbodens und der starke Verdichtung ist von einem weitgehenden Funktionsverlust der Böden auszugehen. Vereinfachend werden die Böden der befestigten Wegflächen daher als funktionslos eingestuft und pauschal der Wertstufe 0 zugeordnet.

Die überbauten Böden der Gebäudefläche auf Flst. Nr. 4330/1 sind funktionslos und werden ebenfalls der Wertstufe 0 zugeordnet.

### Alte Bodenmiete

Im Bereich der alten Bodenmiete können infolge der möglichen Verdichtungen und des Substratwechsel Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeiten des anstehenden Bodens vorliegen. Gleichzeitig ist aber auch eine deutlich Erhöhung der Gesamtmächtigkeit des humosen Bodens gegeben, aus welcher eine Steigerung der Leistungsfähigkeiten des Bodens (z.B. erhöhte Nährstoff- und Wasserspeicherkapazität und erhöhte Puffer- und Filterleistung) abgeleitet werden kann.



Inwieweit sich die mögliche Beeinträchtigung und die Leistungssteigerung überlagern, kann nur durch eine räumlich hochauflösende Kartierung der Bodenmietenfläche ermittelt werden. Vereinfachend wird daher davon ausgegangen, dass sich die möglichen Beeinträchtigungen und die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Bodens die Waage halten. Für die Bewertung der Mietenfläche wird die Leistungsfähigkeit der anstehenden Gley-Kolluvium-Bodengesellschaft angesetzt.

Gesamtbewertung des Bodenbestands

Die Gesamtbewertung der Böden drückt sich in der Wertstufe aus. Diese wird aus dem arithmetischen Mittel der Bewertungsklassen aller Bodenfunktionen mit Ausnahme der Bodenfunktion *Sonderstandort für die natürliche Vegetation* ermittelt. Die Funktion *Sonderstandort für die natürliche Vegetation* wurde im vorliegenden Fall entsprechend dem Leitfaden (LUBW 2010) nicht berücksichtigt, da diese nicht die höchste Bewertungsklasse (Klasse 4) erreicht. Die Bewertung der Leistungsfähigkeiten der Bodengesellschaften ist in nachfolgender Tabelle 1 zusammengefasst:

**Tabelle 1:** Bewertung der Bodenfunktionen der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Bodengesellschaften nach LGRB 2022 (Methodik nach LUBW 2010)

<b>Bodengesellschaft (Kartiereinheit der Bodenkarte)</b>	<b>Natürliche Bodenfruchtbarkeit</b>	<b>Sonderstandort für naturnahe Vegetation</b>	<b>Ausgleichskörper im Wasserkreislauf</b>	<b>Filter und Puffer für Schadstoffe</b>	<b>Wertstufe</b>
Gley-Kolluvium aus holozänen Abschwemmassen über würmzeitlichem Terrassensand und Kies	2,0	9	4,0	2,5	<b>2,83</b>
Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde aus würmzeitlichem Flugsand (Flugsanddecken)	2,0	3,0	3,0	1,0	<b>2,0</b>
Podsolige Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde aus meist verschwemmtem Flugsand (Hochflutsand)	2,5	9	4,0	2,0	<b>2,83</b>
Böden der befestigten Wegflächen/ überbaute Flächen	0	0	0	0	<b>0</b>
Alte Bodenmiete	2,0	9	4,0	2,5	<b>2,83</b>

Funktionserfüllung: 0 = keine, 1 = gering, 2 = mittel, 3 = hoch, 4 = sehr hoch, 9 = Klasse 3 und 4 werden nicht erreicht

Insgesamt werden die *Braunerde mit Bändern aus Hochflutsand* sowie das *Gley-Kolluvium* anhand ihrer funktionalen Wertigkeiten einer *hohen* Wertstufe (Wertstufe 2,83) zugeordnet. Die *Braunerde mit Bändern aus Flugsand* wird entsprechend ihrer geringeren Leistungsfähigkeit als *mittel* (Wertstufe 2,0) eingestuft.

Die Böden der Wegflächen werden als funktionslos eingestuft und der Wertstufe 0 zugeordnet.

### 3.2.2 Erosionsgefährdung

Die in Oberböden anstehenden vorrangig sandigen, z.T. auch lehmigen Substrate bedingen eine geringe Gefährdung des unbedeckten Bodens gegenüber Wassererosion. Dementsprechend wird die Erodierbarkeit der anstehenden Bodengesellschaften nach der Bodenkarte von Baden-Württemberg als *sehr gering* (Böden aus Flugsanddecken) bzw. als *gering* (Böden aus Hochflutsanden bzw. holozänen Abschwemmmassen) eingestuft.

Die Erosionsanfälligkeit des Bodens kann sich nach Entfernung der bedeckenden Vegetation und Umlagerung des Bodensubstrats erhöhen. Mit dem Abtrags des Bodens aus den ebenen Flächen im Erweiterungsbereich und der Zwischenlagerung in Oberbodenmieten ändert sich die Hangneigung an der Bodenoberfläche, die zu einem stärkerem Oberflächenabfluss von Niederschlagswasser führt und damit die Erosion begünstigt.

Insgesamt wird die Erosionsgefährdung auch nach Umlagerung in die Bodenmieten als gering eingestuft, da die BK50 für die Böden eine *hohe bis äußerst hohe* Wasserdurchlässigkeit ausweist.

Zur Minderung der Bodenabspülung sowie insbesondere zur Vermeidung von Vernässungen ist bei der Anlage der Bodenmieten eine schnelle Begrünung der Mieten zu empfehlen.

### 3.2.3 Schadstoffbelastungen

Nach den Kriterien der DIN 19731, Kap. 5.2 bzw. der Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden) liegen keine Hinweise auf anthropogen bedingte stoffliche Veränderungen des Bodens vor bzw. können keine Verunreinigungen des Bodens aus den Nutzungen im Umfeld oder der Historie des Standorts abgeleitet werden. Zusätzliche chemisch-analytische Untersuchungen sind bei der bekannten bisherigen Nutzung der Ackerflächen nach der VwV Boden nicht erforderlich.

Altlagerungen oder Altlasten sowie sonstige Vorbelastungen der Böden sind nicht bekannt.

### 3.2.4 Standörtliche Verdichtungsempfindlichkeit

Da im vorliegenden Fall nur der humose Oberboden als Bodensubstrat zur Wiederverwertung im Rahmen von Bodenverbesserungsmaßnahmen gewonnen wird, und der Unterboden als ungeeignet für eine Verwertung eingestuft wird, wird nachfolgend nur die Verdichtungsempfindlichkeit der Oberbodensubstrate betrachtet.

Die Verdichtungsempfindlichkeit der vorliegenden sandigen Böden ist im Vergleich zu tonigen oder schluffigen Substraten vergleichsweise gering.

Eigenschaften nach der DIN 19731, aus der eine besonders hohe Verdichtungsempfindlichkeit für die Oberböden abzuleiten wären (ausgeprägter Stau- oder Grundwassereinfluss, Humusgehalt > 8%) liegen nicht vor.

### 3.2.5 Aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit / Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit

Hohe mechanische Belastungen, wie sie beim Einsatz von Baumaschinen für die Bodenarbeiten und bei der Umlagerung des Bodens auftreten können, bieten generell die Gefahr einer schädlichen Bodenveränderung durch Verdichtung. Daher ist bei den Bodenarbeiten immer die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens zu beachten, die sich in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte einstellt.

Auf Basis der aktuellen Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens wird die Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit des Bodens beurteilt.

#### Befahrbarkeit des Bodens

In vorliegendem Fall sind die Grenzen der Befahrbarkeit und der Bearbeitbarkeit nur beim Abtrag und Umgang mit dem humosen Oberboden relevant, da ausschließlich dieser Boden für eine Wiederverwendung bei Bodenverbesserungsmaßnahmen vorgesehen ist. Eine Befahrung des humosen Oberbodens ist im Regelfall nur mit Raupenfahrzeugen vorgesehen. Der Bodenabtrag soll durch Aufnahme des Bodens mit einem Raupenbagger erfolgen. Bei der Befahrung des Oberbodens sind die folgenden hergeleiteten Maschineneinsatzgrenzen zu beachten.

Da der Unterboden nicht zur Verwertung geeignet ist, kann der Unterboden unabhängig von seiner Verdichtungsempfindlichkeit befahren werden. Eine Vermeidung der Verdichtung bei den Bodenarbeiten auf der Erweiterungsfläche ist daher nicht erforderlich.

Die Verdichtungsempfindlichkeit ist abhängig vom Wassergehalt des Bodens, der je nach Witterung ständigen Veränderungen unterliegt. Daher ist es erforderlich, vor den jeweiligen Arbeitsphase zur Bodenumlagerung (Bodenabtrag und Bodenauftrag) die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit zu ermitteln.

Anhand der Tabelle 2 kann nach der DIN 19639 die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit über einfache Feldmethoden zur Bestimmung der Bodenkonsistenz ermittelt werden. Für den Vorhabensbereich wird von einheitlich vorliegenden Bodenverhältnissen bezüglich der Bindigkeit ausgegangen (s. Kapitel 3.1). Am Standort Wiesental stehen nicht bindige Böden (Tongehalte <17%) an, dementsprechend ist die Konsistenz der Böden nach der Spalte für nicht bindige Böden zu ermitteln.

Für Böden im Konsistenzbereiche ko1 und ko2 (grün hinterlegt) ist eine Eignung hinsichtlich Befahrbarkeit und Umlagerungsfähigkeit gegeben.

Für Böden im Konsistenzbereich ko3 (gelb hinterlegt) dürfen die Bodenarbeiten nur fortgesetzt werden, wenn die Kontaktflächendrücke der eingesetzten Maschinen die ermittelte Wasserspannung nicht übersteigen.

Eine Bewertung bodenverträglicher Kontaktflächendrücke in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte und der abstützenden Gesamtgewichte kann mit Hilfe der folgenden Formel erfolgen (s. DIN 19639):

$$\text{Maschinen-Einsatzgrenze (= Saugspannung [cbar])} = \text{Einsatzgewicht [t]} \times \text{Flächenpressung [kg/cm}^2] \times 1,25$$

#### Beispielberechnung der Maschinen-Einsatzgrenzen

Welche Maschinen beim Oberbodenabtrag eingesetzt werden sollen, ist noch nicht festgelegt worden. Daher wird nachfolgend beispielhaft für eine CAT 963 Raupe (Einsatzgewicht ca. 21,1 t, Kettenbreite 55 cm, Länge der Kettenkontaktfläche: 270 cm) die Ermittlung der Maschinen-Einsatzgrenze vorgestellt:

Ermittlung der Flächenpressung CAT 963:

$$21.100 \text{ kg} / (2 \times 55 \text{ cm} \times 270 \text{ cm}) = 0,71 \text{ kg/cm}^2$$

Ermittlung der Maschinen-Einsatzgrenzen für CAT 963:

$$21,1 \text{ t} \times 0,71 \text{ kg/cm}^2 \times 1,25 = 18,73 \text{ cbar}$$

Aus der Tabelle 2 kann abgeleitet werden, dass ein Einsatz des CAT 325 in den Konsistenzbereichen ko1 und ko2 (grün hinterlegt) ohne die Gefahr einer Bodenverdichtung erfolgen kann.

Die Maschinen-Einsatzgrenzen für die Raupe liegt mit 18,73 cbar in der Wertespanne des Konsistenzbereichs ko3 (gelb hinterlegt). Die Bodenarbeiten für Böden im Konsistenzbereich ko3 dürfen nur dann fortgesetzt werden, wenn die Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit nachgewiesen sind.

Die Befahrung von Böden in den Konsistenzbereichen ko4 bis ko6 (rot hinterlegt) ist nur auf befestigten Baustraßen zulässig. Da in vorliegendem Fall keine Baustraßen vorgesehen sind, muss eine Befahrung der Böden in den Konsistenzbereichen ko4 bis ko6 unterbleiben. Ebenso ist eine Umlagerung der Böden in diesem Zustand nicht möglich.

#### Bearbeitbarkeit des Bodens

Auch bei der Umlagerung der Böden ist die Bodenfeuchte bzw. die Konsistenz des Bodens zu beachten, um Verdichtungen vermeiden zu können.

Nach der Tabelle 2 kann eine Bodenumlagerung erfolgen, solange der Boden bröckelig (ko2) oder zumindest im Löffel rieselfähig (ko3) ist.

Im Zuge der bodenkundlichen Baubegleitung wird im Vorfeld der Maßnahmendurchführung der Bodenfeuchtezustand und Konsistenzbereich ermittelt, so dass die Arbeiten unter Beachtung der bodenschutzfachlichen Vorgaben ausgeführt werden.

Nach Auskunft des Vorhabenträgers besteht bei der Durchführung der Bodenarbeiten i.d.R. ein ausreichender zeitlicher Spielraum, sodass eine Orientierung des Zeitpunkts der Bodenarbeiten an der Wasserspannung bzw. der Konsistenz des Bodens erfolgen kann.

**Tabelle 2:** Verdichtungsempfindlichkeit der Böden in Abhängigkeit von der Wasserspannung bzw. Konsistenz (nach DIN 19639)

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

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

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

## 4 Geplanter Bauablauf mit wesentlichen bodenbezogenen Arbeitsschritten

Ziel des Bodenschutzkonzeptes ist die Minimierung der Beeinträchtigungen der anstehenden und überwiegend als hochwertig eingestuften Böden der Erweiterungsfläche. Daher werden nachfolgend Maßnahmen formuliert, um schutzwürdige oder empfindliche Böden nicht bzw. in möglichst geringem Umfang in Anspruch zu nehmen und keine schädliche Bodenveränderungen hervorzurufen.

Für die Rohstoffgewinnung ist keine Unterteilung der Abbauplanung mit Abbaublocken vorgesehen. Da der Umsetzungszeitpunkt der Bodenarbeiten sowie die jeweils umzulagernden Bodenvolumina vom Fortschritt des Rohstoffabbaus abhängen, können die bodenbezogenen Arbeitsschritte nachfolgend nur prinzipiell dargestellt werden.

### 4.1 Massenbilanz

Bei der Ermittlung der Volumina des Bodenabtrags werden im vorliegenden Fall nur humose Oberböden berücksichtigt, da nur diese für eine Wiederverwendung im Rahmen der Bodenrekultivierung vorgesehen sind.

Der humose Oberboden steht auf der geplanten Abbaufäche bedingt durch die ackerbauliche Nutzung in einer Mächtigkeit von ca. 0,3 m an.

Durch den Bodenabtrag fällt auf der ca. 5.520 m<sup>2</sup> großen Fläche der *Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde (Flugsanddecken)* und der ca. 125.860 m<sup>2</sup> großen Fläche der *podsolige Braunerde mit Bändern und Bänderparabraunerde (Hochflutsand)* insgesamt ca. 39.400 m<sup>3</sup> humoser Oberboden an, der vorwiegend einer schwach lehmigen mittel- bis feinsandigen Bodenart entspricht. Weitere ca. 3.640 m<sup>3</sup> schwach lehmige Sande fallen beim Abtrag der Alten Bodenmiete bei einer angenommenen, mittleren Mietenhöhe von 1,0 m an.

Auf der Fläche des *Gley-Kolluviums*, die einschließlich der Fläche der alten Bodenmiete ca. 47.340 m<sup>2</sup> einnimmt, fallen ca. 14.200 m<sup>3</sup> humoser Oberboden der Bodenart schwach lehmiger Sand bis sandiger Lehm an. Für den Vorhabensbereich wird davon ausgegangen, dass keine größeren Partien mit sandigen Lehmen anfallen, die aufgrund ihres höheren Tongehalts einen getrennten Umgang mit den Bodenarten erforderlich machen (s. Kapitel 3.1).

Insgesamt fallen bei dem geplanten Abbauvorhaben überschlägig ermittelt ca. 57.200 m<sup>3</sup> humoser Oberboden an.

Ein Teil des anfallenden Oberbodens soll zur Anlage eines Schutzwalls entlang des nördlichen Rands der Eingriffsfläche herangezogen werden. Dafür werden ca. 11.400 m<sup>3</sup> Boden benötigt. Für die Verwertung im Rahmen von Bodenmeliorationsmaßnahmen stehen somit rund 45.800 m<sup>3</sup> humoser Oberboden zur Verfügung.

Entsprechend der sukzessiven Beräumung der Abbauabschnitte fällt der Oberboden an. Angaben zu den jeweiligen Zeitpunkte und Volumina können jedoch wegen der nicht konkretisierten Abbauplanung nicht gemacht werden. Prinzipiell fallen pro Hektar Bodenabtragfläche ca. 3.000 m<sup>3</sup> humoser Oberboden zur Verwertung an. Bei der Beräumung der Fläche der alten Bodenmieten sind zusätzlich ca. 3.640 m<sup>3</sup> umzulagern und zu verwerten.

## 4.2 Oberbodenabtrag

Der Oberbodenabtrag ist im Bereich der nicht überbauten Böden der Erweiterungsfläche auf insgesamt rund 17,9 ha vorgesehen. Abgetragen und für eine Wiederverwertung gesichert werden soll der humose Oberboden. Die Abtragmächtigkeit beträgt entsprechend der üblichen Bodenbearbeitungstiefe von Ackerflächen 0,3 m. Hinzu kommt der in der alten Bodenmiete zwischengelagerte Oberboden aus der vorhergehenden Abbauerweiterung.

Der Abtrag des humosen Oberbodens kann entweder durch Abschieben mit einer Raupe über kurze Strecken oder durch eine Aufnahme des Oberbodens mit einem Bagger und eine direkte Verladung auf Transportfahrzeuge erfolgen. Die Fa. HSK trägt üblicherweise an ihren Abbaustandorten den Oberboden mittels Bagger ab.

Bei dem Oberbodenabtrag mit dem Bagger wird der humose Oberboden durch den Bagger befahren. Um eine schädliche Bodenveränderung durch Verdichtung zu vermeiden, darf dazu nur ein Raupenbagger eingesetzt werden. Darüber hinaus darf der Boden nur befahren werden, wenn die zulässige Befahrbarkeit gemäß Kapitel 3.2.5 durch den Bagger nachgewiesen ist.

Für den Transport des Bodens werden Gespanne mit breit- oder doppelbereiften Traktoren und Hängern eingesetzt, mit denen eine bodenschonende Befahrung der Fläche möglich ist. Der Bodenabtrag soll im Bereich der bestehenden Wirtschaftswege ansetzen, sodass die Transportfahrzeuge im ersten Schritt auf den Wirtschaftswegen beladen werden können. Sukzessive können anschließend die Bereiche zur Beladung und Befahrung genutzt werden, in denen der Oberboden bereits abgetragen wurde. Eine Anlage von Baustraßen ist bei dieser Vorgehensweise nicht erforderlich.

Sofern Bodenauftragsflächen zum Zeitpunkt des Bodenabtrags bereits feststehen, kann die Zwischenlagerung vor Ort entfallen und der Boden direkt zu der Auftragsfläche transportiert werden. Für den Abtransport können die bestehenden Wirtschaftswege (Nebenweg und Mittelweg) oder der Betriebsweg entlang des Seeufers genutzt werden. Angaben zum weiteren Transportweg können erst gemacht werden, wenn die Auftragsflächen festgelegt sind.



### 4.3 Anlage von Bodenmieten und Boden-Zwischenlagerflächen

Für den Fall, dass zum Zeitpunkt des Bodenabtrags noch keine geeigneten Bodenauftragsfläche zur Verfügung stehen, wird der kulturfähigen Boden vor Ort zwischengelagert. Zur Zwischenlagerung des humosen Oberbodens werden innerhalb des beantragten Erweiterungsbereichs randlich zu den jeweiligen Abbauflächen Bodenmieten angelegt.

Die Anlage der Bodenmieten soll in Anlehnung an die Empfehlungen des Umweltministeriums Baden-Württemberg (1991) sowie gemäß der DIN 19639 erfolgen. Demgemäß sind für Zwischenlagerung des abgetragenen Oberbodenmaterials trapezförmige Streifen-Mieten mit einer Breite von 10 m bis 15 m und einer maximalen Höhe von 2,0 m geplant. Die Seitenböschungen werden mit einer Neigung von 1:1 angelegt. Das Außengefälle der Oberfläche soll mit ca. 6 % angelegt werden. Durch das Gefälle und das Glätten der Mieten (leichtes Andrücken mit der Baggerschaufel) wird das Eindringen von Niederschlagswasser reduziert und das Abspülen von Bodenmaterial verringert.

Bei einer Mietenbreite von ca. 15 m (bzw. 10 m) und einer Breite der Seitenböschungen von ca. 2 m können in einer so angelegten Bodenmiete pro laufenden Meter ca. 26 m<sup>3</sup> (bzw. 16 m<sup>3</sup>) Oberboden zwischengelagert werden. Je Hektar Abtragfläche fallen ca. 3.000 m<sup>3</sup> Oberboden zur Zwischenlagerung an (s. Kap.4.1). Für die Zwischenlagerung dieses Bodenvolumen ist bspw. eine ca. 15 m breite ca. 115 m lange Streifen-Miete anzulegen.

Die Dauer der Zwischenlagerung kann noch nicht benannt werden, da die Auftragsflächen zur Bodenverwertung noch nicht festgelegt sind. Sollte die Lagerdauer einen Zeitraum von 6 Monaten überschreiten, so ist zur Vermeidung von Vernässungen, Erosion und zum Schutz gegen unerwünschten Aufwuchs eine Begrünung der Mieten geplant. Die Begrünung wird unmittelbar nach Herstellung der Miete eingesät. Hierzu sind tiefwurzelnde und bodendeckende Arten vorgesehen. Für Einsaat-Zeitpunkte zwischen Mai bis Mitte September werden z. B. Senf (*Sinapis alba*), Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), Steinklee (*Melilotus officinalis*); in den anderen Monaten je nach Witterung z. B. Ölrettich (*Raphanus sativus*), Gräsermischungen oder Wintergetreide wie Winterweizen (*Triticum aestivum*) und Winterroggen (*Secale cereale*) empfohlen. Bei einer geplanten überjährigen Bodenlagerung werden auch tiefwurzelnde Arten wie z. B. Luzerne (*Medicago sativa*) vorgesehen.

Die Lage der Bodenmieten sollte so gewählt werden, dass eine mehrfache Umlagerung des Bodensubstrats nicht erforderlich wird. Da die Abbauplanung der Rohstoffgewinnung, und die Verfügbarkeit der Bodenauftragsflächen noch nicht konkretisiert sind, kann auch die Dauer der Verfügbarkeit möglicher Zwischenlagerflächen nicht angegeben werden.

Eine zeitweilige Lagerung des Bodens sollte möglichst in der Nähe der bestehenden Wirtschaftswege im bzw. am Rand der Erweiterungsfläche (Nebenweg, Abzweig des Mittelwegs) erfolgen, um den weiteren Abtransport des Bodens auf die Auftragsflächen zu vereinfachen.

Eine Vorbereitung der Mietenflächen für die Bodenzwischenlagerung ist nicht erforderlich. Die anstehenden Böden sind gut wasserdurchlässig und die Erweiterungsfläche ist nahezu eben ausgebildet.

Vernässungen der Bodenmieten durch Stauwasser oder Hangzugswasser sind nicht zu besorgen. Allerdings sollte der humose Oberboden zur Vermeidung von Bodenverdichtungen in den Zufahrts- und Regiebereichen der Mietenflächen, der durch die Transportfahrzeuge vielfach befahren wird, vorsorglich vor Beginn der Anlage der Miete abgeschoben werden. Dadurch entfällt auch die Notwendigkeit auf den Zwischenlagerfläche nach Abtrag der Miete eine Bodenlockerung durchführen zu müssen.

#### **4.4 Baustelleneinrichtungsflächen und Baustraßen**

Die Anlage von Baustelleneinrichtungsflächen im Erweiterungsbereich ist nicht vorgesehen, da im bestehenden Kieswerk bereits Lager- und Regieflächen, befestigte Abstellplätze und Werkstätten für die Baumaschinen sowie Sanitär- und Sozialräume für die Mitarbeiter vorhanden sind. Eine zusätzliche Inanspruchnahme von bisher unverritzten Böden durch Baustelleneinrichtungsflächen ist weder erforderlich noch geplant.

Wie bereits ausgeführt wird eine Anlage von Baustraßen beim Bodenabtrag und der Zwischenlagerung voraussichtlich nicht erforderlich. Sollte jedoch für den Transport eine wiederholte Befahrung mit Radfahrzeugen erforderlich werden, ist eine temporäre Baustraße anzulegen. Eine Baustraße kann entweder durch mineralische Schüttungen (Mindestmächtigkeit im abgewalzten Zustand: 0,4 m) oder durch Verlegung von Baggermatratzen errichtet werden. Auch diese potentiellen Baustraßen werden nach Nutzung wieder vollständig zurückgebaut.

### **5 Auswirkungen, vorhabenbezogen zu erwartende Beeinträchtigungen der Bodenqualität und der Funktionserfüllung**

#### **5.1 Vollständiger Abtrag des Bodens**

Der Abtrag des anstehenden natürlichen Bodens in seiner gesamten Mächtigkeit ist im Zusammenhang mit dem geplanten Rohstoffabbau unvermeidbar. Die bodengetragenen Funktionen im Naturhaushalt gehen dadurch verloren.

Der Funktionsverlust ist am Abbaustandort dauerhaft gegeben. Durch die Verwertung des humosen Oberbodens in Bodenmeliorationsmaßnahmen können Bodenfunktionen andernorts jedoch verbessert und die Leistungsfähigkeit der beaufschlagten Böden gesteigert werden. Um eine Steigerung der Leistungsfähigkeit durch den Oberbodenauftrag erreichen zu können, darf das aufgebrachte Bodensubstrat keine schädliche Bodenveränderung erfahren. Dazu ist ein bodenschonender Umgang mit dem anfallenden Oberboden zwingend erforderlich. Mögliche Beeinträchtigungen des Bodens können durch die im Bodenschutzkonzept formulierten Maßnahmen soweit wie möglich minimiert werden.

## 5.2 Verdichtungen und Gefügestörungen

Für die Funktionsfähigkeit eines Bodens ist sein Porensystem von besonderer Bedeutung. Vom Porensystem, insbesondere von der Porengröße, der Porenkontinuität und dem Gesamtporenvolumen, hängen die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens und der Bodenlufthaushalt ab.

Durch die Umlagerung des Bodens wird sein Porensystem gestört. Eine Umlagerung ist bei dem geplanten Abbauvorhaben unvermeidbar.

Durch die Befahrung von Bodenflächen kommt es infolge des hohen Auflastdrucks zu Saugungsverdichtungen wodurch vor allem die größeren und für den Bodenwasser- und -lufthaushalt relevanten Poren reduziert werden. Eine Befahrung der humosen Oberböden ist daher nur zulässig, sofern eine Befahrungseignung (s. Kap. 3.2.5) vorliegt. Eine Befahrung der Bodenmieten sollte in jedem Fall unterbleiben.

Zusätzlich können das Porensystem durch Einlagerungsverdichtungen beeinträchtigt werden. Die am Standort anstehenden sandigen Substrate weisen keine hohe Erosions- und Verschlammungsneigung auf (s. Kap. 3.2.2). Dennoch sollte der umgelagerte und zwischenlagerte Boden vor Verschlammung und Erosion geschützt und die Bodenmieten begrünt werden.

## 5.3 Vermischung von Bodenschichten und Eintrag von bodenfremden Stoffen

In vorliegendem Fall ist ausschließlich die Sicherung und Wiederverwertung der humosen Oberbodenschicht vorgesehen. Nach den Ausweisungen der BK50 (s. Kap. 3.1) liegen für die zur Verwertung vorgesehenen Oberbodensubstrate relativ einheitliche Bodenverhältnisse vor. Eine getrennte Zwischenlagerung der Oberbodensubstrate ist daher nicht erforderlich. Die Gefahr der Vermischung von Bodenpartien unterschiedlicher Bodenqualität ist nicht gegeben.

Ein Eintrag von bodenfremden Stoffen in die umgelagerten Bodenpartien erfolgt vor allem bei Bauvorhaben, in denen die Bodenlagerung nicht ausreichend von Baustoff- oder Bau-schuttlagern getrennt wird und bei denen die beauftragten Baufirmen nicht zu Bodenschutz-Themen unterwiesen sind. Die Mitarbeiter der Firma HSK bringen bereits Erfahrung im fachgerechten Umgang mit dem Schutzgut Boden mit. Eine zusätzliche Unterweisung der Mitarbeiter sowie der für den Bodentransport beauftragten Unternehmen zum fachgerechten Umgang und zur geplanten Zwischenlagerung des humosen Oberbodens vor Beginn der Bodenarbeiten wird empfohlen.

## **6 Bodenschutzplan als räumliche Darstellung der baubegleitenden Bodenschutzmaßnahmen**

Der Bodenschutzplan (Anlage 1) stellt den Bodenbestand der geplanten Abbaufäche und eine mögliche räumliche Zuordnung der bodenbezogenen Arbeitsschritte bei Abtrag und Zwischenlagerung des Bodens dar, wie sie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben sind.

Im Bodenschutzplan sind darüber hinaus beispielhaft möglichen Routen zum Abtransport des Bodens dargestellt.

Da die Lage von Bodenmieten innerhalb des Abbaubereichs noch nicht abschließend festgelegt werden kann (s. Kap. 4.3), wird beispielhaft ein Vorschlag für die Anlage der Bodenmieten zu einem möglichen ersten 6,0 ha großen Abbaubereich dargestellt. Der geplante Abbau setzt im Südosten an und führt von dort in westliche Richtung.

Auf der 6,0 ha großen Flächen fallen unter Berücksichtigung der versiegelten und überbauten Flächen rund 17.400 m<sup>3</sup> humoser Oberboden an. Innerhalb des betrachteten Abbaubereichs befindet sich die alte Oberbodenmiete aus der zusätzlich ca. 3.640 m<sup>3</sup> umzulagern sind.

Rund 1.200 m<sup>3</sup> Boden können im betrachteten Abbauschritt im Schutzwall am westlichen Rand der Fläche untergebracht werden. Der restliche anfallende Oberboden (ca. 19.800 m<sup>3</sup>) soll vor Ort zwischengelagert werden, solange keine geeigneten Verwertungswege für den Boden gefunden worden sind.

Um den Boden der Mietenflächen und der entsprechenden Fahrwege möglichst wenig zu beanspruchen, wird empfohlen den Oberboden dieser Flächen ebenfalls abzutragen und in den Mieten zwischenzulagern. Im betrachteten Beispiel wird eine Anlage von 15 m breiten Streifenmieten, wie in Kapitel 4.3 beschreiben, zugrunde gelegt. Der Platzbedarf für die Bodenmieten und Regieflächen umfasst im Beispiel ca. 1,75 ha im Westen und ca. 1,0 ha nördlich des ersten Abbaubereichs. Auf dieser Fläche fällt zusätzlich ca. 8.250 m<sup>3</sup> Oberboden zur Zwischenlagerung an.

Rechnerisch sind für die Beispielbetrachtung insgesamt 28.050 m<sup>3</sup> Boden in Mieten zwischenzulagern. Die Größe der im Bodenschutzplan dargestellten Mietenfläche wurde so gewählt, dass auch der Oberboden aus den Mieten- und Regieflächen zwischengelagert werden kann. In den im Plan dargestellten 15 m breiten und insgesamt 1.095 m langen Streifenmieten können rund 28.200 m<sup>3</sup> Boden fachgerecht zwischengelagert werden.

Die beispielhafte Planung zeigt, dass eine fachgerechte Zwischenlagerung des anfallenden Oberbodens für einen ersten Abbaubereich vor Ort erfolgen kann. Die Planung zeigt aber auch, dass vor einer anschließenden Fortführung des Abbaus Verwertungsmöglichkeiten für den Oberboden gefunden werden müssen. Für die Verwertung des in den Mieten gelagerten Bodenvolumens sind geeignete Bodenauftragsflächen im Umfang von ca. 14 ha erforderlich.

## **7 Bodenverwertung**

### **7.1 Generelle Verwertungsplanung**

Zur fachgerechten Wiederverwertung des anfallenden Bodens ist vorgesehen, diesen an Landwirte zur Bodenverbesserung abgegeben. Bei der nach fachlichen Kriterien zu empfehlenden Auftragsmächtigkeit von 0,2 m, kann mit dem anfallenden Oberboden eine Gesamtfläche von ca. 22,9 ha melioriert werden.

Eine fachgerechte Wiederverwertung des Bodens ist im engen räumlichen Zusammenhang prinzipiell möglich. Der Auftragsboden muss verbesserbar sein, d.h. er darf weder eine hohe natürliche Bodenfruchtbarkeit noch extreme Ausprägungen aufweisen, aus der eine hochwertige Funktion als wertvoller Sonderstandort für die naturnahe Vegetation resultiert.

Die Karte der *Suchräume für potenzielle Auftragsflächen* (LGRB 2022) weist westlich von Waghäusel und östlich von Philippsburg potenziell für einen Bodenauftrag geeignete Ackerflächen auf über 50 ha Fläche aus. Weitere potenzielle Bodenauftragsflächen befinden sich östlich von Hambrücken und nördlich von Neudorf. Die Bodenarten der potenziellen Auftragsflächen entsprechen weitgehend den Bodenarten der Abtragfläche, sodass auch eine Kombinationseignung von Auftragsfläche und anfallendem Bodensubstrat gegeben ist.

Bisher konnten noch keine geeigneten Bodenauftragsflächen gesichert werden. Daher können nachfolgend nur prinzipielle Angaben zur Bodenwertung ohne konkrete Angaben zu den Flächen und Transportwegen gemacht werden.

Generell sind bei den Bodenarbeiten zur Bodenverwertung (Aufnahme des zwischengelagerten Bodens, Transport und Auftrag des Bodens) auch die bodenschutzfachlichen Aspekte wie beim Abtrag des Oberbodens zu beachten. Insbesondere sind die Grenzen der Bearbeitbarkeit und der Befahrbarkeit zu beachten, wie in Kapitel 3.2.5 dargestellt.

### **7.2 Auftrag des humosen Oberbodens**

Der humose Oberboden wird im Zuge der Bodenverbesserungsmaßnahmen auf den ausgewählten Ackerflächen in einer Mächtigkeit von 0,2 m aufgebracht.

In Abhängigkeit von der Größe, Form und Zugänglichkeit der Auftragsfläche kann eine Befahrung der Auftragsfläche durch die Lieferfahrzeuge erforderlich werden. Sollte eine Befahrung der zur Beaufschlagung vorgesehenen Böden erforderlich sein, müssen zur Vermeidung von Bodenverdichtungen Baustraßen angelegt werden, wie in Kapitel 4.4 beschrieben. Alternativ kann auch eine Befahrung der Böden bei absoluter Trockenheit (ko1 in Tabelle 1) erfolgen. In jedem Fall sind die befahrenen Flächen nach Abschluss des Bodenauftrags wieder mechanisch zu lockern.

Nach Abkippen des Auftragsbodens seitlich der Baustraßen oder im Randbereich der Auftragsfläche wird der Boden auf der Fläche mit einer Raupe oder Raupenbagger verteilt, bis die angestrebte Auftragsmächtigkeit von 0,2 m erreicht ist.

Bei der Verteilung des Bodens gelten die gleichen Vorgaben wie beim Oberbodenabtrag. Der Boden darf nur über kurze Strecken geschoben werden. Daher kann es erforderlich sein, den Boden bei der Anlieferung über Stich-Baustraßen bereits so anzuliefern, dass kurze Schubwege realisierbar sind.

Zur Verteilung des angelieferten Bodens müssen die anstehenden Böden der Auftragsfläche in jedem Fall befahren werden. Daher ist zur Vermeidung von schädlichen Bodenveränderungen durch Verdichtung insbesondere die Befahrbarkeit der Böden, wie in Kapitel 3.2.5 dargestellt berücksichtigt werden.

Nach Abschluss des Bodenauftrags ist es empfehlenswert, die gesamte Auftragsfläche nochmals mechanisch bis in ca. 0,4 m Tiefe zu lockern, um einerseits eine optimal Verzahnung des aufgetragene Bodens mit dem anstehenden Substrat zu erreichen und andererseits auch mögliche Verdichtungen durch die Befahrung zu beseitigen.

### **7.3 Zwischenbewirtschaftung**

Zur Förderung und Stabilisierung der bodenphysikalischen und bodenchemischen Gleichgewichtsverhältnisse in den beaufschlagten Böden wird eine Zwischenbewirtschaftung empfohlen. Die tatsächliche Erfordernis und Umsetzung eine Zwischenbewirtschaftung ist Gegenstand der Vereinbarungen zwischen der Vorhabensträgerin und dem Bewirtschafter der beaufschlagten Ackerflächen.

Eine fachgerechte Zwischenbewirtschaftung sollten u.a. folgende Elemente berücksichtigen:

- bodenschonende Bewirtschaftung ohne eine wendende Bodenbearbeitung und ohne Maschinen mit hohem Bodendruck
- Verzicht auf intensive Nutzungsformen mit hohem Befahrungsaufwand
- Beachtung der Witterung und Durchführung der Bodenarbeiten nur bei ausreichend abgetrocknetem Boden
- Anbau tiefwurzelnder Kulturen/Kulturartenmischungen (z. B. Leguminosen und Saadmischungen mit Leguminosenanteil), die aufgrund ihrer Durchwurzelungsleistung wesentlich zur Stabilisierung des Bodengefüges durch Lebendverbauung beitragen. Die Auswahl der Saatgutmischungen ist abhängig vom geplanten Saatzeitpunkt.
- keine Futternutzung sondern regelmäßiges Mulchen des Aufwuchses, um Humusaufbau und Gefügebildung zu fördern und Verunkrautung zu vermeiden

#### **7.4 Überprüfung der Qualität der Auftragsflächen und Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen**

Sollte bei der Zwischen- oder Folgebewirtschaftung der Auftragsfläche eine Funktionseinschränkung der Böden auftreten, so ist eine ergänzende Untersuchung der Auftragsböden auf baubedingte erhebliche Unterbodenverdichtungen oder sonstige schädliche Bodenveränderungen zu empfehlen.

In vorliegendem Fall sind als Auftragssubstrat sandige Böden vorgesehen, die eine vergleichsweise geringe Erosions- und Verdichtungsanfälligkeit aufweisen. Da die Auftragsfläche vergleichbare Eigenschaften aufweisen müssen, sind bei fachgerechter Umsetzung des Bodenauftrags Bodenbeeinträchtigungen nicht zu erwarten. Bodenverdichtungen einschließlich möglicher Folgeschäden, wie bspw. einer Vernässung, können jedoch nicht sicher ausgeschlossen werden.

Für diesen Fall wird eine Tieflockerungsmaßnahme ergriffen. Die mechanische Maßnahme sollte sinnvollerweise durch biologische Maßnahmen ergänzt werden, wie sie bspw. durch die Zwischenbegrünung und -bewirtschaftung erfolgt.

Der Untersuchungsumfang sowie Maßnahmen zur Behebung möglicher Funktionseinschränkungen können erst nach Abschluss des Bodenauftrags festgelegt werden.

### **8 Verwendete Unterlagen**

DIN 19731 (1998): Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial. 13 S., Berlin

DIN 19639 (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben. 55 S., Berlin

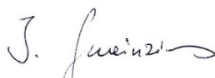
LGRB - LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2022): Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:50.000.- Map-Server des LGRB ([www1.lgrb.uni-freiburg.de/com-viewer](http://www1.lgrb.uni-freiburg.de/com-viewer))

LGRB - LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2022): Suchräume für potenzielle Auftragsflächen.- Map-Server des LGRB ([www1.lgrb.uni-freiburg.de/com-viewer](http://www1.lgrb.uni-freiburg.de/com-viewer))

LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNG UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, HRSG.) (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit - Leitfaden für Planungs- und Gestattungsverfahren.- Bodenschutz, Heft 23, Karlsruhe

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG., 1991): Erhaltung fruchtbaren und kulturfähigen Bodens bei Flächeninanspruchnahme - Luft Boden Abfall, Heft 10

Karlsruhe, den 16.12.2022

  
Ingo Gueinzus