



Flickinger & Tollkühn GmbH  
Am Josenberg 10  
78355 Hohenfels-Kalkofen  
Deutschland

Telefon +49 75 57.92 92 246

Telefax +49 75 57.92 92 247

info@flickinger-tollkuehn.de

www.flickinger-tollkuehn.de

# Projektspezifisches Bodenschutzkonzept

Geplante Erweiterung im Kieswerk 2001,  
Nassabbau Stadtwald Radolfzell - Phase II

Auftraggeber:  
Meichle & Mohr GmbH  
Steigwiesen 5  
88090 Immenstaad

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorhabensbeschreibung und Planungsvorhaben</b>	3
1.1 Aufgabenstellung	3
1.2 Rahmenbedingungen	3
<b>2. Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung</b>	4
2.1 Vorbemerkung	4
2.2 Aufnahme von Bodenkundlichen Parametern	4
2.3 Ergebnisse der Felderhebungen und Datenauswertung	5
2.4 Empfindlichkeit der Böden	8
2.5 Auswirkungen	9
<b>3. Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen</b>	10
3.1 Bodenausbau	10
3.3 Zwischenlagerung	12
3.4 Bodeneinbau	14
3.5 Zwischenbewirtschaftung	16
3.6 Information	16
3.7 Dokumentation	17
<b>4. Bodenschutzplan / Abbau-Lageplan</b>	18
<b>5. Rekultivierungsplan</b>	19
<b>6. Quellen</b>	20
<b>Anhang</b>	21
Bodenfeuchte und Befahrbarkeit nach DIN 19639	21
Fotografische Dokumentation	23

## 1. Vorhabensbeschreibung und Planungsvorhaben

### 1.1 Aufgabenstellung

Aufgrund der geplanten Erweiterung im Kieswerk 2001 auf der Gemarkung Singen-Friedingen ist ein projektspezifisches Bodenschutzkonzept nach DIN 19639 zu erstellen. Ziel ist es vorab Beeinträchtigungen der anfallenden kulturfähigen Bodensubstrate zu vermeiden, die Qualität der jeweiligen Böden einschätzen zu können und eine Massenbilanz zu erstellen.

### 1.2 Rahmenbedingungen

Die geplante Erweiterung des Nassabbau (Phase II) befindet sich auf einer Fläche südlich der K6164 sowie südwestlich der B33, südlich des Gewerbegebietes „Vor Eichen 2“ der Gemeinde Steißlingen. Die Fläche liegt auf der Gemarkung der Gemeinde Friedingen. Sie umfasst ca. 23,65 ha.

Große Teile befinden sich bereits im Trockenabbau, im Norden und Westen der Fläche befindet sich Wald. Zudem gibt es mit Gebüsch bewachsene Bereiche und Sukzessionsflächen auf der Fläche. Im Nordosten der Fläche befindet sich eine kleine Rekultivierungsfläche, die im Zuge des Abbaus abgetragen wird. Zudem finden sich größere Bodenmieten im Westen von Phase II und im Osten vom Teilbereich der Phase III, die im Zuge des Abbaus abgetragen werden müssen.

Auf einer Fläche der Abbauphase III wird der Boden aus Artenschutzgründen vorzeitig abgetragen. Hierbei handelt es sich auch um ältere Rekultivierungsböden, die aufgeforstet wurden.



Abbildung 1: Lage der geplanten Abbaufäche und der Teilfläche mit Bodenabtrag aus Phase III

## 2. Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung

### 2.1 Vorbemerkung

Im Zuge von Abbauvorhaben müssen die Flächen sukzessive wieder rekultiviert werden. Dazu ist es erforderlich eine geeignete Rekultivierungsschicht auf Basis des erstellten Rekultivierungsplans herzustellen. Hierbei müssen die Eigenschaften der verwendeten Böden bekannt sein, um sie hinsichtlich Ihrer Eigenschaften und Eignung einschätzen zu können. Dies gilt auch beim Ausbau vorgefundener Böden.

Beschreibungen zur Bodenmächtigkeit, sowie zu vorkommenden Böden liegen aus der Bodenübersichtskarte 1:50.000 - BK50 (LGRB 2024) vor. Außerdem gibt es Erfahrungswerte der bereits erfolgten Kiesabbauten in der angrenzenden Kiesgrube sowie im weiter östlich gelegenen Abbaugbiet des Kieswerk Schray.

Im Februar 2024 wurden Felderhebungen durchgeführt, um die vorliegenden Unterlagen auf Plausibilität zu prüfen und zu vervollständigen.

### 2.2 Aufnahme von Bodenkundlichen Parametern

Im Zuge der Außenaufnahmen wurden an den vorhandenen unverritzten Böden die Parameter angesprochen, die die Grundlage für die Beurteilung im Rahmen des Bodenschutzkonzeptes bilden. Folgende Parameter wurden mit Feldmethoden bestimmt:

- Bodenart,
- Grobbodenanteil,
- Gründigkeit (gegliedert nach A- und B-Horizonten),
- Carbonatgehalt,
- Humusgehalt,
- Hydromorphiemerkmale.

Die Außenaufnahmen wurden stichprobenartig durchgeführt, um die Erfahrungswerte der angrenzenden Abbaufächen, sowie die Daten der Bodenkarte 1:50.000 - BK50 (LGRB 2024) zu verifizieren. Hierbei wurden in einem Raster von ca. 100 x 100 m Bohrstockproben genommen. Zusätzlich wurden Bodenprofile angesprochen.

### 2.3 Ergebnisse der Felderhebungen und Datenauswertung

Die von Wald bedeckte Fläche mit Bestandesboden ist weitestgehend eben, weist jedoch leichte Senken und Erhebungen auf. Sie befinden sich im Bereich der Kartiereinheit U68 „Parabraunerde aus Schmelzwasserschottern“. Diese Kartiereinheit weist „mäßig tief“ bis „tief“ entwickelte Böden auf. Oberflächennah finden sich teils spätglaziale Einmischungen von Lösslehm. Stellenweise liegt laut Bodenkundlicher Übersichtskarte 1:5.000 (BK50) Vergleyung im nahen Untergrund vor.

Die Böden im Bereich der Abbauphase III sind alte Rekultivierungsböden, hier führt eine Böschung vom ursprünglichen Gelände-niveau auf die tieferliegende, weitestgehend ebene Fläche. Diese Böden finden sich im Bereich der Kartiereinheit U164 „Kalkhaltiger Auftragsboden aus kiesreichem Auftragsmaterial“. Sie weisen eine „tiefe“ bis „mittel tiefe“ Gründigkeit auf.

In einer kleinen rekultivierten Teilfläche von 1.200 m<sup>2</sup> im Nordosten der Abbauphase II befinden sich ebenfalls alte Rekultivierungsböden, diese finden sich jedoch nicht in der BK50 wieder.

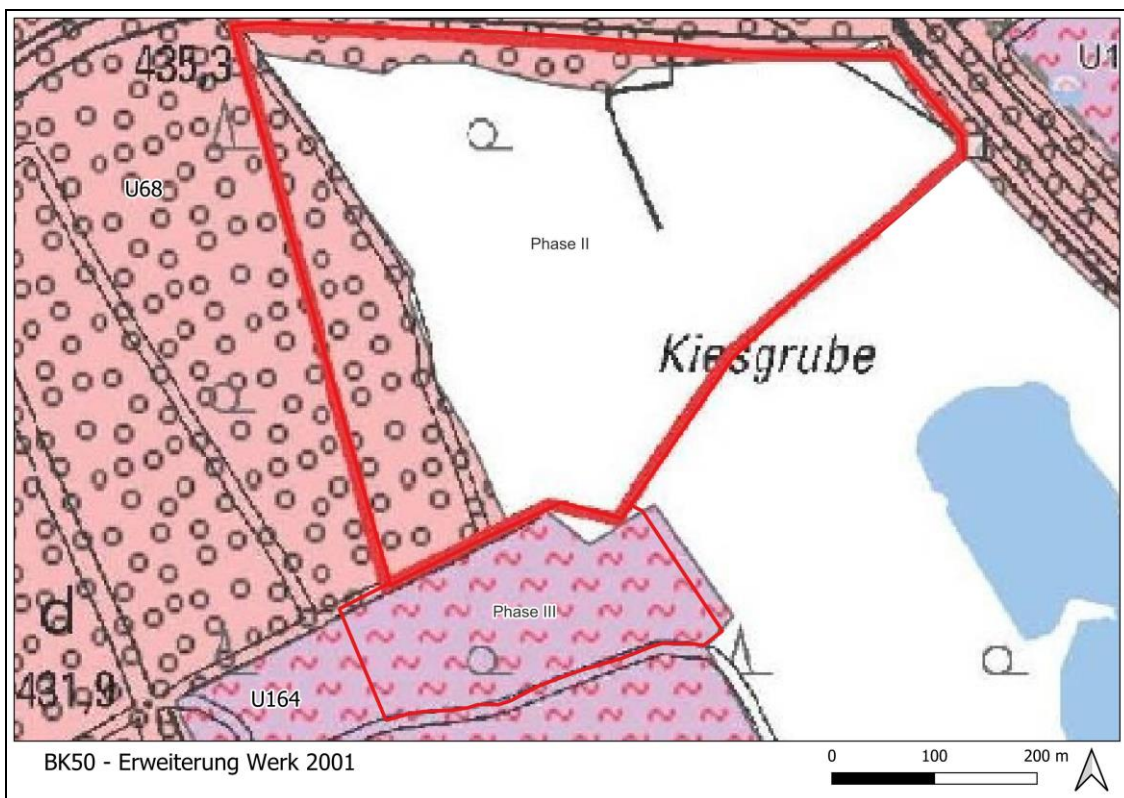


Abbildung 2: Auszug der BK 50 mit Flächenlage

Sämtliche vorgefundenen Bodenarten sind für Rekultivierungszwecke geeignet.

Laut BK50 ist die Bodenart des Oberbodens der Kartiereinheit U68 im Bereich der „Lehmschluffe“ bis „Normallehme“ sowie der „Sandlehme“ bis „Normallehme“ im Unterboden. Dies konnte durch die Felderhebungen weitestgehend bestätigt werden. Im Oberboden fanden sich die Bodenarten „schwach toniger Schluff“ (Ut2) und „sandiger Schluff“ (Us) aus den Bodenartgruppen der „Lehmschluffe“ und „Sandschluffe“.

Im Unterboden fand sich überwiegend die Bodenart „schwach toniger Schluff“ (Ut2) aus der Bodenartgruppe der „Lehmschluffe“ sowie die Bodenart „sandiger Schluff“ (Us) aus der Bodenartgruppe der „Sandschluffe“. Vereinzelt kamen auch Bodenarten der Bodenartgruppe der „Normallehme“ vor. Mit zunehmender Bodentiefe steigt der Sandanteil im Unterboden. Insgesamt weist die Fläche einen weitestgehend einheitlichen Bodenaufbau auf.

Der Oberboden in der Kartiereinheit U164 weist einen höheren Sandanteil auf, mit Bodenarten der Bodenartgruppen „Lehmsande“ und „Sandlehme“. Dies deckt sich mit den Beschrieben der BK50.

Der Bodenarten des Unterbodens liegen hier im Bereich der „Lehmsande“, „Schluffsande“ und vereinzelt im Bereich der „Normallehme“. Die festgestellten Bodenarten weisen demnach einen überwiegend geringeren Tongehalt auf als in den Beschrieben der BK50.

In der Beschreibung der Kartiereinheit U68 wird die Mächtigkeit des Oberbodens mit 20 bis 40 cm angegeben, die Mächtigkeit des Unterbodens mit 60 bis >100 cm. Für die Kartiereinheit U164 werden Oberbodenmächtigkeiten unter 30 cm und Unterbodenmächtigkeiten zwischen 40 und mehr als 100 cm angegeben.

Die Oberbodenmächtigkeit als Summe von humosen Ah- und humusarmen Al-Horizonten der westlichen Waldfläche liegt im Mittel bei etwa 20 cm und schwankt in einem Rahmen von 10 - 25 cm. Im Norden liegt die Oberbodenmächtigkeit im Mittel bei ca. 25 cm mit Schwankungen in einem Rahmen von 20 – 35 cm.

Insgesamt kann in der Kartiereinheit U68 von einer durchschnittlichen Oberbodenmächtigkeit von 20 cm ausgegangen werden.

Die Oberbodenmächtigkeit der Kartiereinheit U 164 liegt im Mittel bei ca. 15 cm und schwankt in einem Rahmen von 10 – 25 cm. Dies deckt sich mit den Beschrieben der BK50.

Sowohl in der Kartiereinheit U68, als auch der Kartiereinheit U164 ist mit einer Mächtigkeit des humosen Oberbodens (Ah- Horizont) von nur 5-10 cm auszugehen. Der darunterliegende Al-Horizont ist deutlich weniger humos und teils nur schwer vom Unterboden (Bt-Horizont) abzugrenzen. Vom Humusgehalt ist der Al-Horizont deutlich näher am Unterboden-Horizont Bt als am humosen Oberbodenhorizont Ah.



Die Unterbodenmächtigkeit der Kartiereinheit U68 beträgt im Mittel etwa 70 cm. Dies konnte anhand von Bodenprofilen und einzelnen Bohrstockproben sowie Erfahrungswerten der angrenzenden Kiesabbauten bestätigt werden. In der Kartiereinheit U68 schwankt die Unterbodenmächtigkeit in einem weiten Rahmen von 35 bis 85 cm, wobei die Extremwerte im Norden der Fläche festgestellt wurden. Durch die Senken und leichten Erhebungen sowie Schwankungen im Kieskörper mit teils zapfenförmigen Vertiefungen variieren die Bodenmächtigkeiten in dieser Kartiereinheit teils erheblich.

Die Unterbodenmächtigkeit der Kartiereinheit U164 liegt ebenfalls bei im Mittel 70 cm, mit Schwankungen in einem Rahmen von 60 – 80 cm. Durch die Ausformung dieser Rekultivierungsböden findet sich hier ein weitestgehend homogener Bodenaufbau.

Der Grobbodenanteil der Kartiereinheit U68 ist im Oberboden mit etwa 15 % gering, nimmt dann aber mit zunehmender Tiefe im Unterboden zu. So ist mit einem überwiegend kiesigen Grobbodenanteil von im Mittel 25% im Unterboden zu rechnen. Im Norden der Kartiereinheit sinkt der Grobbodenanteil und liegt im Mittel bei etwa 10 % im Ober- und 20 % im Unterboden

Der Grobbodenanteil des Oberbodens der Kartiereinheit U164 liegt im Mittel bei ca. 20 % und schwankt in einem Rahmen von 15 – 25 %. Im Unterboden liegt er im Mittel bei 30 % und schwankt in einem Rahmen von 25 – 35 %.

Der Ober- und Unterboden beider Kartiereinheiten ist hinsichtlich seines Grobbodenanteils für Rekultivierungszwecke geeignet. Im Übergangsbereich zum C-Horizont finden sich Grobbodenanteile bis zu 60 %. Gegebenenfalls müssen Bereiche im Unterboden mit besonders hohem Grobbodenanteil vor der Verwendung als Rekultivierungsmaterial gesiebt werden. Alternativ können solche Bereiche getrennt gelagert und anschließend für den Aufbau von Sukzessionsbereichen/Rohbodenbiotopen verwendet werden.

Einschränkungen bezüglich der Eignung aufgrund des Carbonatgehaltes liegen im Bereich der Kartiereinheit U68 nicht vor. Die Böden sind größtenteils entkalkt. Im Oberboden konnte kein Carbonat mehr festgestellt werden. In tieferen Bereichen des Unterbodens sind vereinzelt freie Carbonate nachweisbar, jedoch handelt es sich hier überwiegend um Kalksplitter. Beim Ausbau wird der Unterboden vermutlich auch sekundär durch die unsaubere Trennung vom kalkhaltigen Kieskörper aufgekalkt.

Die Rekultivierungsböden der Kartiereinheit U164 weisen freie Carbonate im gesamten Bodenprofil auf.

Der Oberboden beider Kartiereinheiten ist nach okularer Schätzung als überwiegend „mittel humos“ anzusprechen und weist etwa 2 bis 5 % organische Substanz auf. Der Unterboden ist nach okularer Schätzung „humusfrei“ bis „schwach humos“.

Die Bewertung der Böden hinsichtlich ihrer Funktionen gemäß LUBW Heft Bodenschutz 23 (siehe LBP 2024) ist in folgender Tabelle dargestellt:

Kartier- einheit	Erfüllungsgrad für die Funktion			
	Natürliche Boden- fruchtbarkeit	Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	Filter und Puffer für Schadstoffe	Standort für die nat. Vegetation
U68	mittel (2,0)	sehr hoch (4,0)	mittel bis hoch (2,5)	keine hohe oder sehr hohe Bewertung
U164	gering bis mittel (1,5)	mittel bis hoch (2,5)	gering bis mittel (1,5)	keine hohe oder sehr hohe Bewertung

Anzeichen für Staunässe oder Grundwassereinfluss wurden auf der gesamten Fläche nicht festgestellt.

Informationen zu Altlasten liegen nicht vor, es wurde auf der Fläche keine Anzeichen für Verunreinigungen mit Schadstoffen festgestellt.

Vereinzelt wurde Müll entlang der Wege angetroffen. Dieser ist vor dem Ausbau der Böden zu entfernen.

## 2.4 Empfindlichkeit der Böden

Die Böden der Kartiereinheit U68 sind aufgrund ihrer Korngrößenzusammensetzung gemäß der Einstufung der Verschlammungsneigung nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) sehr stark verschlammungsgefährdet. In der Kartiereinheit U164 ist dieses Risiko durch den hohen Sandanteil als tendentiell schwach einzustufen.

Die Erodierbarkeit, also Anfälligkeit für Erosionsschäden ist laut KA5 für die vorgefundenen Bodenarten der Kartiereinheit U68 ebenfalls sehr hoch. Die Erodierbarkeit der Böden innerhalb der Kartiereinheit U164 ist mittel bis hoch.

Die Gefährdung gegenüber Verdichtungen der schluffigen Böden ist ebenfalls hoch. Jedoch wird diese Verdichtungsgefährdung insbesondere im Unterboden durch den Grobbodenanteil und die sehr gute Drainagewirkung des kiesigen Untergrundes abgemildert. Eine deutliche Risikominderung tritt erst ein, wenn die aktuelle Bodenfeuchte sich dem permanenten Welkepunkt nähert (Boden dunkelt bei Wasserzugabe nach).



## 2.5 Auswirkungen

Durch die geplante Auskiesung und den damit verbundenen Ausbau und die Umlagerung der Böden kommt es zu unvermeidlichen temporären Beeinträchtigungen der Böden. Jedoch lassen sich negative Auswirkungen durch ein bodenschonendes Vorgehen vor und während Rekultivierung und eine geeignete Zwischenbewirtschaftung nach der Rekultivierung auf ein Mindestmaß reduzieren.

Insbesondere beim Bodenausbau kommt es zu einer Störung des Gefüges und des Porensystems der Böden durch Vermischung und Umlagerung. Insbesondere für Bodenlebewesen sind starke Veränderungen im Luft- und Wasserhaushalt durch Verdichtung sowie Veränderungen des Humus- und Carbonatgehalts und damit veränderte pH-Werte sowie Stoffumsetzungen ungünstig. Auch auf die Pufferkapazität der Böden sowie den Wasserhaushalt können sich Verdichtungen und Vermischungen negativ auswirken, insbesondere wenn anaerobe Bedingungen entstehen.

Da sich die aktuell vorhandenen Böden unter Wald befinden, ist mit Vermischungen im Zuge der Rodung und Wurzelstock-Entfernung sowie dem Bodenausbau zu rechnen. Laut alter Rekultivierungsgenehmigung kann auf einen nach Ober- und Unterboden getrennten Ausbau verzichtet werden. Dies vermeidet unnötige Beeinträchtigungen durch mehrfache Befahrung bei ohnehin kaum realisierbarer Trennung. Die Differenzierung von Ober- und Unterboden des Bestandesboden ist nur schwach ausgeprägt. Bei der vorliegenden Mächtigkeit von unter 10 cm des klar abzugrenzenden humosen Oberbodens ist nach der Wurzelstockentfernung mit keiner erfolgreichen Trennung mehr zu rechnen.

Es wurden bereits Anzeichen von Bodenbeeinträchtigungen durch die Befahrung der Rückegassen bei ungünstigen Witterungsbedingungen im Zuge von Fällarbeiten im Norden der Fläche festgestellt. Bei zukünftigen Arbeiten ist auf geeignete Witterungsverhältnisse und Arbeitsverfahren zu achten.

Zwischenlagerungen von Böden sind oft nicht zu vermeiden, sollten sich aber streng an die Anforderungen gemäß DIN 19639 halten. Es ist der direkte Einbau der Zwischenlagerung vorzuziehen, da eine längere Lagerung oft mit Beeinträchtigung der Bodenqualität, insbesondere im Mieteninneren einhergeht.

Beim Bodeneinbau treten ähnliche Gefahren für den Bodenzustand auf wie beim Bodenausbau. Nach erfolgtem Bodeneinbau sind aufgetretene Rekultivierungsmängel nach Möglichkeit zu beheben und der Bodenzustand durch eine geeignete Zwischenbegrünung zu verbessern.

Baustellen-Einrichtungen stellen keine Bodenbeeinträchtigung dar, sofern sie nach Bodenabtrag auf den Kieskörper abgestellt werden. Dasselbe gilt für Fahrwege. Vermutlich wird jedoch durch die Lage der Erweiterungsfläche mit direkter Verbindung zum bestehenden Betriebsgelände keine zusätzliche Baustellen-Einrichtung nötig sein.

Sollte es trotz geeigneter Vorbeugungsmaßnahmen wie Auffangbehältern etc. zu einer Kontamination von Erdreich oder Kieskörper kommen, so sind das entsprechende Bodenschutz-, Wasserwirtschafts- und Umweltamt des Landratsamtes unverzüglich zu informieren und gemeinsam mit der bodenkundlichen Baubegleitung das weitere Vorgehen zu erörtern.

### 3. Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

#### 3.1 Bodenausbau

Vor dem Ausbau ist vorhandener, nicht holziger Pflanzenaufwuchs, abzumähen oder zu mulchen. Bei ausreichend Zeit zur Zersetzung bis zum Ausbau oder bei sehr geringer Höhe des Aufwuchses kann das Material auf der Fläche verbleiben oder eingearbeitet werden, ansonsten ist dieses abzufahren. Holziger Aufwuchs ist generell mitsamt Wurzelstöcken zu entfernen. Analog gilt die Entfernung der Vegetationsdecke auch für bereits länger lagernde und bereits bewachsene Bodenmieten.

Sollten im Rahmen des Ausbaus bzw. der Aufwuchsentfernung Bereiche mit besonders problematischen invasiven Neophyten (z.B. Japanischer Staudenknöterich, Riesenbärenklau, ...) festgestellt werden, die nicht im Rahmen der Außenaufnahmen aufgefallen sind, so sind diese Böden möglichst getrennt zu lagern und vorgefundene Pflanzenreste vorab zu entfernen. Eine Einmischung in das für Rekultivierung verwendeten restliche Bodenmaterial kann zur Weiterverbreitung und damit starken Bewirtschaftungseinschränkungen führen. Bei Arten wie Schmetterlingsflieder oder Kanadischer Goldrute kann eine Ausbreitung kaum vermieden werden. Hier kann jedoch eine zügige Ansaat nach der Rekultivierung einer starken Ausbreitung entgegen wirken.

Die abzutragenden, entwickelten Böden sind möglichst sauber vom Abraum (C-Horizont) zu trennen. Im Grenzbereich zwischen Unterboden und Abraum (C-Horizont) sind aufgrund von wellen- bis zapfenartigen Übergängen teils kleinere Vermischungen kaum zu verhindern. Diese führen zu einer sekundären Aufkalkung. Ein nach Ober- und Unterboden getrennter Ausbau ist laut alter Rekultivierungsgenehmigung nicht gefordert und durch die beim Ausbau zu erwartenden und nicht vermeidbaren Vermischungen auch nicht sinnvoll. Zudem wurde im angrenzenden Abbaubereich bereits in der Vergangenheit mit guten Ergebnissen ohne eine solche Trennung rekultiviert.

Der Einsatz von Maschinen richtet sich nach der aktuellen Bodenfeuchte, in Absprache mit der Bodenkundlichen Baubegleitung. Die Bodenfeuchte kann hierbei nach Tabelle 2 der DIN 19639 (siehe Anhang) ermittelt werden. Radfahrzeuge dürfen nur auf Flächen mit abgetragenen Boden eingesetzt werden. Für Böden im Konsistenzbereich ko3 dürfen die Arbeiten nur dann fortgesetzt werden, wenn die Befahrbarkeit nach DIN 19639 (siehe Nomogramm, Anhang) nachgewiesen ist. Verantwortliche Personen sind von der Bodenkundlichen Baubegleitung in der Anwendung der Tabelle sowie des Nomogramms zu schulen.

Bei sämtlichen Arbeiten ist auf ausreichend abgetrocknete Böden zu achten und Schädverdichtungen zu vermeiden (siehe vorangegangener Absatz). Diese sind meist irreversibel.

Der Bodenausbau und Kiesabbau erfolgt in einem Abbauabschnitt (Phase II). Zudem findet der Bodenausbau auf einer aktuell mit Wald bestockten Fläche im Südwesten der Abbauerweiterung statt. Diese Fläche wird aus Artenschutzgründen zu Beginn der Abbautätigkeiten abgeräumt. Der Ablauf des Bodenabtrags, sowie der damit einhergehender Auskiesung sind im Abbauplan (Eberhard Landschaftsarchitekten 2024) dargestellt.

Sollten Anzeichen für bodenfremde Stoffe, zum Beispiel untypische Verfärbungen, Müll, Behältnisse, oder ähnliches auftauchen, so ist der Ausbau unverzüglich einzustellen und das weitere Vorgehen mit der bodenkundlichen Baubegleitung bzw. der Bodenschutzbehörde des Landratsamtes abzustimmen.

Als Abgrenzung zu außerhalb der Abbaufäche liegenden Tabu-Flächen sowie als Absturz- und Sicherungsmaßnahme sind ergänzend zu dem im Norden der Fläche aufzubauenden Schutzwall/Oberbodenmiete (siehe Bodenschutzplan) Bauzäune anzubringen, die die aktuellen Abbaubereiche klar abtrennen.

### 3.3 Zwischenlagerung

Idealerweise werden die ausgebauten Böden sofort und ohne Zwischenlagerung wieder eingebaut. Für gewöhnlich wird dies durch einen abschnittsweisen Abbau ermöglicht. Da es sich hier um eine größtenteils bereits abgeräumte Fläche handelt, erfolgt der Abbau nicht in mehreren Abschnitten. Jedoch stehen bereits Flächen für einen direkten Einbau im vorangegangenen Abbauabschnitt (Phase I) zur Verfügung.

Lässt sich aufgrund räumlicher oder zeitlicher Gegebenheiten eine Zwischenlagerung nicht vermeiden, so gelten folgende Grundregeln:

- Die maximal zulässigen Mietenhöhen sind im vorliegenden Fall 2 m im gesetzten Zustand für Oberboden und 3 m für Unterboden.
- Die Mieten sind mit dem Bagger oder einer Laderaupen aufzusetzen und dürfen nicht befahren werden. Sie sind unverzüglich nach dem Aufmieten zu profilieren und zu glätten. Es ist darauf zu achten, dass auf flächenhaften Mieten keine Senken ausgeformt werden. Die Oberfläche sollte im Idealfall uhrglasförmig oder trapezförmig sein, oder ein mindestens geringes Gefälle aufweisen, damit sich das Niederschlagswasser nicht sammelt.
- Die Mietenstandorte müssen gewährleisten, dass der gelagerte Boden vor Vernässung geschützt ist, d.h. sie dürfen nicht in Senken o.ä. errichtet werden und müssen möglichst durchlässig sein. Falls sich an den Mieten Wasser staut, ist dies zügig durch Gräben o.ä. abzuleiten.
- Mieten sind bei absehbarer Standzeit von >2 Monaten (DIN 19731) möglichst kurzfristig nach der Aufmieten zu begrünen. Die Begrünung soll mit stark wasserzehrenden Pflanzen erfolgen, damit die Miete im Inneren trocken bleibt und durch die Vegetation vor Verschlämmung geschützt wird. Für die Ansaat eignen sich bei überjähriger Lagerung winterharte Zwischenfruchtgemenge, bei langjähriger Lagerung sind ausdauernde Arten zu verwenden (z.B. Weißklee, Luzerne). Die Begrünung ist während der Lagerzeit nach Bedarf nachzusäen und zu pflegen (einmalige Mahd/Jahr). Die Auswahl der Arten erfolgt nach der Aufmieten, anhand der bodenchemischen Eigenschaften. Zur Ansaat und zur Pflege der Bodenmieten dürfen diese nur mit leichten handgeführten Maschinen (z.B. Balkenmäher) befahren werden.
- Generell sollte die Lagerzeit möglichst kurz gehalten werden.

Im Abbaubereich ist ein Ausbau der Böden getrennt nach Ober- und Unterboden weder üblich noch sinnvoll. Beim Entfernen der Wurzelstöcke und beim Bodenausbau kommt es zu Durchmischungen, sodass eine saubere Trennung ohnehin nicht möglich ist. Zudem steigt die Belastung des Unterbodens, durch den Mehraufwand bei getrenntem Ausbau.

Durch den erhöhten Humusgehalt beim Ausbau der Böden ohne Trennung nach Ober- und Unterboden ist das Bodenmaterial wie Oberboden zu behandeln und auf eine Mietenoberhöhe von maximal 2 m zu achten.

Als Lagerflächen für Bodenmieten bieten sich bereits ausgekieste aber noch nicht fertig rekultivierten Teile des Abbaugebiets an. Zudem sind die zukünftigen Sukzessionsflächen als Lagerflächen geeignet. Dies betrifft auch Sukzessionsflächen nach der technischen Rekultivierung, sofern diese sich auf dem jeweiligen Arbeitsniveau befinden und kein Bodenauftrag stattgefunden hat.

Hierbei bietet sich vor allem eine dauerhaft bestehende Rohkiesfläche im Süden der Erweiterung an. Diese hat eine Größe von ca. 0,6 ha. Somit können dort maximal 12.000 m<sup>3</sup> Boden gelagert werden. Dies setzt allerdings eine flächige Bodenmiete voraus, wodurch eine geeignete Profilierung erschwert wird. Bei streifenweiser Belegung reduziert sich die Lagerkapazität deutlich.

Zudem eignen sich die ehemaligen Absetzbecken im vorangegangenen Abbaubereich (Phase I) für eine Zwischenlagerung. Diese sollen laut Rekultivierungsplan (Eberhard Landschaftsarchitekten 2024) forstlich rekultiviert werden. Auf diesen Flächen von ca. 4,5 ha ist demnach ein direkter Einbau einer Zwischenlagerung der Böden vorzuziehen. Bei einer Einbauhöhe von 1,8 m lassen sich hier 81.000 m<sup>3</sup> Boden einbauen. Bei einer Verwendung als Bodenlager ließen sich bis zu 90.000 m<sup>3</sup> Boden lagern.

Die zu errichtenden Lärm- /Absturz- /Staubschutzwälle stellen ebenfalls Bodenmieten dar. Bei 6 m Mietenbreite am Mietenfuß sowie 2 m Mietenbreite an der Mieten-Krone und einer Höhe von 2 Meter, können ca. 8 m<sup>3</sup> /lfm zwischengelagert werden. Bei einer Länge von etwa 725 m (siehe Abbau-/Rekultivierungsplan) ergibt sich hier eine Lagerfläche für etwa 5.800 m<sup>3</sup> Boden.

Folgende in ihrer Größe bekannte Zwischenlagerflächen stehen potentiell zur Verfügung:

Standort	Lagerfläche
Schutzwall (ca. 0,44 ha)	5.800 m <sup>3</sup> Boden
Rohkiesbiotop im Süden (ca. 0,6 ha)	Max. 12.000 m <sup>3</sup> Boden
Schlammbecken Phase I (ca. 4,5 ha)	Max. 90.000 m <sup>3</sup> Boden

Bei Berücksichtigung der in den 725 m Schutzwall zu lagernden 5.800 m<sup>3</sup> Bodenmaterial sowie beim Abtrag der bestehenden Bodenmieten und Schutzwälle entlang der Waldflächen anfallenden ca. 50.000 m<sup>3</sup> Boden (Schätzung Kieswerk-Betreiber), müssen ca. 130.600 m<sup>3</sup> Boden auf den im geplanten Abbaubereich gelegenen Zwischenlagerflächen von insgesamt 5,1 ha zwischengelagert oder eingebaut werden. Aufgrund der direkt zur Verfügung stehenden Einbauflächen in Phase I können die anfallenden Böden weitestgehend direkt wieder eingebaut werden. Restmengen können ohne Zwischenlagerung ins Kieswerk Schray verbracht werden. Dort gibt es ein erhebliches Massendefizit an kulturfähigem Boden.

### 3.4 Bodeneinbau

Vor dem Einbau der Rekultivierungsschicht ist das Rohplanum nach Möglichkeit so zu modellieren, dass die Kaltluft ungestört abfließen kann und eine Folgebewirtschaftung ohne Einschränkungen möglich ist. Die Geländemodellierung folgt dabei der geplanten Ausgestaltung wie sie im Rekultivierungsplan und der Rekultivierungsgenehmigung näher beschrieben ist. Schädliche Verdichtungen des Rohplanums, die zu einer Stauwasserbildung führen können, sind unbedingt zu vermeiden.

Das Rohplanum ist zur Beseitigung von Verdichtungen vor dem Auftrag der durchwurzelbaren Bodenschicht zu lockern. Ausgenommen sind hierbei Bereiche, die im Rahmen des Rekultivierungsplanes als vernässende Bereiche oder anderweitige Feuchtbiothope geplant und ausgewiesen sind. Baubedingte Fremdstoffe wie Abfall, Geotextilien, Schotter, Abfälle, etc. sind rückstandsfrei zu entfernen.

Der Ausbau der Böden erfolgt sukzessive Richtung Westen sowie gegen den Uhrzeigersinn (siehe Abbauplan). Dementsprechend kann mit einer Rekultivierung im Bereich der Schlammabsetzbecken im Osten begonnen werden.

Der Bodeneinbau muss bei ausreichend abgetrockneten Verhältnissen erfolgen. Die eingesetzten Maschinen und die Verfahren zur Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht müssen nach den aktuellen Bodenwassergehalten ausgewählt werden (siehe Anhang). Liegen nach der Herstellung Verdichtungen in der Rekultivierungsschicht vor, dann ist mit geeigneten Geräten (z. B. Raupe mit Moorlaufwerken und Heckaufreißern) bis in eine Mindestdiefe von 80 cm kreuzweise tiefenzulockern.

Die Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht richtet sich nach der Folgenutzung. In der Regel werden für forstwirtschaftliche Flächen Auftragsmächtigkeiten bis 1,8 m gefordert. Eine Auftragsmächtigkeit von 50 cm sollte auch an den Randbereichen nicht unterschritten werden. Laut Rekultivierungsplan sind die Flächen mit Bodenauftrag als Waldflächen wiederherzustellen. Auf den neben der Seefläche verbleibenden Bereichen unterbleibt der Bodenauftrag.



Die maximal erlaubte Mächtigkeit laut der Vollzugshilfe der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz zu §12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ist 2 m. Die Anforderungen an den Bodenaufbau sind in der Rekultivierungsgenehmigung näher beschrieben.

Die laut Rekultivierungsgenehmigung geforderte Bodenmächtigkeit der Waldflächen im geplanten Abbauabschnitt der Phase II (ca. 1,75 ha) und des vorangegangenen Abbauabschnitt der Phase I (ca. 4,5 ha) beträgt 1,5 - 2 m.

Auf den Rohbodenbiotopen/Sukzessionsflächen unterbleibt der Bodenauftrag. Hier wird Abraum des C-Horizontes zur Geländeausformung verwendet.

Im folgenden sind die benötigten und anfallende Kubaturen angegeben:

Rekultivierungsabschnitt	Anfall kulturfähiger Boden (autochthon) bei 0,90 m	Bedarf kulturfähiger Unterboden (Fremdmaterial) Bei 1,8 m	Differenz
Phase II Ausbau: ca. 6,4 ha; Einbau: ca. 1,7 ha	57.600	30.600	27.000 (+)
Bodemieten Phase II	50.000	5.800	44.200 (+)
Phase III Ausbau: ca. 3,2 ha	28.800	-	28.800 (+)
Phase I Einbau: ca. 4,5 ha	-	81.000	81.000 (-)
Gesamt	136.400	117.400	19.000 (+)

Stellt man die im Zuge des Bodenabtrags anfallenden Massen dem in der Tabelle dargestellten Bedarf gegenüber, dann ergibt sich ein Überschuss an Bodenmaterial.

Werden die im Schutzwall gelagerten 5.800 m<sup>3</sup> Boden berücksichtigt, so sind insgesamt noch ca. 19.000 m<sup>3</sup> Bodenmaterial überschüssig. Dieser Überschuss kann im nahegelegenen Kieswerk Schray zur Herstellung einer Rekultivierungsschicht genutzt werden. Hier stehen verschieden Flächen ausreichender Größe zur Verfügung (in den Gewannen Stockfeld und Makariushau). Auch bei höheren Mengen an anfallendem Bodenmaterial sind hier noch Einbaukapazitäten vorhanden.

In Anbetracht der zu erwartenden Überschussmassen bietet es sich an, die Schlammabsetzbecken zu Beginn mit beim Bodenausbau anfallendem Bodenmaterial aus Phase III und II ohne Nutzung als Zwischenlager zu rekultivieren. Anschließend können die Teilflächen mit Bodenauftrag im Norden von Phase II rekultiviert werden. Restliches Bodenmaterial aus den Bodenmieten kann im Kieswerk Schray verwendet werden. Sollte dennoch Zwischenlagerflächen benötigt werden, so kann zuerst auf die 0,6 ha im Süden zurückgegriffen werden (nach Aufbau des Schutzwalles).

### 3.5 Zwischenbewirtschaftung

Um die Ansiedlung von unerwünschter Begleitvegetation zu bremsen, den Austrag von Nährstoffen zu verhindern, um das Bodenleben, die Regeneration zu fördern und um eine Verschlämmung zu vermeiden ist es zweckmäßig, zeitnah nach der technischen Rekultivierung die forstlichen Rekultivierungsflächen mit einer tiefwurzelnden Zwischenbegrünung anzusäen. Insbesondere Leguminosen eignen sich hier (siehe DIN 18915, Anhang E).

Sukzessionsflächen und Offenlandbereiche können gegebenenfalls zur Unterdrückung unerwünschter Vegetation mit standortgerechten Saatgutmischungen angesät werden.

Informationen zu Zwischen- und Folgebewirtschaftung finden sich im Landschaftspflegerischen Begleitplan.

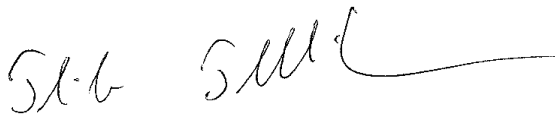
### 3.6 Information

Vor Beginn der Bautätigkeiten sind die Bauleitung sowie die beteiligten Maschinenführer durch die Bodenkundliche Baubegleitung einzuweisen. Mögliche Gefahrenpotentiale sowie adäquate Vorgehensweisen in den einzelnen Abbauphasen sind zu erläutern und gegebenenfalls durch Hinweisschilder o.ä. kundzutun. Bei wechselndem Personal ist dieses ebenfalls durch bereits geschultes Personal oder die Bodenkundliche Baubegleitung einzuweisen.

### 3.7 Dokumentation

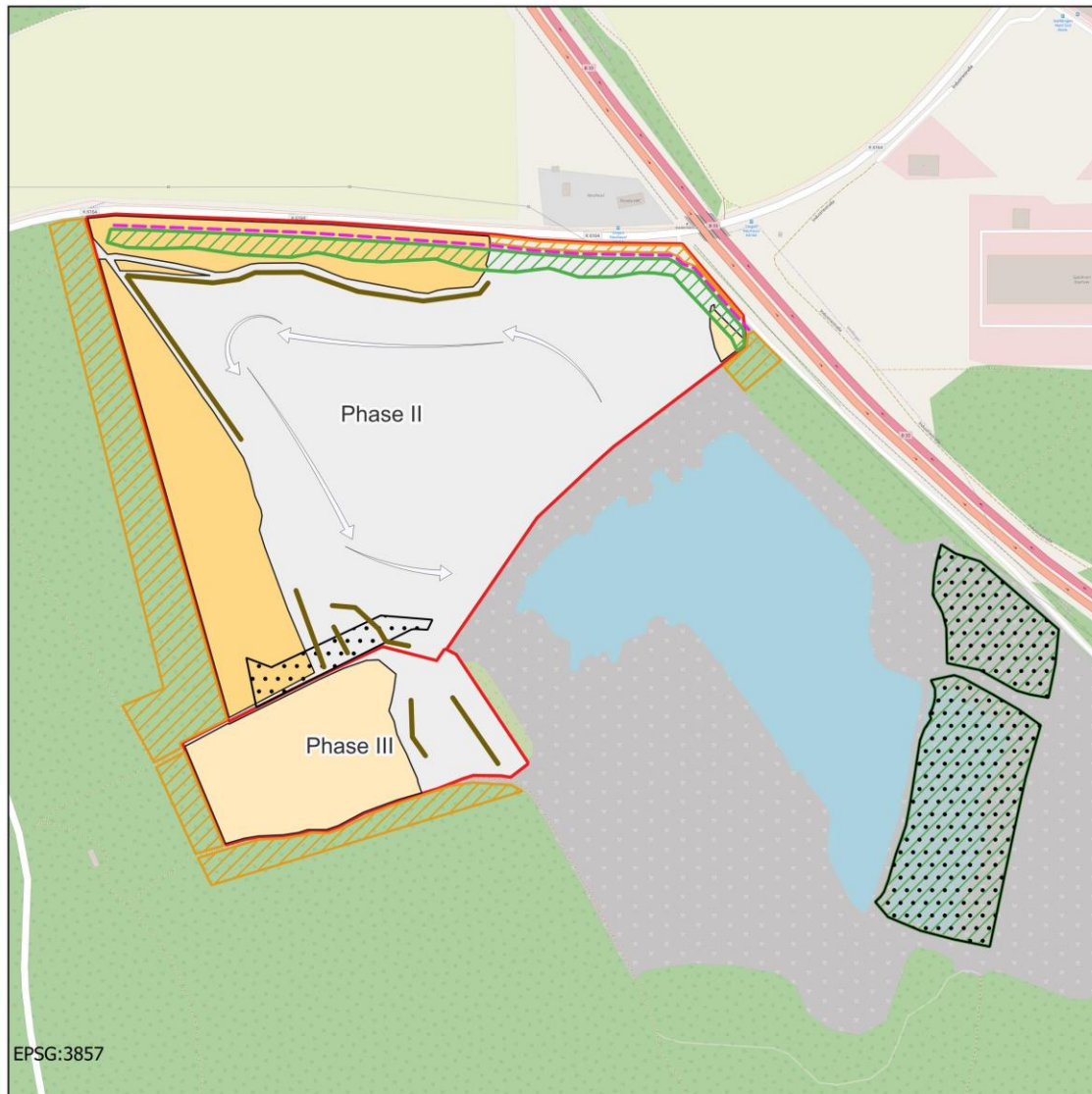
Die Bodenkundliche Baubegleitung hat die Pflicht, den Baufortschritt zu begleiten und dokumentarisch festzuhalten. Dieser ist protokollarisch und fotografisch festzuhalten. Diese Bodenkundliche Dokumentation wird in einem Turnus von 2 Jahren erstellt.

Hohenfels, den 21.02.2024



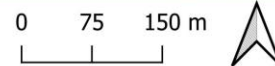
Thilo Tollkühn

## 4. Bodenschutzplan / Abbau-Lageplan



### Bodenschutzplan - Erweiterung "Werk 2001"

Maßstab  
1: 8500



#### Legende

-  Umriss Erweiterung
-  Bodenabtrag Bestandesböden
-  Bodenabtrag RekuBöden
-  Abtrag Bodenmiete
-  Umriss Rekultivierung
-  Lagerflächen
-  Schutzwall-Oberbodenmiete
-  Tabuflächen

#### Flickinger & Tollkühn GmbH

Am Josenberg 10

78355 Hohenfels-Kalkofen  
Deutschland

Telefon +49 75 57.92 92 246  
Telefax +49 75 57.92 92 247

info@flickinger-tollkuehn.de  
www.flickinger-tollkuehn.de



Dipl.-Forstwirt Thilo Tollkühn

02/2024





## 6. Quellen

DIN 18915

DIN 19639

DIN 19731

Eberhard Landschaftsarchitekten (2024) Abbauplan Nassabbau Stadtwald Radolfzell - Phase II, 1:2.000

Eberhard Landschaftsarchitekten (2024) Rekultivierungsplan Nassabbau Stadtwald Radolfzell - Phase II, 1:2.000

Eckelmann, W., Sponagel, H., & Grottenthaler, W. (2005). Bodenkundliche Kartieranleitung.-5. verbesserte und erweiterte-Auflage.

LGRB (2024) Bodenkarte 1:50.000 - BK50



## Anhang

### Bodenfeuchte und Befahrbarkeit nach DIN 19639

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

Konsistenzbereich		Bodenmerkmale bei geringer und mittlerer effektiver Lagerungsdichte		Bodenfeuchtezustand		Befahrbarkeit	Bearbeitbarkeit	Verdichtungs-empfindlich-keit (Bodenarten-abhängig)
Kurz-zeichen	Bezeich-nung	Zustand bindiger Böden (Tongehalt > 17 %)	Zustand nicht bindiger Böden (Tongehalt ≤ 17 %)	Wasserspannung p <sub>f</sub> -Bereich lg h <sub>pa</sub>	Feuchtebereich	Bezeich-nung	Kurz-zeichen	
ko1	fest (hart)	nicht ausrollbar und kneubar, da brüchig; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	staubig; helle Bodenfarbe; dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	> 4,0	> 990	trocken	feu1	optimal
Schrumpfgrenze								
ko2	halbfest (brüchig)	noch ausrollbar, aber nicht kneubar, da brüchig; 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
Ausrollgrenze								
ko3	stief (-plastisch)	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln; schwer kneubar und eindrückbar; dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	Finger werden etwas feucht, auch durch Klopfen am Bohrer kein Wasserausstritt aus den Poren; dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	2,7 bis > 2,1	50 bis > 12,4	feucht	feu3	eingeschränkt, nach Nomogramm
ko4	weich (-plastisch)	ausrollbar auf < 3 mm Dicke; leicht eindrückbar; optimal kneubar	Finger werden deutlich feucht; durch Klopfen am Bohrer wahrnehmbarer Wasserausstritt aus den Poren	2,1 bis > 1,4	12,4 bis > 2,5	sehr feucht	feu4	nur auf befestigten Baustreifen
ko5	breitig (-plastisch)	ausrollbar, kaum kneubar; da zu weich; quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch	durch Klopfen am Bohrer deutlicher Wasserausstritt aus den Poren; Probe zerfällt, oft Kernverlust	≤ 1,4	≤ 2,5	nass	feu5	nur auf befestigten Baustreifen
Fließgrenze								
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und kneubar, da fließend	Kernverlust	0	0	sehr nass	feu6	nur auf befestigten Baustreifen
								nicht bearbeitbar; unzulässig
								extrem

a

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

b

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

Abbildung1: Tabelle 2 aus der DIN 19639

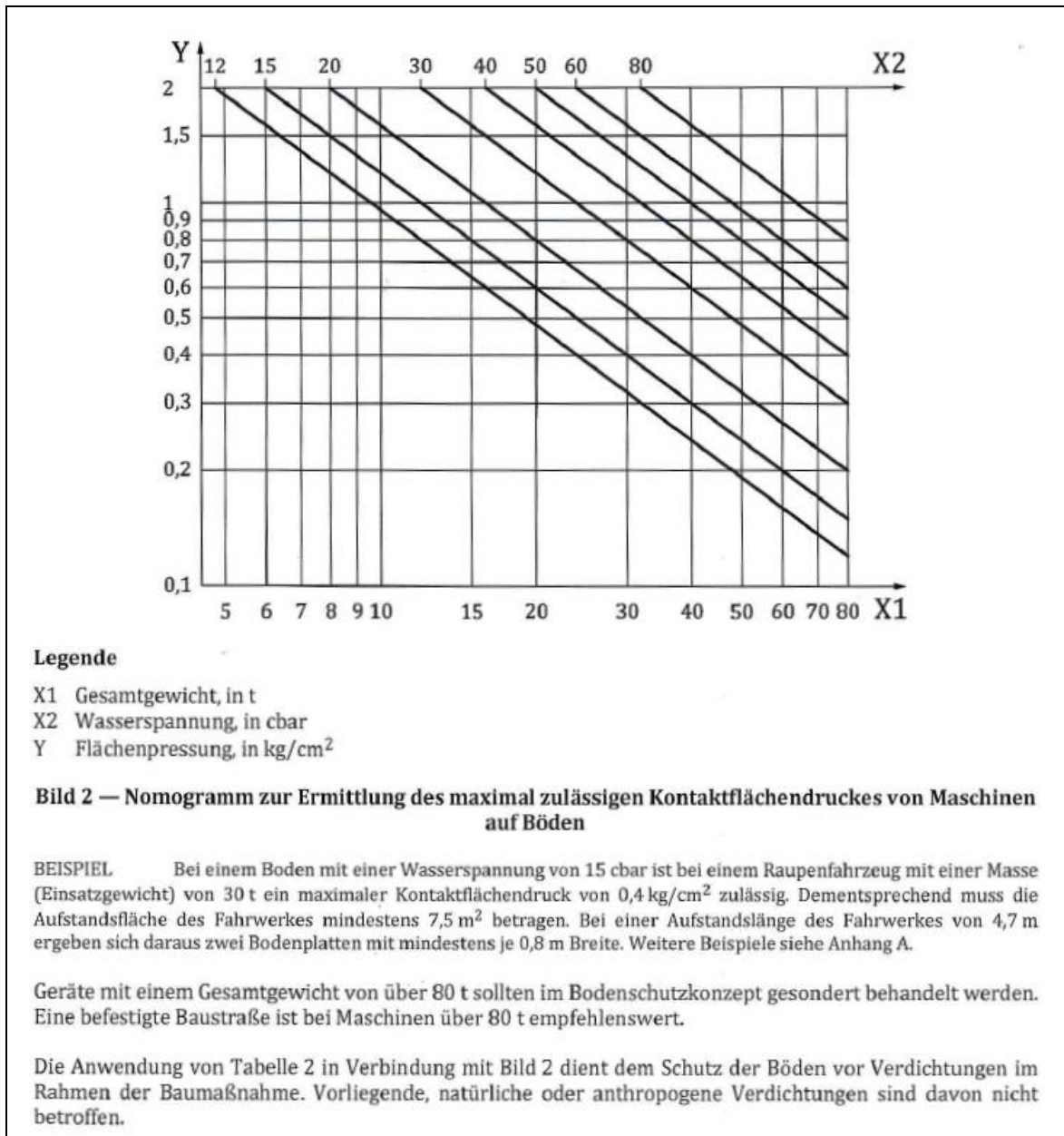


Abbildung 2: Nomogramm mit Anwendungsbeispiel aus der DIN 19639\*

\*die Flächenpressung errechnet sich hierbei aus dem Einsatzgewicht [kg] dividiert durch die Fläche des Fahrwerkes [ $\text{cm}^2$ ]



## Fotografische Dokumentation



Bild 1: Bestandesbild im Westen



Bild 2: Bestandesbild im Norden





Bild 3: Bestandesbild der alten Rekultivierungsfläche



Bild 4: Freifläche auf der alten Rekultivierungsfläche



Bild 5: Bohrstockprobe im Westen





Bild 6: Angegrabenes Profil im Westen, mit 80 cm Bodenmächtigkeit



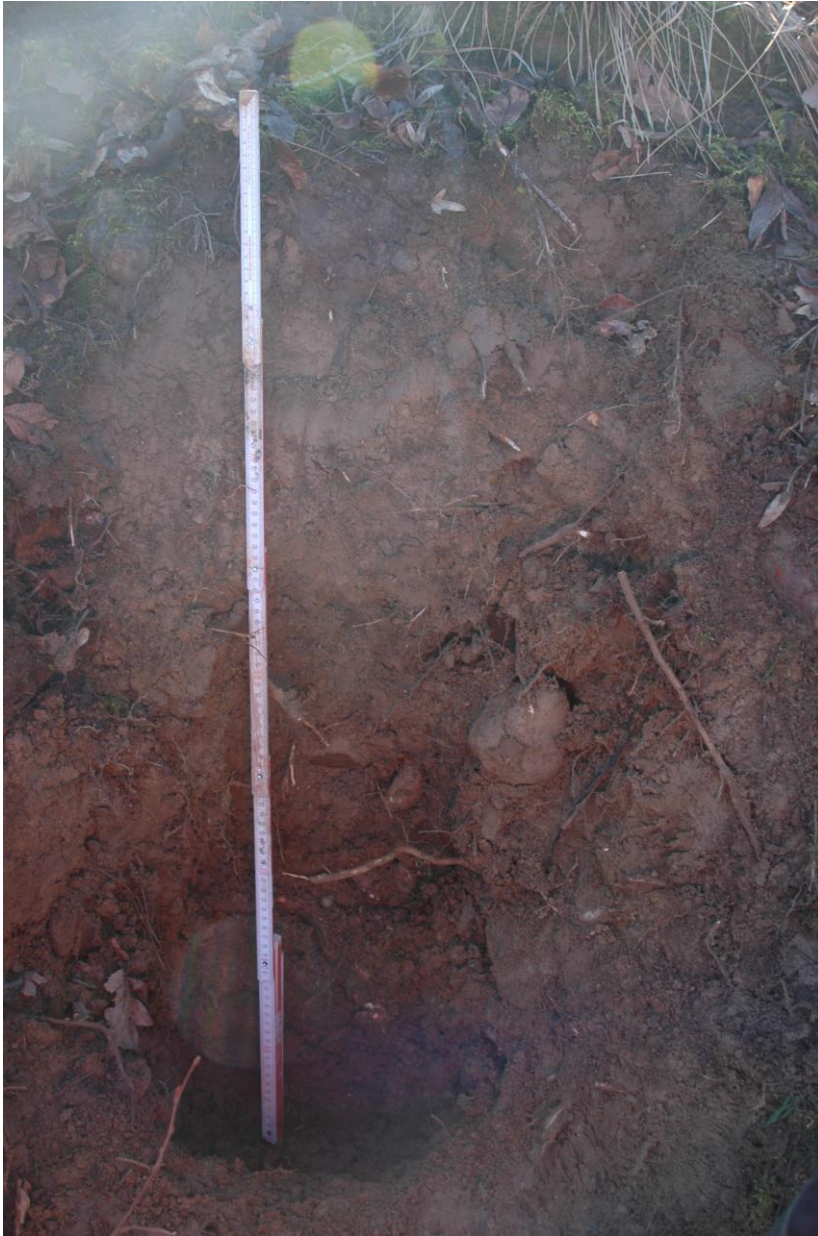


Bild 7: Angegrabenes Bodenprofil im Norden, mit über 1 m Bodenmächtigkeit



Bild 8: Bohrstockprobe im Bereich der akten Rekultivierung



Bild 9: Angegrabenes Profil im Bereich der alten Rekultivierung, mit ca. 80 cm Bodenmächtigkeit





Bild 10: Bodenmiere entlang der Waldfläche im Nordwesten



Bild 11: Vorbeeinträchtigungen des Bodens durch Fällarbeiten im nördlichen Waldstück