



B.T.W.

Büro für Technik und Management  
im Wein- und Gartenbau  
Dr. Wolfgang Patzwahl

Beratung – Projektmanagement - Sachverständigengutachten

---

Segnitzer Straße 12, 97320 Sulzfeld am Main, Tel.: +49 177 3298181 E-Mail: wolfgang@patzwahl.de

## **„Projektbegleitendes Bodenschutzkonzept Bodenfruchtbarkeit“**

für den geplanten

Sand- und Kiesabbau der Fa. Glöckle GmbH & Co. KG (Schweinfurt)

in dem geplanten Sand- und Kiesabbaugebiet

östlich der Gemeinde Grafenrheinfeld (Landkreis Schweinfurt)

Projekt: Projektbegleitendes Bodenschutzkonzept Bodenfruchtbarkeit für das geplante Sand- und Kiesabbaugebiet östlich von Grafenrheinfeld

Landkreis: Schweinfurt

Auftraggeber: Glöckle GmbH & Co. KG Besitzgesellschaft (Schweinfurt)

Bearbeiter: Dr. Wolfgang Patzwahl, B.T.W. – Büro für Technik und Management im Wein- und Gartenbau

Ort/Datum: Sulzfeld am Main, 26.04.2022

## Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung und Aufgabenstellung.....	4
2. Beschreibung der Lage des Projektgebiets (Vorhabensgebiet) und der örtlichen Gegebenheiten.....	5
3. Status quo der landwirtschaftlich genutzten Böden in den jeweiligen Projektzonen (BA-A bis BA-D) .....	5
3.1 Bodenprofil korrespondierend mit der von dem Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH durchgeführten Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A: .....	7
3.2 Bodenprofil korrespondierend mit der von dem Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH durchgeführten Bohrung B 1/21 im Flurstück mit der Flurnummer 729:.....	9
3.3 Ergebnisse der Untersuchungen auf der Basis von störungsfreien Bodenproben für die beiden Referenzstandorte (korrespondierend mit der Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A und korrespondierend mit der Bohrung B 1/21 für den Bauabschnitt BA-B).....	11
4. Konzeptionelle Vorgehensweise für horizontgerechte Lagerung des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont) und Unterbodens (C-Horizont).....	15
5. Bodenkundliche Baubegleitung während der Durchführung des Abbauvorhabens .....	19
6. Ablaufplanung für horizontgerechten Ausbau des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont) und Unterbodens (C-Horizont).....	23
7. Zeitlicher Ablauf der Zwischenlagerung sowie qualitätserhaltende Maßnahmen bis Wiedereinbau der zwischengelagerten Böden .....	25
8. Ablaufplanung für den horizontgerechten Einbau des Unterbodens (C-Horizont) und des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont).....	27
9. Maßnahmen zur Aktivierung d. Bodenlebens nach Wiederein-bau der Böden .....	29
10. Überwachungsmaßnahmen im Verlaufe des Ausbaus, der Zwischenlagerung und des Einbaus der Böden .....	31

## 1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Zur Sicherstellung der regionalen Versorgung des Oberzentrums Schweinfurt mit Verflechtungsbereichen mit Sand und Kies strebt die Firma Glöckle GmbH & Co. KG eine Erweiterung der Rohstoffgewinnungsflächen im Raum Schweinfurt in der Nähe zum bestehenden Kieswerk im Gemeindegebiet Grafenrheinfeld an.

Um den Bedarf an Sand und Kies in der Region weiterhin zu sichern, beantragt die Firma Glöckle die Förderung von Sanden und Kiesen im Nassabbauverfahren auf einer Fläche von rd. 45,3 ha. In diesem Zusammenhang soll ein Zwischenlager für Abraum auf einer ehemaligen, als Ackerfläche rekultivierten, angrenzenden Abbaufäche mit einer Fläche von rd. 1,9 ha eingerichtet werden.

Die Einteilung des Abaugebietes in vier Abbaubereiche dient alleine der Strukturierung des Vorhabengebietes zu besseren Beschreibung der Bestandssituation. Die Benennung (BA-A, BA-B, BA-C, BA-D) lässt die Reihenfolge der Rohstoffgewinnung offen. Die für den Abbau von Rohstoffen (Sand und Kies) vorgesehene Fläche umfasst insgesamt ca. 45,3 ha.

Die im Projektgebiet liegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen sollen während und nach erfolgtem Sand- und Kiesabbau gemäß dem Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen wieder verfüllt, hinsichtlich ihrer derzeitigen Bodenschichtung und –struktur, Funktionsfähigkeit sowie Bodenfruchtbarkeit so gut als möglich wiederhergestellt und wieder einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden.

Im Rahmen des Genehmigungsantrags ist ein „Projektbegleitendes Bodenschutzkonzept Bodenfruchtbarkeit“ mit folgenden Inhalten zu erstellen:

- Aufnahme des Status quo der landwirtschaftlich genutzten Böden in den jeweiligen Projektzonen (BA-A bis BA-D) hinsichtlich Bodenschichtung (A-Horizont, B-Horizont, C-Horizont) sowie chemisch-analytischer Bodenparameter und Bodenstrukturparameter (Porenvolumen, Porengrößenverteilung, Wasserspeicherfähigkeit, gesättigte Wasserleitfähigkeit) in den jeweiligen Bodenhorizonten.
- Ablaufplanung für horizontgerechten Ausbau des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont) und Unterbodens (C-Horizont)
- Konzeptionelle Vorgehensweise für horizontgerechte Lagerung des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont) und Unterbodens (C-Horizont)
- Zeitlicher Ablauf der Zwischenlagerung sowie qualitätserhaltende Maßnahmen bis Wiedereinbau der zwischengelagerten Böden
- Ablaufplanung für horizontgerechten Einbau des Unterbodens (C-Horizont) und des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont)
- Maßnahmen zur Aktivierung d. Bodenlebens nach Wiedereinbau der Böden

- Überwachungsmaßnahmen im Verlaufe des Ausbaus, der Zwischenlagerung und des Einbaus der Böden

## **2. Beschreibung der Lage des Projektgebiets (Vorhabensgebiet) und der örtlichen Gegebenheiten**

Das Vorhabengebiet liegt im Gemeindegebiet Grafenrheinfeld, südwestlich der Stadt Schweinfurt im Naturraum Schweinfurter Becken – Maintalaue (vgl. Anlagen 1). Es erstreckt sich zwischen der Siedlungsbebauung Grafenrheinfelds im Westen und dem Vogelschutzgebiet „Maintal zwischen Schweinfurt und Dettelbach“ sowie Bereichen ehemaliger Rohstoffgewinnungsfelder und Baggerseen im Osten. Nach Norden grenzt die Kreisstraße SW 3 (Gochsheimer Straße). Im Süden schließen weitere Ackerflächen an.

Die Einteilung des Abaugebietes in vier Abbaubereiche dient alleine der Strukturierung des Vorhabengebietes zu besseren Beschreibung der Bestandssituation. Die Benennung (BA-A, BA-B, BA-C, BA-D) lässt die Reihenfolge der Rohstoffgewinnung offen. Bisher werden die Flächen im Projektgebiet (Vorhabensgebiet) ackerbaulich bewirtschaftet oder als Grünland genutzt. Das Projektgebiet (Vorhabensgebiet) liegt bei ca. 205 m ü. NN und das Gelände ist insgesamt sehr flach, ohne größere Höhenunterschiede.

Sowohl im östlichen Bereich des Bauabschnitts BA-B als auch im nördlichen und östlichen Bereich des Bauabschnitts BA-D grenzen amtlich kartierte Biotope an das Vorhabensgebiet an. Zudem schließt sich in östlicher Richtung ein etwa 225 ha großes Vogelschutzgebiet (SPA – Gebiet Maintal zwischen Schweinfurt und Dettelbach) an das Projektgebiet (Vorhabensgebiet) an.

## **3. Status quo der landwirtschaftlich genutzten Böden in den jeweiligen Projektzonen (BA-A bis BA-D)**

Das hier beantragte Projektgebiet/Vorhabengebiet (Abaugebiet, inkl. Erdlager) mit einer Gesamtfläche von rd. 47,2 ha unterliegt bisher ausschließlich einer landwirtschaftlichen Nutzung.

Hierbei entfallen rd. 45,9 ha auf intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen (Acker- und Grünlandnutzung). Der verbleibende Flächenanteil verteilt sich auf Wege- und Straßenflächen und sonstige Überbauungen (Scheunen) inklusive angrenzender Saumbereiche sowie kleinflächige Gehölzbereiche im Randbereich des geplanten Erdlagers. Das Projektgebiet/Vorhabengebiet (Abaugebiet, inkl. Erdlager) weist eine sehr flache Morphologie in einer Höhenlage von ca. 205 m ü. NN auf.

Das geologische Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sind Flussablagerungen alt- bis mittelholozänen Ursprungs (Ältere bis Mittlere Postglazialterrasse) über Sand und Kies sowie Auenablagerungen aus Sand und Kies unter Flusslehm oder Flussmergel. Hinsichtlich des Bodentyps sind im Projektgebiet sowohl Braunerde aus Lehm bis Ton (Terrassenablagerung) und gering verbreitet aus Schluff bis Lehm (Deckschicht) über Sand (Terrassenablagerung) als auch Vega anzutreffen.

Welche der genannten Bodentypen in den vier Bauabschnitten BA-A bis BA-D jeweils vorhanden sind und mit welchen Flächenanteilen, wurde auf der Basis der Digitalen Flurkarte (DFK) und der Übersichtsbodenkarte von Bayern 1:25.000 im Projektgebiet ermittelt (vgl. Anlage 1). Die Flächenanteile sind in Tabelle 1 im Überblick dargestellt.

**Tab. 1: Bodentypen in den vier Bauabschnitten BA-A bis BA-D in dem Projektgebiet (Vorhabensgebiet) des geplanten Sand- und Kiesabbau der Fa. Glöckle GmbH & Co. KG östlich von Grafenrheinfeld [3]**

Bauabschnitt	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Bodentyp		Flächenanteil Bodentyp	
		Kurzname	Beschreibung	[m <sup>2</sup> ]	[%]
Bauabschnitt BA-A	156.795	97b	Vega aus Schluff bis Lehm (Auensediment)	ca. 130.808	83,4
		97c	Vega aus Lehm bis Ton (Auensediment)	ca. 25.420	16,2
		22g	Braunerde aus Lehm bis Ton (Terrassenablagerung), gering verbreitet aus Schluff bis Lehm (Deckschicht) über Sand (Terrassenablagerung)	ca. 567	0,4
Bauabschnitt BA-B	116.381	22g	Braunerde aus Lehm bis Ton (Terrassenablagerung), gering verbreitet aus Schluff bis Lehm (Deckschicht) über Sand (Terrassenablagerung)	ca. 87.472	75,2
		97c	Vega aus Lehm bis Ton (Auensediment)	ca. 23.771	20,4
		97b	Vega aus Schluff bis Lehm (Auensediment)	ca. 5.137	4,4
Bauabschnitt BA-C	45.352	22g	Braunerde aus Lehm bis Ton (Terrassenablagerung), gering verbreitet aus Schluff bis Lehm (Deckschicht) über Sand (Terrassenablagerung)	ca. 14.825	32,7
		97c	Vega aus Lehm bis Ton (Auensediment)	ca. 30.527	67,3
Bauabschnitt BA-D	100.751	97c	Vega aus Lehm bis Ton (Auensediment)	ca. 100.751	100,0

Im Bauabschnitt BA-A am stärksten vertreten ist mit einem Flächenanteil von ca. 83,4% der Bodentyp (97b), gefolgt vom Bodentyp (97c) mit ca. 16,2% Anteil (im östlichen Bereich des Bauabschnitts BA-A). Der Bodentyp (22g) ist mit 0,4 % Flächenanteil nur in sehr geringem Umfang vorhanden (im südwestlichen Bereich des Bauabschnitts BA-A).

In dem in südlicher Richtung angrenzenden Bauabschnitt BA-B hingegen ist der Bodentyp (22g) mit ca. 75,2% Flächenanteil sehr dominant vertreten. Im östlichen Bereich des Bauabschnitts BA-B ist mit einem Flächenanteil von ca. 20,4% der

Boden Typ (97c) vorhanden und im nordöstlichen Bereich zeigt sich mit ca. 4,4% Flächenanteil auch noch in bescheidenem Umfang der Bodentyp (97b). Der Bauabschnitt BA-C zeigt hinsichtlich der vorhandenen Böden eine Zweiteilung. Im nordwestlichen Bereich ist der Bauabschnitt BA-C mit einem Flächenanteil von ca. 32,7% geprägt vom Bodentyp (22g) und im südöstlichen Bereich mit einem Flächenanteil von ca. 67,3% vom Bodentyp (97c). Im Bauabschnitt BA-D ist ausschließlich der Bodentyp (97c) vorhanden. Über die gesamte Fläche der vier Bauabschnitte BA-A, BA-B, BA-C und BA-D hinweg betrachtet ist der Bodentypen (22g) mit ca. 29%, der Bodentyp (97b) mit ca. 31% und der Bodentyp (97c) mit 40% vertreten (vgl. Anlage 1).

Vom Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH wurde im Auftrag der Fa. Glöckle GmbH & Co. KG im Rahmen der Ausarbeitung eines hydrogeologischen Gutachtens an drei festgelegten Standorten Kernbohrungen durchgeführt (vgl. Anlage 1). Die ausgeführten Bohrtiefen waren 10 m (Bohrung B 1/21), 8,0 m (Bohrung B 2/21) sowie 7,5 m (Bohrung B 3/21). Die Mächtigkeit der durch Schluff und Ton geprägten Deckschichten über den Sand- und Kiesablagerungen zeigten Dimensionierungen zwischen 1,5 m (Bohrung B3/21) und 2,7 m (Bohrung B 2/21).

Zur Bestimmung der einzelnen Horizonttiefen (A-Horizont, B-Horizont, C-Horizont) dieser durch Schluff und Ton geprägten Deckschichten sowie ackerbaulich relevanter Bodenparameter (z.B. Bodengefüge, Durchwurzelung, Durchporung, u. a.) wurde zur Charakterisierung des Bodentyps (97b) korrespondierend mit der Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A und korrespondierend mit der Bohrung B 1/21 (zur Charakterisierung des Bodentyps (22g)) jeweils ein Bodenprofil bis auf ca. 1,40 m ausgegraben. Darüber hinaus wurde an beiden Standorten jeweils in einer Tiefe von 0,30 m und 0,60 m mit Hilfe eines Entnahmerings eine störungsfreie Bodenprobe entnommen, um mit Hilfe des HYPROP-Verfahrens die Wasserretentionskurve (pF-Kurve), die Porengrößenverteilung sowie die gesättigte Leitfähigkeit des Bodens in den verschiedenen Tiefen zu ermitteln.

### **3.1 Bodenprofil korrespondierend mit der von dem Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH durchgeführten Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A:**

Die Bohrung B 2/21 vom Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH wurde im Bauabschnitt BA-A im Flurstück mit der Flurnummer 1652/1 durchgeführt. Das Flurstück 1652/1 liegt relativ zentral in dem Flächenanteil mit dem in diesem Bauabschnitt sehr dominant vertretenen Bodentyp (97b). Die Mächtigkeit der Deckschicht über den Sand- und Kiesablagerungen betrug 2,70 m. Somit wurde mit dem bis auf eine Tiefe von 1,4 m ausgegrabenen Bodenprofil neben dem für die pflanzenbaulichen Ackerkulturen relevanten Wurzelraum nahezu 50% des

gesamten Bereichs der Deckschicht erfasst. Abbildung 1 zeigt schematisch das Bodenprofil für den Bodentyp (97b) im Überblick.

Der Boden war relativ frisch bearbeitet und die Bodenstruktur (Bodengefüge) war zum Großteil geprägt von einfachen Grundgefügen (Einzelkorn-/Kohärentgefüge). Nur im Bereich von 0,10 m bis ca. 0,40 m waren auch weiter entwickelte Aggregatgefüge in Form von Grobpolyederstrukturen anzutreffen. In den obersten 0,05 m bis 0,10 m waren noch eingearbeitete nicht ganz verrottete Strohreste der Vorkultur (Getreide) vorhanden. Die Durchwurzelung der Vorkultur (Getreide) war noch erkennbar. Sie reichte bis etwa in eine Tiefe von 0,90 m. Hinsichtlich des Humusgehalts ist der Boden visuell als schwach bis mittel humos (ca. 2,0 – 2,5 % org. Substanz) einzustufen. Der Kalktest im Feld mit 10%iger Salzsäure ergab über alle Horizonte hinweg einen schwachen Kalkgehalt (<1%).



**Abbildung 1: Bodenprofil korrespondierend mit Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A**

Hinsichtlich der Durchporung des Bodens (Drainageporen) in Form von Regenwurmgängen und/oder Wurzelkanäle war bei dem mit der Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A (Flurstück 1652/1) korrespondierenden Bodenprofil bis in 1,20 m Tiefe eine entsprechende Durchporung vorhanden (vgl. Abbildung 2).



**Abbildung 2: Drainageporen (Regenwurm- und/oder Wurzelkanäle) bei dem mit der Bohrung B 2/21 korrespondierenden Bodenprofil im Bauabschnitt BA-A**

Auf 1 m<sup>2</sup> Fläche betrachtet waren ca. 100 Drainageporen/m<sup>2</sup> anzutreffen, was als eine geringe bis mittlere makroskopisch sichtbare Durchporung des Bodenvolumens anzusprechen ist.

### **3.2 Bodenprofil korrespondierend mit der von dem Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH durchgeführten Bohrung B 1/21 im Flurstück mit der Flurnummer 729:**

Die Bohrung B 1/21 vom Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH wurde in westlicher Richtung vom Projektgebiet (Vorhabensgebiet) in ca. 450 m Entfernung zum Bauabschnitt BA-D im Flurstück mit der Flurnummer 729 durchgeführt. In dem Flurstück 729 liegt vollständig der Bodentyp (22g) vor, welcher auch in den Bauabschnitten BA-B und BA-C sehr dominant vorhanden ist. Die Mächtigkeit der Deckschicht über den Sand- und Kiesablagerungen betrug 2,41 m. Somit wurde auch hier mit dem bis auf eine Tiefe von 1,4 m ausgegrabenen Bodenprofil neben dem für die pflanzenbaulichen Ackerkulturen relevanten Wurzelraum nahezu 58% des gesamten Bereichs der Deckschicht erfasst. Abbildung 3 zeigt schematisch das Bodenprofil für den Bodentyp (22g) im Überblick.



**Abbildung 3: Bodenprofil korrespondierend mit der vom Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH durchgeführten Bohrung B 1/21**

Der Boden war relativ frisch bearbeitet und die Bodenstruktur (Bodengefüge) war in der oberen Bodenschicht bis auf eine Tiefe von 0,10 m geprägt von einfachen Grundgefügen (Einzelkorn-/Kohärentgefüge). Im Bereich von 0,10 m bis ca. 0,40 m waren auch weiter entwickelte Aggregatgefüge in Form von Polyederstrukturen anzutreffen. In den obersten 0,05 m bis 0,10 m waren noch eingearbeitete nicht ganz verrottete Pflanzenreste der Vorkultur (Mais) vorhanden. Die Durchwurzelung der Vorkultur (Mais) war noch erkennbar. Sie reichte bis etwa in eine Tiefe von 0,90 m. Hinsichtlich des Humusgehalts ist der Boden visuell als schwach bis mittel humos (ca. 2,0 – 2,5 % org. Substanz) einzustufen. Der Kalktest im Feld mit 10%iger Salzsäure ergab über alle Horizonte hinweg einen schwachen Kalkgehalt (<1%).

Hinsichtlich der Durchporung des Bodens (Drainageporen) in Form von Regenwurmgängen und/oder Wurzelkanäle war bei dem mit der Bohrung B 1/21 im Flurstück 729 korrespondierenden Bodenprofil bis in 1,20 m Tiefe eine entsprechende Durchporung vorhanden (vgl. Abbildung 4).



**Abbildung 4: Drainageporen (Regenwurm- und/oder Wurzelkanäle) bei dem mit der Bohrung B 2/21 korrespondierenden Bodenprofil im Bauabschnitt BA-A**

Auf 1 m<sup>2</sup> Fläche betrachtet waren ca. 144 Drainageporen/m<sup>2</sup> anzutreffen, was als eine mittlere makroskopisch sichtbare Durchporung des Bodenvolumens anzusprechen ist.

### **3.3 Ergebnisse der Untersuchungen auf der Basis von störungsfreien Bodenproben für die beiden Referenzstandorte (korrespondierend mit der Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A und korrespondierend mit der Bohrung B 1/21 für den Bauabschnitt BA-B)**

An beiden Referenzstandorten (korrespondierend mit der Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A und korrespondierend mit der Bohrung B 1/21 für den Bauabschnitt BA-B) wurden jeweils in einer Tiefe von 0,30 m und 0,60 m mit Hilfe eines Enthärtungsstörungsfreie Bodenproben entnommen, um einerseits die Korngrößenverteilung hinsichtlich der Korngrößenfraktionen Sand (>2.000 µm ... 63 µm), Schluff (63 µm ... 2 µm) und Ton (>2 µm ...) sowie andererseits mit Hilfe des HYPROP-Verfahrens die Wasserretentionskurve (pF-Kurve), die Dichte, das Porenvolumen, die Porengrößenverteilung und die gesättigte Leitfähigkeit des Bodens in den verschiedenen Tiefen zu ermitteln.

## Korngrößenfraktionen, Bodentyp, Bodenart, Bindigkeit (Klebrigkei) sowie Formbarkeit (Ausrollbarkeit) der beiden Böden der Referenzstandorte.

Einen Überblick über jeweiligen Anteil der Korngrößenfraktionen für die Böden beiden Referenzstandorten (korrespondierend mit der Bohrung B 2/21 im Bauabschnitt BA-A und korrespondierend mit der Bohrung B 1/21 für den Bauabschnitt BA-B) gibt Tabelle 2.

<i>Tab. 2: Korngrößenverteilung der Böden an den Referenzstandorten (korrespondierend mit der Bohrung B 2/21 von Ingenieurbüro Piewak &amp; Partner GmbH im Bauabschnitt BA-A und korrespondierend mit der Bohrung B 1/21 von Ingenieurbüro Piewak &amp; Partner GmbH für den Bauabschnitt BA-B)</i>			
Untersuchungsstandort	Korngrößenfraktionen		
	Sand (>2000 µm ... 63 µm)	Schluff (>63 µm ... 2 µm)	Ton 
	[%]	[%]	[%]
Bauabschnitt BA-A Boden Referenzstandort Bohrung B 2/21 von Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH, Flurnummer 1652/1	0,1%	80,4%	19,5%
Bauabschnitt BA-B Boden Referenzstandort Bohrung B 1/21 Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH, Flurnummer 729	0,8%	77,6%	21,6%

Bei dem Referenzboden für den Bauabschnitt BA-A handelt es sich hinsichtlich des Bodentyps um eine Vega aus Schluff bis Lehm (Auensediment, Bodentyp 97b). Dies zeigt sich auch in der Verteilung der Korngrößenfraktionen. Eine anhand der gewonnenen Bodenprobe durchgeführte Bodensiebung ergab für den Boden in dem für die landwirtschaftliche Kultur relevanten Bodenbereich einen Anteil der Schluff-Fraktion (>63 µm ... 2 µm) von 80,4%, die Ton-Fraktion (>2 µm ...) mit 19,5% und die Sand-Fraktion mit nur 0,1% anzutreffen war. Aufgrund dieser Verteilung der Korngrößenfraktionen ist der Boden der Bodenartengruppe der Tonschluffe zuzuordnen und bzgl. der Bodenart als stark toniger Schluff (Ut4) anzusprechen. Sandkörner sind nicht sicht- und fühlbar. Hinsichtlich dem Bodenparameter Bindigkeit (Klebrigkei) weist der Referenzboden für den Bauabschnitt BA-A einen mittleren Zusammenhalt der Bodenprobe auf und zerbröckelt, zerbröselt oder zerbricht nur wenig (Stufe 3). Die Bodenprobe ist ohne größere Schwierigkeiten ausrollbar, sie reißt oder bricht nur sehr schwach und ist somit hinsichtlich dem Bodenparameter Formbarkeit (Ausrollbarkeit) auf der der fünfstufigen Skala (0 = nicht ausrollbar / 5 = auf dünner als halbe Bleistiftstärke ausrollbar) in Stufe 3 einzustufen.

Der Referenzboden für den Bauabschnitt BA-B ist hinsichtlich des Bodentyps als Braunerde aus Lehm bis Ton (Terrassenablagerung, Bodentyp 22g) anzusprechen. Die Bodensiebung ergab für diesen Boden in dem für die landwirtschaftliche Kultur relevanten Bodenbereich einen Anteil der Schluff-Fraktion (>63 µm ... 2 µm) von 77,6%, für die Ton-Fraktion (>2 µm ...) einen Anteil von 21,6% und für die Sand-Fraktion mit nur 0,8%. Auch dieser Boden ist aufgrund dieser Verteilung der

Korngrößenfraktionen der Bodenartengruppe der Tonschluffe zuzuordnen und bzgl. der Bodenart als stark toniger Schluff (Ut4) anzusprechen. Und auch hinsichtlich dem Bodenparameter Bindigkeit (Klebrigkeitsgrad) weist der Referenzboden für den Bauabschnitt BA-B ebenfalls einen mittleren Zusammenhalt der Bodenprobe auf und zerbröckelt, zerbröselt oder zerbricht ebenfalls nur wenig (Stufe 3). Und die Bodenprobe ist ohne größere Schwierigkeiten ausrollbar, sie reißt oder bricht nur sehr schwach und ist somit auch hinsichtlich dem Bodenparameter Formbarkeit (Ausrollbarkeit) gleich dem Referenzboden im Bauabschnitt BA-A in Stufe 3 einzustufen.

**Wasserretentionskurve (pF-Kurve), Wasserspeicherfähigkeit (Feldkapazität, FK), nutzbare Feldkapazität (nFK), Äquivalentwelkepunkt (ÄWP), gesättigte Wasserleitfähigkeit, Dichte und Porengrößenverteilung der Böden der Referenzstandorte.**

Mit Hilfe des HYDRO-Verfahrens auf der Basis von störungsfreien Bodenproben wurde für den Referenzboden Bauabschnitt BA-A und den Referenzboden Bauabschnitt BA-B die Wasserretentionskurve (pF-Kurve) und davon abgeleitet die Wasserspeicherfähigkeit (Feldkapazität, FK), die nutzbare Feldkapazität (nFK), den Äquivalentwelkepunkt (ÄWP), die Dichte, die gesättigte Wasserleitfähigkeit (Kf) sowie das Gesamtporenvolumen und die Porengrößenverteilung ermittelt (vgl. Tabelle 3 und Tabelle 4).

Untersuchungsstandort	Boden-typ	Boden-art	Tiefe	Dichte	ÄWP	FK	GPV	nFK	FK150	nFK150	Kf
			[cm]	[g/cm³]	[Vol.-%]	[Vol.-%]	[Vol.-%]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm/d]
Bauabschnitt BA-A Boden Referenzstandort Bohrung B 2/21 von Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH, Flurnummer 1652/1	97b	Ut4	30	1,50	15,4	33,2	38,2	53,4	454,5	225,0	22,9
			70	1,34	15,3	30,3	36,9	105,0			11,5
Bauabschnitt BA-B Boden Referenzstandort Bohrung B 1/21 Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH, Flurnummer 729	22g	Ut4	30	1,45	14,6	36,7	36,9	66,3	489,0	177,0	22,3
			70	1,56	20,8	32,6	37,0	82,6			96,7

ÄWP [Vol.-%] = Äquivalentwelkepunkt (pF 4,2)  
 FK [Vol.-%] = Feldkapazität (pF 1,8)  
 GPV [Vol.-%] = Gesamtporenvolumen  
 nFK = nutzbare Feldkapazität [mm] ( $pF = 4,2 - 1,8$ ) pro Horizont  
 FK150 = nFK bis 1,5 m Tiefe [mm]  
 Kf = gesättigte Leitfähigkeit, Durchlässigkeit [cm/d]

Das Gesamtporenvolumen der Referenzböden variiert im Bereich von 36,9 Vol.-% bis 38,2 Vol.-%. Die Kennwerte für die Feldkapazität (FK) liegen im Bereich 30,3 Vol.-% bis 36,7 Vol.-% und für den Äquivalentwelkepunkt (ÄWP) im Bereich von 14,6 Vol.-% bis 20,8 Vol.-%. Für die nutzbare Feldkapazität bis auf 1,5 m Tiefe (nFK150) wurde für den Referenzboden Bauabschnitt BA-A ein Wert von 225 mm

ermittelt und für den Referenzboden Bauabschnitt BA-B ein Wert von 177 mm. Die gesättigte Wasserleitfähigkeit zeigt Werte im Bereich von 11,5 cm/d bis 96,7 cm/d.

*Tab. 4: Porengrößenverteilung der Böden an den Referenzstandorten (korrespondierend mit der Bohrung B 2/21 von Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH im Bauabschnitt BA-A und korrespondierend mit der Bohrung B 1/21 von Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH für den Bauabschnitt BA-B)*

Untersuchungsstandort	Tiefe [cm]	Porengrößenfraktionen			
		Weite Grobporen (pF 0 ... pF 1,8)	Enge Grobporen (pF 1,8 ... pF 2,5)	Mittelporen (pF 2,5 ... pF 4,2)	Feinporen (pF 4,2 ... )
		[%]	[%]	[%]	[%]
Bauabschnitt BA-A Boden Referenzstandort Bohrung B 2/21 von Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH, Flurnummer 1652/1	30	18,7%	14,1%	27,1%	40,1%
	70	13,8%	13,1%	29,3%	44,0%
Bauabschnitt BA-B Boden Referenzstandort Bohrung B 1/21 Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH, Flurnummer 729	30	5,2%	10,8%	26,8%	57,2%
	70	12,4%	12,4%	43,2%	32,0%

Wie aufgrund von Bodentyp und Bodenart zu erwarten zeigt sich hinsichtlich der Verteilung der Porengrößen bei beiden Referenzböden ein relativ hoher Feinporenanteil (pF 4,2 ....) mit Werten in einem Bereich von 32,0% bis 57,5% und Mittelporenanteil (pF 2,5 ... pF 4,2) mit Werten zwischen 26,8% bis 43,2%. Beim Referenzboden Bauabschnitt BA-B ist auffallend der relativ geringe Anteil an weiten Grobporen (pF 0 ... pF 1,8) und engen Grobporen (pF 1,8 ... pF 2,5) im Bereich der Probentiefe 30 cm, was auf eine Verdichtung aufgrund der Bodenbearbeitung schließen lässt.

Die Wasserretentionskurven (pF-Kurven) der beiden Referenzböden im Einzelnen sind in Anlage 2 beigelegt.

Die Ackerzahl (AZ) oder auch Ackerwertzahl ist ein in der Bundesrepublik Deutschland üblicher Index zur Bemessung der Qualität einer landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die Skala möglicher Werte reicht von dabei von 1 (sehr schlecht) bis 120 (sehr gut). Sowohl der Referenzboden für den Bauabschnitt BA-A (Fl. Nr. 1652/1) als auch der Referenzboden für den Bauabschnitt BA-B (Fl. Nr. 729) wurden mit einer AZ von 78 eingestuft. Die AZ in der jeweiligen unmittelbaren Umgebung variieren hinsichtlich der AZ in einem Bereich von 60 (Bereich BA-A, Fl. Nr. 1672/1) über 70 (südlich von Fl. Nr. 1652/1) bis hin zu 83 (östlich u. südöstlich von Fl. Nr. 729).

Für die landwirtschaftlich genutzten Flächen im Projektgebiet kann somit hinsichtlich der AZ von einer Einstufung im Bereich zwischen AZ 56 bis AZ 83 ausgegangen werden.

#### **4. Konzeptionelle Vorgehensweise für horizontgerechte Lagerung des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont) und Unterbodens (C-Horizont)**

Grundsätzlich ist im Rahmen des beabsichtigten Abbauvorhabens vorgesehen, dass ca. 98,5 % der gesamten Abbaufläche nach erfolgtem Sand- und Kiesabbau wieder verfüllt und zusammen mit der Rekultivierungsschicht (bindiger Unterboden und Oberboden) auf das ursprüngliche Bestandsniveau vor dem Abbau gebracht wird. Der Abbau der Sand und Kiesvorkommen sollen beginnend im Bauabschnitt BA-A in Schritten von 2 ha großen Abbaueinheiten nach und nach erfolgen. Für den horizontgerechten Abbau, Zwischenlagerung und Widerverfüllung wird deshalb folgende konzeptionelle Vorgehensweise vorgesehen:

Die Rohstoffgewinnung ist als rotierender Abbaubereich innerhalb des gesamten Abaugebietes zu beschreiben. Pro Jahr wird auf einer Fläche von ca. 2 ha Sand und Kies gewonnen. Insgesamt wird die Abbaufläche sowie die um jeweils rund ein Jahr verzögert stattfindende Verfüllung und Rekultivierung einen Gesamtumfang von ca. 6 ha nicht überschreiten.

Bei der Rohstoffgewinnung soll das Vorkommen von Sand und Kies bis in eine Tiefe von ca. 8 m u. GOK zur anstehenden Schicht des Unteren Keupers gewonnen werden.

Das Abbaukonzept sieht vor, dass der nördlichste Teil des Gebiets (BA-A) in der Nähe des bestehenden Kieswerkes zuerst erschlossen wird. Danach erfolgt der sukzessive Gewinnungsprozess je nach Flächenverfügbarkeit auf den weiteren Flurstücken des gesamten Abaugebietes.

Die Sand- und Kiesgewinnung erfolgt anfangs bzw. je nach verfügbaren Flächenzuschnitt mit einem Langstielbagger. Sobald eine wirtschaftlich sinnvoll zusammenhängende Abbaufläche erschlossen ist, erfolgt der Abbau mittels Saugbagger. Über ein Schwimmrohr wird das Rohmaterial (Gemisch aus Sand, Kies und Wasser) dem Schöpfrad am Rande der Abbaustätte zugeführt. Dort werden lagerstätteneigene Feinanteile von Sand- und Kiesanteilen getrennt und verbleiben am Abbaustandort. Tagesaktuelle Haufwerke aus Sand und Kies werden mittels Radlader auf LKWs verladen und in das bestehende Kieswerk verbracht. Eine weitere Aufbereitung (Siebung/Waschung) des gewonnenen Rohmaterials erfolgt ausschließlich innerhalb dieses Kieswerks und ist somit kein Bestandteil der vorliegenden Antragsunterlagen.

Vor der Gewinnung der Sand- und Kiesschichten in den Abbaueinheiten sind jeweils die verschiedenen Horizonte der durch Schluff und Ton geprägten Deckschicht horizontgerecht getrennt nach Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und Unterboden (C-Horizont) abzutragen.

Die vom Ingenieurbüro Ingenieurbüro Piewak & Partner GmbH durchgeführten Erkundungsbohrungen und die vom B.T.W. – Büro für Technik und Management im Wein- und Gartenbau durchgeführten Profilgrabungen zeigten, dass über den im Projektgebiet vorkommenden Sand- und Kiesvorkommen durch Schluff und Ton geprägte Deckschichten aus Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und bindigem Unterboden (C-Horizont) vorhanden sind. Die Unterkanten dieser durch Schluff und Ton geprägten Deckschichten lag zwischen 1,50 m u. Geländeoberkante (GOK) bei der Erkundungsbohrung B 3/21 und 2,70 m u. GOK bei der Erkundungsbohrung B 2/21. Im Mittel kann somit von einer Mächtigkeit der durch Schluff und Ton geprägten Deckschicht von ca. 2,20 m ausgegangen werden, welche vor der Sand- und Kiesgewinnung bei der jeweiligen Baufeldräumung horizontgerecht abzutragen ist.

Mit Beginn der Baufeldräumung auf den ersten zwei Hektar Abbaufäche wird der Ober- und bindige Unterboden (durch Schluff und Ton geprägten Deckschicht) in seitlichen Erdmieten (Einwallung des Abbaubereichs) gelagert sowie zu Teilen veräußert, da dieser im vorliegenden Umfang für die künftigen Rekultivierungsziele im BA-A nicht benötigt wird.

Bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit der durch Schluff und Ton geprägten Deckschicht aus Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und bindigem Unterboden (C-Horizont) von insgesamt ca. 2,2 m entspricht dies einem insgesamt zu veräußerndem Bodenvolumen von ca. 44.000 m<sup>3</sup> (davon 8.000 m<sup>3</sup> Oberboden A-Horizont, 10.000 m<sup>3</sup> Oberboden B-Horizont, 26.000 m<sup>3</sup> bindiger Unterboden C-Horizont).

Der Abraum der hierauf folgenden zwei Hektar Abbaufäche wird auf dem Erdzwischenlager (Fl. Nr. 2008 und 2008/3) sowie ebenfalls in seitlichen Erdmieten gelagert. Ab der dritten Abbaueinheit von 2 ha laufen dann Bodenabtrag sowie Wiederverfüllung der vom Sand- und Kiesabbau zurückbleibenden Gruben und Auftrag der Rekultivierungsschicht (bindiger Unterboden und Oberboden) parallel. Somit wird das auf der einen Seite horizontgerecht abgetragene Bodenmaterial (Deckschichten), welches für die erneute Einwallung der Abbaufäche nicht benötigt wird, bei der ersten wieder zu verfüllenden Abbaufäche als Rekultivierungsschicht (bindiger Unterboden und Oberboden) zusammen mit der dort noch bestehenden Einwallung direkt wieder aufgebracht. Hiermit entsteht eine rotierende Umlagerung der oberen Bodenschichten zur Rekultivierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen innerhalb des Abaugebietes. Lange Lagerzeiten der Erdmassen können so zu großen Teilen vermieden werden.

Die für das speziell eingerichtete Erdzwischenlager vorgesehene Fläche (vgl. Abbildung 5, Fl. Nr. 2008 und 2008/3) ist im Eigentum der Fa. Glöckle GmbH & Co. KG und den AMS Asphaltmischwerken.

Das in den Schutzwällen und dem Erdzwischenlager (Fl. Nr. 2008 und 2008/3) zwischengelagerte Bodenmaterial wird zur Erhaltung bzw. Förderung der Porenstruktur, des Bodengefüges sowie weiterer wesentlicher Eigenschaften des zwischengelagerten Bodenmaterials während der gesamten Lagerdauer (gesamte Abbauphase von ca. 18-20 Jahren) mit einer entsprechenden mehrjährigen Begrünungseinsaat kultiviert. Darüber hinaus sind während dieser Zeit der Zwischenlagerung einerseits die relevanten Bodeneigenschaften (z.B. Porenvolumen, Bodengefüge, pH-Wert, Humusgehalt, u.a.) in regelmäßigen Abständen (1 x jährlich) im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung zu evaluieren sowie andererseits der Begrünungsbestand hinsichtlich Beschaffenheit (z.B. Artenzusammensetzung, Bedeckungsgrad) und Güte zu überprüfen (vgl. Kapitel 5 und Kapitel 10) und ggf. zu erneuern.

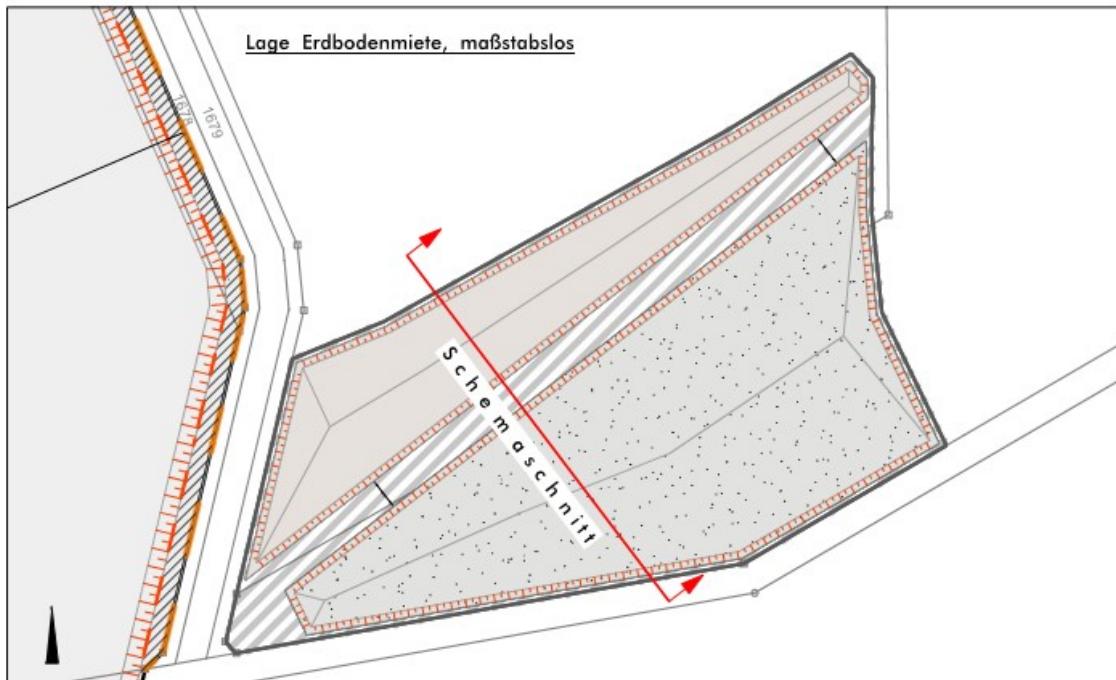
Für die Zwischenlagerung des Bodenmaterials des Oberbodens (A-Horizont, B-Horizont) und des Unterbodens (C-Horizont) sind orientiert an der DIN 19731 (Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial) und Empfehlungen des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) Nordrhein-Westfalen folgende Obergrenzen für die Höhe der Lagermieten im Bereich der seitlichen Schutzwälle und im speziell eingerichteten Erdzwischenlager (Fl. Nr. 2008 und 2008/3) einzuhalten:

- Bodenmaterial Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) → max. Höhe 2 m
- Bodenmaterial Unterboden (C-Horizont) → max. Höhe 3 m

Für die Mietenhöhe für das Bodenmaterial Unterboden (C-Horizont) wurde abweichend von der Empfehlung des LANUV (= max. Höhe 4 m) eine max. Höhe von 3 m festgelegt, um dem Umstand Rechnung zu tragen, die Beeinträchtigung des Bodengefüges durch Auflast nochmals geringer zu halten, da der Boden nach der Rückführung/Verfüllung zeitnah wieder einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden soll.

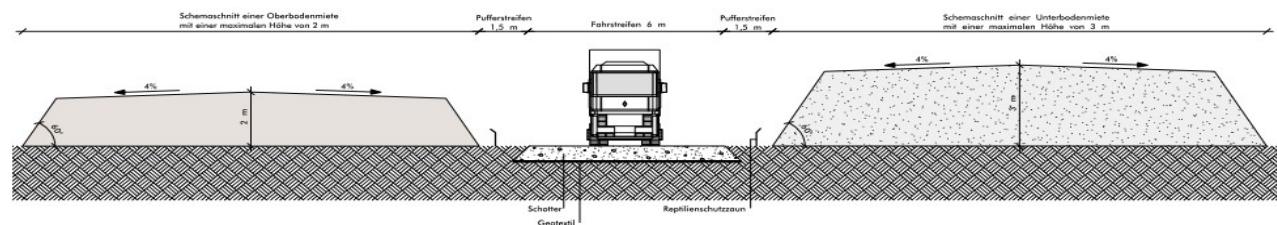
Den schematischen Aufbau der Lagermieten im Querschnitt zeigen die in den Anlagen beigefügten Abbildungen.

Die Grundstücksfläche für das speziell eingerichtete Erdzwischenlager (Fl. Nr. 2008 und 2008/3) wird in zwei Bereiche geteilt (vgl. Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Nutzung der Grundstücksfläche für das speziell eingerichtete Erdzwischenlager (Fl. Nr. 1008 und 2008/3), es handelt sich um eine schematische Darstellung, ggf. könnte auch alles mit Unterboden belegt sein, falls die Oberbodenanteile in den Erdwällen um die Abbau- und Verfüllabschnitte untergebracht werden können, hellblau gestreifter Bereich = geschotterter Fahrstreifen (6 m) auf Geotextil

Es handelt sich um eine schematische Darstellung, ggf. könnte auch alles mit Unterboden belegt sein, falls die Oberbodenanteile in den Erdwällen um die Abbau- und Verfüllabschnitte untergebracht werden können. Die beiden vorgesehenen Lagerbereiche werden getrennt von einem 6m breiten geschotterten Fahrstreifen auf Geotextil, welcher von Südwest nach Nordost verläuft. Abbildung 6 zeigt die räumliche Anordnung des Fahrstreifens und der beiden Lagerbereiche (Lagermieten) für die Lagerung von Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und Unterboden (C-Horizont) im Querschnitt (vgl. hierzu auch Anlagen).



**Abbildung 6:** Räumliche Anordnung des Fahrstreifens und der beiden Lagerbereiche (Lagermieten) für die Lagerung von Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und Unterboden (C-Horizont) im Querschnitt

Vor dem Hintergrund dieser Vorgaben und der örtlichen Flächengestaltung kann das für die Zwischenlagerung des Bodenmaterials der Schluff und Ton geprägten Deckschicht vor Ort zur Verfügung stehende Lagerpotential - als Rechenbeispiel mittels eines 3D Volumenmodells (Programm: Vektorworks 2021) - folgendermaßen beziffert werden:

- Lagerpotential einer seitlichen Erdmiete für Oberboden im Bereich des einzurichtenden 10 m breiten Sicherheitsstreifens um das Abaugebiet:

Größe Abbaubereich	→	2 ha
<u>Größe Verfüllbereich</u>	→	2 ha
Summe	→	Umfang ca. 800 m
Oberbodenmiete, max. 2 m Höhe	→	ca. 9.600 m <sup>3</sup> Lagervolumen

- Lagerpotenzial auf der für das Erdzwischenlager speziell vorgesehenen Fläche

Grundfläche Erdzwischenlager (Fl. Nr. 2008 und 2008/3)	→	ca 1,8 ha
Oberboden, max. 2 m Höhe	→	ca. 8.500 m <sup>3</sup> Lagervolumen
Unterboden, max. 3 m Höhe	→	ca 27.500 m <sup>3</sup> Lagervolumen

Zusammengefasst ist somit im Bereich des Abaugebiets und auf unmittelbar angrenzenden Flächen (Erdzwischenlager, Fl. Nr. 2008 und 2008/3) ein Lagerpotential für die Zwischenlagerung von Bodenmaterial der durch Schluff und Ton geprägten Deckschicht von ca. 40.000 - 45.000 m<sup>3</sup> vorhanden.

Darüber hinaus kann im Bedarfsfall von Seiten der Fa. Glöckle GmbH & Co. KG auf dem unmittelbar an das Abaugebiet angrenzende Betriebsgelände eine weitere Fläche mit einer Größe von ca. 3.600 m<sup>2</sup> für Lagermieten zur Zwischenlagerung von Bodenmaterial bereitgestellt werden. Bei einer angenommenen Lagerhöhe von 3 m für Unterboden können überschlägig rd. 10.000 m<sup>2</sup> an Erdmassen zwischengelagert werden.

## 5. Bodenkundliche Baubegleitung während der Durchführung des Abauvorhabens

Das projektbegleitende Bodenschutzkonzept Bodenfruchtbarkeit sieht vor, dass ein externes Ingenieurbüro mit der Bodenkundliche Baubegleitung beauftragt wird. Aufgabe dieser Bodenkundlichen Baubegleitung ist die Überwachung der Umsetzung der im Plangenehmigungsbeschluss und in den diversen Vertragsbedingungen sowie der Leistungsbeschreibung dargestellten bodenrelevanten Anforder-

ungen und Leistungen.

Im Zuge eines Eröffnungstermins zu Beginn der Abbaumaßnahme werden alle Vorhabensbeteiligten über die wesentlichen Inhalte und Ziele des Bodenschutzes auf der Baustelle informiert, insbesondere hinsichtlich Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen bzgl. der Beeinträchtigung wesentlicher Bodeneigenschaften (z.B. Bodengefüge, Dichte, u.a.) durch den Einsatz von bodenschonenden Maschinen, Transportabläufen, witterungsbedingten Arbeitsbeschränkungen, u. a..

Im Rahmen der Baufeldräumung erfolgt mittels Langstielbagger mit Kettenlaufwerk (Mindestbreite = 750 bis 800 mm) der horizontgerechte Abtrag von Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und Unterboden (C-Horizont). Der Abtransport des Bodenmaterials von der abzuräumenden Abbaufläche erfolgt mit Radfahrzeugen (LKW). Bei der Auswahl der Radfahrzeuge ist darauf zu achten, dass ggf. eine Reifendruckregelung vorhanden ist. Der Kontaktflächendruck sollte  $0,4 \text{ kg/cm}^2$  nicht überschreiten.

Damit der Boden schonend bearbeitet/befahren werden kann, muss er zu einem gewissen Grad abgetrocknet sein. Ein hohes Maschinengewicht und eine geringe Auflagefläche erfordern höhere Saugspannungswerte bzw. einen trockeneren Boden als leichtere Maschinen mit größeren Auflageflächen. Für jede der im Rahmen der Baufeldräumung eingesetzten Maschine (Langstielbagger, LKW) wird von der Bodenkundlichen Baubegleitung vor deren Einsatz die minimale Saugspannung berechnet, ab der ein Einsatz bodenverträglich möglich ist.

Zur Ermittlung der minimal notwendigen Saugspannung für die jeweils eingesetzte Baumaschine dient dabei das Nomogramm in Abbildung 7 (AFU Luzern, Bodenschutz, 2022). Die Maschineneinsatzgrenze (MEG = Saugspannung [cbar]) errechnet sich dabei wie folgt:

$$\text{MEG (Saugspannung [cbar])} = \text{Gesamtgewicht [t]} * \text{Flächenpressung [kg/cm}^2\text{]} \times 1.25$$

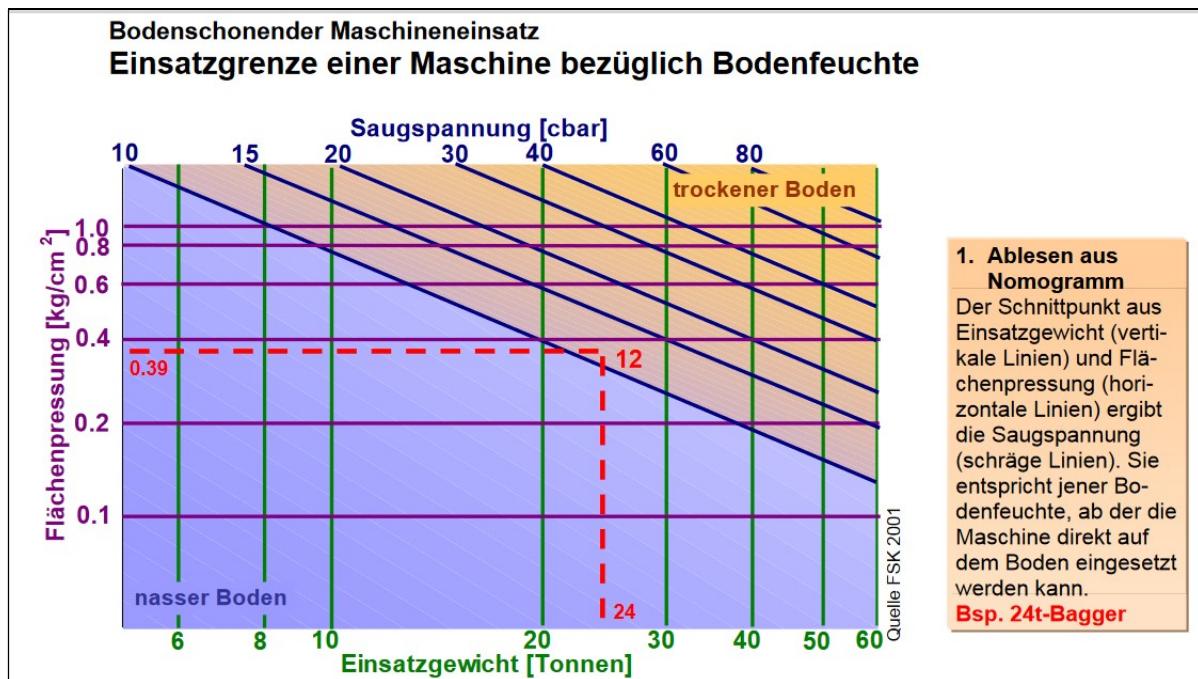


Abbildung 7: Nomogramm zur Ermittlung der Einsatzgrenzen von Maschinen in Abhängigkeit von der Saugspannung (Quelle: AFU Luzern, Bodenschutz, 2022).

Vor Ausführung von Maschinenarbeiten im Rahmen der Baufeldräumung wird jeweils tagesaktuell der Feuchzustand des Bodens in 35 cm Bodentiefe bestimmt und mit der maschinenspezifischen MEG (Saugspannung [cbar]) abgeglichen und so ermittelt, ob ein bodenverträglicher Maschineneinsatz aktuell möglich ist.

Für den Abtransport des Bodenmaterials von der zu räumenden Abbaufläche sind entsprechende temporäre befestigte Baustraßen (Schotter auf Geotextil) einzurichten. Eine detaillierte Planung des Aufbaus und Verlaufs der Transportwege sind von der Bodenkundlichen Baubegleitung für jede Abbaueinheit im Vorfeld der Baufeldräumung zu erstellen.

Weiterhin werden bei dem Eröffnungstermin allen Vorhabensbeteiligten die Entscheidungskompetenzen und Weisungsbefugnisse der Bodenkundlichen Baubegleitung dargelegt. Die Bodenkundliche Baubegleitung wird zu allen vorhabensspezifischen Besprechungsterminen miteinbezogen, an denen bodenbezogene Themen beraten werden.

Während der Durchführung des Abbauvorhabens obliegt dem mit der Bodenkundlichen Baubegleitung beauftragten Ingenieurbüro insbesondere folgende Aufgaben:

- Überwachung des vereinbarten Bodenmanagements und des Einsatzes von bodenschonenden Maschinen.
- Dokumentation der Bodeneigenschaften (Makro-/Mikronährstoffgehalt, Humusgehalt, pH-Wert, u.a.) in den jeweiligen Abbaueinheiten.

Je Abbaueinheit und Bodentyp eine EUF-Bodenuntersuchungen getrennt nach den Bodenhorizonten (A-/B-Horizont und C-Horizont) auf der Basis einer Bohrstockprobenentnahme (Mischprobe über die Fläche der Abbaueinheit gemäß Anleitung EUF-Bodenuntersuchung).

Bestimmung der Wasserretentionskurve (pF-Kurve) nach dem HYPROP-Verfahren auf der Basis von störungsfreien Bodenproben aus dem jeweiligen abzutragenden Bodenhorizont.

Ermittlung der Porengrößenverteilung anhand der pF-Kurve.

- Einschätzung bzw. Beurteilung der Bodenempfindlichkeit unter Berücksichtigung der Witterungseinflüsse (Prüfung der Bearbeitbarkeit und Befahrbarkeit des Bodens auf der Basis des Nomogramms in Abbildung 7)
- Empfehlung von an die Abbauphase und Witterung angepassten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen bzgl. der Beeinträchtigung wesentlicher Bodeneigenschaften.
- Beurteilung der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden vor Durchführung von Maßnahmen von Bodenabtragungen und Verbringung in Bereiche zur Zwischenlagerung.
- Wahrung der Belange des Bodenschutzes bei nicht vorhersehbaren Ereignissen während der Durchführung des Abbauvorhabens.
- Dokumentation der durchgeföhrten Überwachungsmaßnahmen im Verlaufe des Ausbaus, der Zwischenlagerung und des Einbaus der Böden (vgl. Kapitel 10)
- Dokumentation von ggf. auftretenden Bodenschädigungen (z.B. Verdichtungen, Erosionen, Vernässungen, Schadstoffeinträgen) in angemessener schriftlicher und photographischer Form.

Der detaillierte Umfang der Aufgaben und Kompetenzen der Bodenkundlichen Baubegleitung wird im Rahmen der Beauftragung zwischen dem Vorhabensträger und dem mit der Bodenkundlichen Baubegleitung beauftragten Ingenieurbüro im

Detail vertraglich geregelt. Das für die bodenkundliche Baubegleitung noch auszuwählende und zu beauftragende Ingenieurbüro muss dabei Expertise bei der Rekultivierung von Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung, z. B. aus der Rekultivierung von Flächen des Braunkohletagebaus, besitzen. Die Standards der DIN 19369 sind einzuhalten. In der Ausschreibung zur Vergabe der Bodenkundlichen Baubegleitung wird auf diese Vorgaben hingewiesen.

## **6. Ablaufplanung für horizontgerechten Ausbau des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont) und Unterbodens (C-Horizont)**

Das Abbaukonzept sieht vor, dass der nördlichste Teil des Gebiets (BA-A) in der Nähe des bestehenden Kieswerkes zuerst erschlossen wird. Danach erfolgt der sukzessive Gewinnungsprozess je nach Flächenverfügbarkeit auf den weiteren Flurstücken des gesamten Abbaugebiets.

Zu Beginn des Abbauvorhabens informiert das mit der Bodenkundlichen Baubegleitung beauftragte Ingenieurbüro alle Beteiligten des Abbauvorhabens über die wesentlichen Inhalte und Ziele des Bodenschutzes auf der Baustelle. Die Bodenkundliche Baubegleitung legt anhand der mit dem Vorhabensträger vertraglich festgelegten Aufgaben nach entsprechender Prüfung der Bodeneigenschaften und Witterungsbedingungen den Beginn der Baufeldräumung und den detaillierten zeitlichen Ablauf (Chargenplanung) des horizontgerechten Abtrags des Oberbodens (A-Horizont, B-Horizont) und des bindigen Unterbodens (C-Horizont) in der jeweils aktuell für den Abbau vorgesehenen Abbaueinheit (2 ha) fest.

Für die erste Abbaueinheit (2 ha) ist vorgesehen, den im Rahmen der Baufeldräumung abgetragenen Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und bindigen Unterboden (C-Horizont) zum größten Teil zu veräußern, da dieser mit Blick auf die künftigen Rekultivierungsziele in diesem Umfang nicht benötigt wird. Bei den anschließenden Abbaueinheiten wird nach einer von der Bodenkundlichen Baubegleitung festgelegten Chargenplanung und Zuordnung der Lagerbereiche der horizontgerecht abgetragene Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und bindige Unterboden (C-Horizont) in den vorgesehenen Lagerbereichen (seitliche Schutzwallbereiche, speziell eingerichtetes Erdzwischenlager Fl. Nr.2008 und 2008/3) horizontgerecht eingelagert. Das im externen Erdzwischenlager eingelagerte Material verbleibt bis zum horizontgerechten Aufbau der Rekultivierungsschicht der zuletzt zu verfüllenden Abbaueinheiten. Das Material in den Schutzwallbereichen wird im Rahmen der jeweiligen Rekultivierungen wieder mit eingebaut.

Die Zwischenlagerung des Bodenmaterials erfolgt in Form von Bodenmieten (vgl. Kapitel 4). Beim Aufbau der Bodenmieten in den Zwischenlagerbereichen ist strikt

darauf zu achten, dass jegliche vermeidbare Verdichtung des Bodenmaterials unterlassen wird. Das Bodenmaterial ist horizontgerecht und locker aufzusetzen. Dies bedeutet insbesondere, dass die Bodenmieten zu keinem Zeitpunkt mit schweren Maschinen befahren werden. Weiterhin ist gerade bei der vorliegenden Beschaffenheit des einzulagernden Bodenmaterials (stark durch Schluff und Ton geprägt) auch das Andrücken und insbesondere Glätten der Schrägen (Böschungen) der Bodenmieten zu unterlassen.

Mit Beginn der Baufeldräumung bei der dritten Abbaueinheit (2 ha) wird nach einer von der Bodenkundlichen Baubegleitung festgelegten Chargenplanung der horizontgerecht abgetragene Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und der bindige Unterboden (C-Horizont) dann nur noch zwischengelagert, wenn für den Aufbau von Wällen um die aktuelle Abbaueinheit Bodenmaterial benötigt wird, ansonsten wird das Bodenmaterial direkt für den horizontgerechten Aufbau der Rekultivierungsschicht (Oberboden und bindiger Unterboden) im Bereich der inzwischen mit entsprechendem lagerstätteneigenem sowie extern bezogenem unbelasteten Verfüllmaterial (bis Z0) bis zur Oberkante des ursprünglichen Sand- und Kiesvorkommens bereits wieder aufgefüllten ersten Abbaueinheit (2 ha) verwendet.

Abbildung 8 zeigt den geplanten zeitlichen Ablauf zum Abbau-, Verfüll- und Rekultivierungsfortgang inkl. des Flächenbedarfs im Überblick.

Der horizontgerechte Abtrag des Bodenmaterials des Oberbodens (A-Horizont, B-Horizont) und des bindigen Unterbodens (C-Horizont) erfolgt unter Einsatz von Baggerfahrzeugen mit bodenschonendem Fahrwerk. Der Abtransport des Bodenmaterials von der abzuräumenden Abbaufläche erfolgt mit Radfahrzeugen. Bei der Auswahl der Radfahrzeuge ist darauf zu achten, dass ggf. eine Reifendruckregelung vorhanden ist. Für den Abtransport des Bodenmaterials von der zu räumenden Abbaufläche sind entsprechende temporäre befestigte Baustraßen (Schotter auf Geotextil) einzurichten. Eine detaillierte Planung des Aufbaus und Verlaufs der Transportwege sind von der Bodenkundlichen Baubegleitung für jede Abbaueinheit im Vorfeld der Baufeldräumung zu erstellen. Der Transport des Bodenmaterials ab Flurstücksgrenze des Abbaubereichs erfolgt auf den im Abaugebiet vorhandenen befestigten Feld-/Wirtschaftswegen, welche in dem Gesamtkonzept auch als Haupttransportrouten für den späteren Sand- und Kiestransport vorgesehen sind.

Zeitachsen zur Abbaudauer		-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Jahre																													
Rebstoffabgewinnung + Rekultivierung		Abbaujahr																											
		Verfüllung																											
		Rekultivierung																											
		Flächenrückgabe in aktive LW-Nutzung																											
		Erdmiete Unterboden auf Fl. 2008 u. 2008/3																											
		Erdmiete Oberboden auf Fl. 2008																											

Abbildung 8: Zeitlichen Ablauf zum Abbau-, Verfüll- und Rekultivierungsfortgang inkl. des Flächenbedarfs.

## 7. Zeitlicher Ablauf der Zwischenlagerung sowie qualitätserhaltende Maßnahmen bis Wiedereinbau der zwischengelagerten Böden

Ab der Baufeldräumung der zweiten Abbaueinheit (2 ha) bis einschließlich der Baufeldräumung der dritten Abbaueinheit (2 ha) wird das horizontgerecht abzutragende Bodenmaterial des Oberbodens (A-Horizont, B-Horizont) und des bindigen Unterbodens (C-Horizont) in die vorgesehenen Lagerbereiche (seitliche Schutzwallbereiche, speziell eingerichtetes Erdzwischenlager Fl. Nr.2008 und 2008/3) horizontgerecht eingelagert. Das eingelagerte Bodenmaterial (ausgenommen das Bodenmaterial der Schutzwälle) verbleibt dort bis zum horizontgerechten Aufbau der Rekultivierungsschichten (Oberboden und bindiger Unterboden) der drei zuletzt zu verfüllenden Abbaueinheiten (2 ha) – ca. 18 bis 20 Jahre.

Für die Zeit der Zwischenlagerung des eingelagerten Bodenmaterials sind bis zum Wiedereinbau qualitätserhaltende Maßnahmen vorzusehen, um die wesentlichen Eigenschaften des Bodenmaterials zu erhalten bzw. zu fördern. Dabei sind insbesondere folgende Bodenparameter zu berücksichtigen und sowohl vor der Einlagerung als auch während der Zwischenlagerung zu überprüfen und zu dokumentieren:

- Humusgehalt
- pH-Wert
- Makro- und Mikronährelementgehalt, Schwermetallgehalt
- Bodenstruktur und –gefüge
- pF-Kurve
- Gesamtporenvolumen (GPV)
- Porengrößenverteilung
- Feldkapazität (FK)
- Nutzbare Feldkapazität (nFK)
- Gesättigte Wasserleitfähigkeit (Kf)

Die Überprüfung und Dokumentation der genannten Bodenparameter während der Zwischenlagerung erfolgt einmal jährlich. Je Bodenmiete sind 4 Einzelproben (2 Proben in 2 Tiefen [0,5 m und 1,0 m] vorgesehen.

Wie in Kapitel 4 beschrieben erfolgt die Zwischenlagerung des Bodenmaterials in Form von Bodenmieten. Zur Erhaltung und Förderung der bei der Einlagerung dokumentierten Bodeneigenschaften sind die Bodenmieten mit einer entsprechenden Begrünung auszustatten. Dies sollte aufgrund der langen Lagerdauer des Bodenmaterials durch gezielte Einsaat von standortgeeigneten Begrünungspflanzen erfolgen. Die detaillierte Auswahl der Begrünungsmischung wird von der Bodenkundlichen Baubegleitung zu Beginn der Einlagerung von Bodenmaterial in die vorgesehenen Zwischenlager (seitliche Schutzwallbereiche, speziell eingerichtetes Erdzwischenlager Fl. Nr.2008 und 2008/3) auf der Basis der dokumentierten Bodeneigenschaften (z. B. pH-Wert, Makro- und Mikronährelementgehalt, Humusgehalt, u. a.) endgültig getroffen.

Folgende mehrjährigen und insbesondere auch perennierende Pflanzenarten mit besonderer Eignung für eine langjährige Mietenbegrünung, Lockerung und Strukturverbesserung sind dabei als Bestandteil der Begrünungsmischung vornehmlich zu berücksichtigen:

- Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*)
- Luzerne (*Medicago sativa*)
- Gelber Steinklee (*Melilotus officinalis*)
- Weißer Steinklee (*Melilotus albus*)
- Esparsette (*Onobrychis viciifolia*)
- Gemeine Wegwarte (*Cichorium intybus*)

Weiterhin eignen sich folgende einjährigen Kräuter- und Nicht-Leguminosen-Pflanzenarten ebenfalls als Komponenten einer Begrünungsmischung für eine Mietenbegrünung, Lockerung und Strukturverbesserung:

- Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*)
- Wilde Möhre (*Daucus carota*)
- Leindotter (*Camelina sativa*)
- Rübsen (*Brassica rapa*)
- Wilde Malve (*Malva sylvestris*)

Und folgende mehrjährige Gräser eignen sich ebenfalls als Komponenten einer langjährigen Begrünungsmischung für eine Mietenbegrünung, Lockerung und Strukturverbesserung:

- Rohrschwingel (*Festuca arundinaceae*)
- Schafschwingel (*Festuca ovina*)
- Rotschwingel (*Festuca rubra*)
- Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*)

Der Anteil an Gräsern und der Anteil krautiger Pflanzenarten in der Saatgutmischung der Begrünungseinsaat für die Bodenmieten-Begrünung sollte jeweils 50% betragen. Bei den krautigen Pflanzenarten sollte mindestens 25% mehrjährige bzw. perennierende Pflanzenarten sein. Der Anteil an Leguminosen (z.B. Hornschotenklee, Luzerne, Gelber Steinklee, Weißer Steinklee, Esparsette) an der Saatgutmischung sollte ebenfalls ca. 25% betragen.

Von unterschiedlichen Saatguthändlern werden für den landwirtschaftlichen Dauerkulturbereich (Weinbau, Obstbau, Hopfenanbau) fertig zusammengestellte Saatgutmischungen für mehrjährige Brache-Einsaaten angeboten. Gegebenenfalls kann auch auf eine solche fertig zusammengestellte Saatgutmischung für eine mehrjährige Brache zurückgegriffen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die genannten Pflanzenarten mit einem entsprechenden Anteil in der Saatgutmischung vertreten sind.

Nachdem das zwischengelagerte Bodenmaterial ca. 18-20 Jahre in dem Lagerbereich verbleibt, ist mit Blick auf die Strukturerhaltung/-verbesserung und die zeitnahe Rücküberführung in landwirtschaftliche Nutzung eine Erneuerung der Begrünungseinsaat der Bodenmieten nach einem Zeitraum von 5 bis 8 Jahren notwendig. Die dabei notwendigen Bodenbearbeitungsmaßnahmen zur Saatbettvorbereitung und Einsaat sind mit entsprechend leichten Maschinen (z.B. Weinbergs-Raupenschlepper) durchzuführen.

## **8. Ablaufplanung für den horizontgerechten Einbau des Unterbodens (C-Horizont) und des Oberbodens (A-Horizont / B-Horizont)**

Das Abbaukonzept sieht einen im Norden (BA-A) beginnenden, sukzessiven Abbau in 2 ha großen Abbaueinheiten vor. Der Abbau erfolgt dabei nach dem Prinzip der „wandernden Grube“ mit parallel nachlaufender Verfüllung der ausgebeuteten Abbaueinheiten. Mit Beginn der Sand- und Kiesgewinnung in der zweiten Abbaueinheit (2 ha) im zweiten Abbaujahr wird mit der Verfüllung mit lagerstätteneigenen Anteilen sowie externem Material (Z0) der ersten Abbaueinheit (2 ha) aus dem ersten Abbaujahr begonnen. Während des gesamten Gewinnungsprozesses von Sand und Kies wird ab dem dritten Abbaujahr eine offene Abbaufäche von

ca. 6 ha nicht überschritten.

Die Verfüllung erfolgt dabei nach den fachlichen Vorgaben zur Wiederverfüllung (gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen / Eckpunktepapier).

Bei der Verfüllung wird zunächst das durch den Sand- und Kiesabbau abgeführte Volumen mit entsprechendem lagerstätteneigenem sowie extern bezogenem unbelasteten Verfüllmaterial (bis Z0) bis zur Oberkante des ursprünglichen Sand- und Kiesvorkommens verfüllt. Dadurch wird die Anbindung des Grundwassers an die oberen Bodenschichten (bindiger Unterboden und Oberboden) gewährleistet. Bei der Verfüllung des durch den Sand- und Kiesabbau abtransportierten Volumens ist einerseits auf Porenkontinuität zu achten, damit eine horizontale Wasserbewegung erfolgen kann und andererseits dürfen bei der Verfüllung in diesem Bereich keine Hohlräume entstehen, in welche der darüber aufgetragene bindige Unter- und Oberboden einsickern könnte. Bezuglich dem detaillierten Ablauf und der verwendeten Technik bei der Verfüllung des durch den Sand- und Kiesabbau abtransportierten Volumens wird auf das Hydrogeologische Gutachten verwiesen.

Im Anschluss an die Verfüllung des durch den Sand- und Kiesabbau abtransportierten Volumens wird dann das im Zuge der Baufeldräumungen ab der dritten Abbaueinheit (2 ha) horizontgerecht abzutragendes Bodenmaterial der aus Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) und bindigem Unterboden (C-Horizont) bestehenden Deckschicht sowie den zwischengelagerten Erdmieten im Bereich der Sicherheitsstreifen direkt für den horizontgerechten Wiederaufbau einer Rekultivierungsschicht aus Unterboden (C-Horizont) und Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) bis zur ursprünglichen Geländeoberkante auf die Verfüllfläche aufgebracht. Der Einbau des Unter- und Oberbodens erfolgt streifenweise in möglichst einem Arbeitsgang (ohne zwischenzeitliches Befahren) mit einem Langstielbagger mit Kettenlaufwerk (Mindestbreite = 750 bis 800 mm) oder einer Raupe mit Kettenlaufwerk (Mindestbreite = 750 bis 800 mm) mit Blick auf möglichst geringen Bodendruck und Durchführung bei trockenen Arbeitsbedingungen. Der Wiedereinbau hat so zu erfolgen, dass schädliche Verdichtungen vermieden werden und das eingebaute Bodenmaterial ungehindert durchwurzelbar ist. Angestrebt wird eine Lagerungsdichte des Bodens  $\leq 1,5 \text{ kg/dm}^3$  und ein Grobporenvolumen  $> 10\%$ . Weiterhin ist auf Porenkontinuität zu achten, so dass eine vertikale und horizontale Wasserbewegung erfolgen kann. Für die Zulieferung des Bodenmaterials sind entsprechende temporäre befestigte Baustraßen (Schotter auf Geotextil) einzurichten. Eine detaillierte Planung des Aufbaus und Verlaufs der Transportwege sind von der Bodenkundlichen Baubegleitung für jede zu verfüllende Abbaueinheit im Vorfeld der Verfüllung zu erstellen. Der Einbau des Bodenmaterials kann erst nach der von der Bodenkundlichen Baubegleitung erteilten Freigabe des einzubauenden Bodenmaterials erfolgen und der Einbau ist von der

Bodenkundlichen Baubegleitung entsprechend schriftlich und photographisch zu dokumentieren.

Nach Beendigung des Aufbaus der Rekultivierungsschicht aus Unterboden (C-Horizont) und Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) wird die verfüllte Fläche mit geeigneten Maßnahmen zur Aktivierung des Bodenlebens für die Überführung in eine landwirtschaftliche Nutzung der Fläche vorbereitet (vgl. Kapitel 9).

## **9. Maßnahmen zur Aktivierung d. Bodenlebens nach Wiedereinbau der Böden**

Nach der Sand- und Kiesgewinnung und der abgeschlossenen Wiederverfüllung der Abbaufächen sollen diese zu einem großen Anteil wieder in eine landwirtschaftliche Nutzung überführt werden.

Doch auch wenn alle Bodenarbeiten im Sinn des Bodenschutzes gewissenhaft durchgeführt worden sind, ist das Bodengefüge durch Befahrung, Umlagerung und andere Einflussfaktoren in der Regel ggf. beeinträchtigt oder zumindest sehr instabil. Deshalb sind vor der Überführung in eine landwirtschaftliche Nutzung zunächst noch Maßnahmen zur biologischen Aktivierung und zum Aufbau und Stabilisierung entsprechender Bodengefüge durchzuführen. Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf den Zustand des Unterbodens zu legen, da der Unterboden nach entsprechendem Einbau des Bodens sich nur bedingt eigenständig regeneriert.

Im Rahmen des projektbegleitenden Bodenschutzkonzepts Bodenfruchtbarkeit ist deshalb vor der Überführung der wiederverfüllten Abbaufächen in eine landwirtschaftliche Nutzung eine geführte Brachezeit mit tiefwurzelnden Pflanzenarten vorgesehen. Die Dauer der Brachezeit wird dabei abhängig davon, wie schnell die betroffenen örtlichen landwirtschaftlichen Betriebe ihre Flächen wieder in Nutzung nehmen wollen flächenspezifisch festgelegt. Die Mindestbrachezeit vor Überführung in landwirtschaftliche Folgenutzung ist 5 Jahre.

Nach Aufbau der Rekultivierungsschicht aus Unterboden (C-Horizont) und Oberboden (A-Horizont, B-Horizont) erfolgt eine entsprechende Saatbettbereitung und Einsaat einer Brachemischung. Bei der Auswahl der für die Brachemischung verwendeten Pflanzenarten ist darauf zu achten, dass vor allen Dingen perennierend krautige Pflanzenarten Verwendung finden.

Folgende mehrjährige und insbesondere auch perennierende Pflanzenarten sind dabei als Bestandteil der Begrünungsmischung vornehmlich zu berücksichtigen:

- Gelber Steinklee (*Melilotus officinalis*)
- Weißer Steinklee (*Melilotus albus*)
- Esparsette (*Onobrychis viciifolia*)

- Gemeine Wegwarte (*Cichorium intybus*)

Darüber hinaus sollten aber auch Pflanzenarten mit einem hohen NährELEMENTaneignungsvermögen bzw. NährELEMENTaufschlussvermögen Verwendung finden, wie z.B. Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), Roggen (*Secale cereale*) oder Buchweizen (*Fagopyrum*), sowie auch Leguminosen wie Zottelwicke (*Vicia villosa*), Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum*).

Die Brache-Begrünung wird nach entsprechendem Aufwuchs und Abreifung einmal jährlich gemulcht. Das Mulchmaterial verbleibt auf der Fläche und trägt somit zum Humusaufbau bei.

Im Verlauf der Brachezeit wird die Entwicklung des Bodenzustands anhand von Bodenanalysen im dreijährigen Turnus überprüft. Folgende Bodenparameter werden dabei berücksichtigt:

- Humusgehalt
- pH-Wert
- Makro- und MikronährELEMENTgehalt, Schwermetallgehalt
- Bodenstruktur und –gefüge
- pF-Kurve
- Gesamtporenvolumen (GPV)
- Porengrößenverteilung
- Feldkapazität (FK)
- Nutzbare Feldkapazität (nFK)
- Gesättigte Wasserleitfähigkeit (Kf)

Je nach Bestandsentwicklung werden ggf. notwendige unterstützende Maßnahmen (z.B. Humuszufuhr über organische Düngung, Nachsaat, etc.) durchgeführt. Neben der bodenbiologischen Stabilisierung des Bodengefüges ist ebenso auf günstige bodenchemische Verhältnisse bis in mind. 1 m Tiefe zu achten und eine Kalziumsättigung von ca. 80 % wird angestrebt.

Sowohl die im Detail notwendigen Bodenbearbeitungsmaßnahmen vor der Einsaat als auch die Einsaat und alle Folgearbeiten werden von der Bodenkundlichen Baubegleitung im Vorfeld der Maßnahmen zeitnah geplant und die Ausführung der Maßnahmen entsprechend überprüft sowie schriftlich und photographisch dokumentiert.

## **10. Überwachungsmaßnahmen im Verlaufe des Ausbaus, der Zwischenlagerung und des Einbaus der Böden**

Das projektbegleitende Bodenschutzkonzept Bodenfruchtbarkeit sieht vor, dass ein externes Ingenieurbüro mit der Bodenkundlichen Baubegleitung beauftragt wird. Wesentliche Aufgabe dieser Bodenkundlichen Baubegleitung ist die Überwachung der Umsetzung der im Plangenehmigungsbeschluss und in den diversen Vertragsbedingungen sowie der Leistungsbeschreibung dargestellten bodenrelevanten Anforderungen und Leistungen. Die Bodenkundliche Baubegleitung wird zu allen vorhabenspezifischen Besprechungsterminen miteinbezogen, an denen bodenbezogene Themen beraten werden.

Im Verlaufe des Ausbaus, der Zwischenlagerung und des Einbaus der Böden sind von der Bodenkundlichen Baubegleitung insbesondere folgende Überwachungsmaßnahmen zu planen, auszuführen und entsprechend zu dokumentieren:

- Prüfung der Bodeneigenschaften und Witterungsbedingungen vor Beginn der Baufeldräumung in den jeweils vorgesehenen 2 ha großen Abbaubereichen.
- Ausarbeitung eines detaillierten zeitlichen Ablaufs (Chargenplanung) für den horizontgerechten Bodenabtrag im Rahmen der Baufeldräumung auf der Basis der Prüfergebnisse der Bodeneigenschaften und Witterungsbedingungen, inklusive einer Dokumentation.
- Prüfung des Aufbaus der vorgesehenen temporären befestigten Baustraßen (Schotter auf Geotextil) in den jeweiligen Abbaueinheiten im Rahmen eines Ortstermins.
- Ortstermine zur Freigabe der horizontgerechten Abtragung der durch Schluff und Ton geprägten Deckschichten in den jeweiligen Abbaueinheiten (2 ha).
- Chargengenaue Planung und Dokumentation der Beschickung der in dem Abbauvorhaben vorgesehenen Lagerbereiche für die Zwischenlagerung von Bodenmaterial.
- Prüfung und Dokumentation relevanter Eigenschaften des Bodenmaterials der Bodenmieten in den Lagerbereichen nach entsprechendem Abschluss der Einlagerung. Zu berücksichtigende Bodenparameter: Humusgehalt, pH-Wert, Makro- und Mikronährstoffgehalt, Schwermetallgehalt Bodenstruktur und -gefüge, pF-Kurve, Gesamtporenvolumen (GPV), Porengrößenverteilung, Feldkapazität (FK), Nutzbare Feldkapazität (nFK), Gesättigte Wasserleitfähigkeit (Kf). Wiederholungsprüfung im fünfjährigen

Turnus.

- Planung und Durchführung von Ortsterminen zur Überprüfung der Aufbaumaße der Bodenmieten in den Lagerbereichen zur Zwischenlagerung von Bodenmaterial. (entsprechende schriftliche und photographische Dokumentation)
- Planung und Auswahl der endgültigen Begrünungsmischung für die Begrünungseinsaat der Bodenmieten der Zwischenlager.
- Prüfung des Pflanzenbestands der Begrünung der Bodenmieten in den Zwischenlagern (Ortstermin zweimal jährlich)
- Planung und Beauftragung von durchzuführenden Pflegemaßnahmen (Mulchen, ggf. Nachsaat) bzgl. des Pflanzenbestand der Begrünung der Bodenmieten.
- Ausarbeitung eines detaillierten zeitlichen Ablaufs (Chargenplanung) für den horizontgerechten Einbau von Bodenmaterial im Rahmen der Wiederverfüllung von Abbaueinheiten (2 ha) mit Bodenmaterial aus laufender Baufeldräumung (gem. dem Prinzip „wandernde Baugrube“) auf der Basis der Prüfergebnisse der Bodeneigenschaften und Witterungsbedingungen, inklusive einer Dokumentation.
- Planung und Durchführung von Ortsterminen zur Prüfung der Einhaltung der Verfüllhöhe bei der Einbringung von lagerstätteneigenem sowie extern bezogenem unbelasteten Verfüllmaterial (Z0) bei der Verfüllung der jeweiligen Abbaueinheiten vor Aufbringung der Rekultivierungsschicht aus Unterboden (C-Horizont) und Oberboden (A-Horizont, B-Horizont). (entsprechende schriftliche und photographische Dokumentation)
- Prüfung und Abnahme der durchgeführten Arbeiten zum Einbau der Rekultivierungsschicht in den wiederverfüllten Abaubereichen mit schriftlicher und photographischer Dokumentation.
- Planung und Auswahl der endgültigen Einsaattmischung für die Begrünungseinsaat auf den Rekultivierungsflächen.
- Prüfung und Abnahme der beauftragten und durchgeführten Maßnahmen Tätigkeiten zur Aktivierung d. Bodenlebens nach Wiedereinbau der Böden.

- Planung und Durchführung der Schlussabnahme bzgl. aller bodenrelevanter Anforderungen und Leistungen.

Im Rahmen der Beauftragung zur Bodenkundlichen Baubegleitung wird zwischen dem Vorhabensträger und dem beauftragten Ingenieurbüro auf der Basis des projektbegleitenden Bodenschutzkonzepts Bodenfruchtbarkeit in einer entsprechenden schriftlichen Vereinbarung ein detailliertes Leistungsverzeichnis für die Bodenkundlichen Baubegleitung gemeinsam festgelegt. Dabei werden auch explizit die Entscheidungskompetenzen und Weisungsbefugnisse der Bodenkundlichen Baubegleitung im Detail geregelt.



Sulzfeld am Main, 26.04.2022

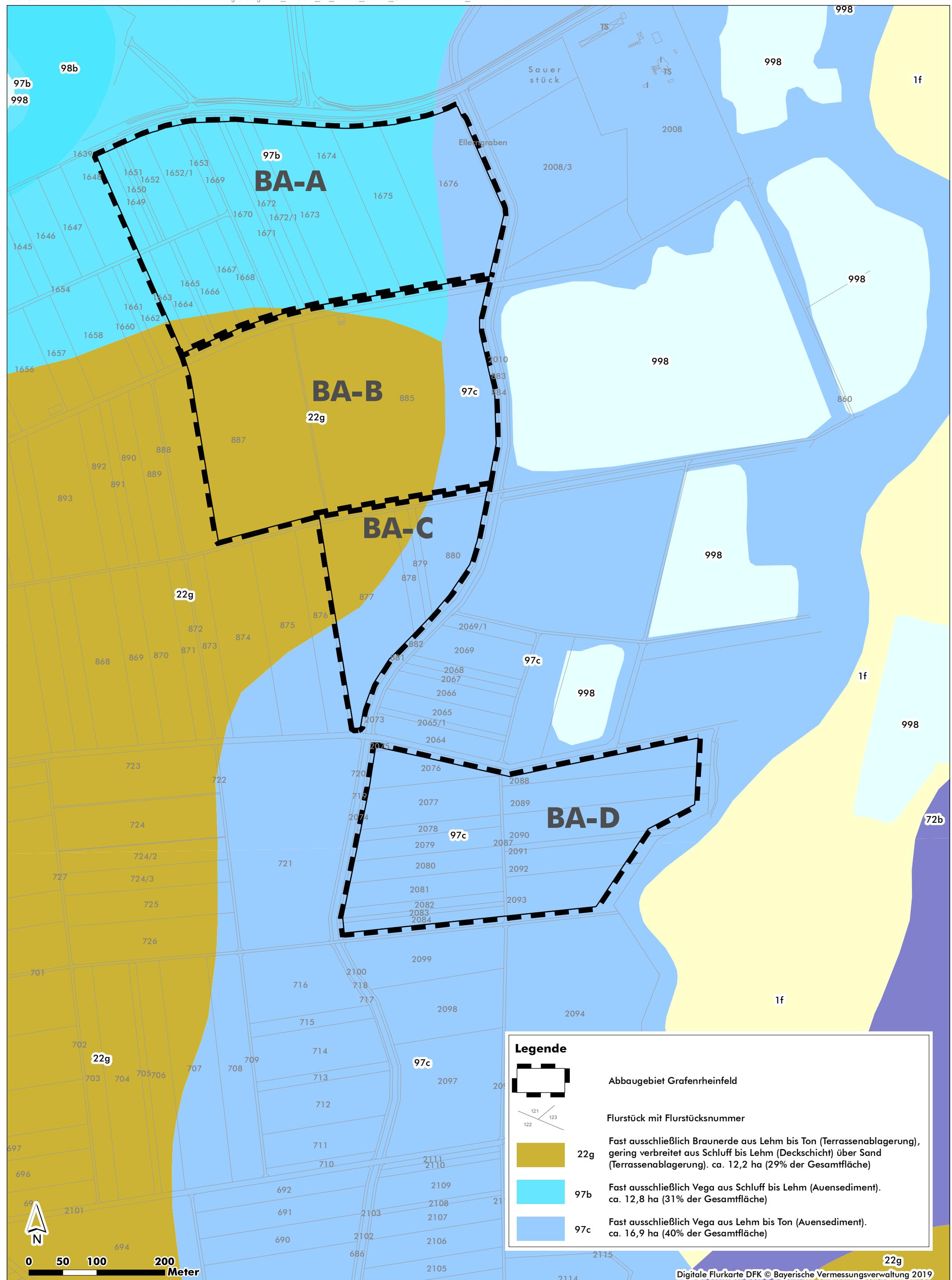
---

Dr. Wolfgang Patzwahl

Literatur:

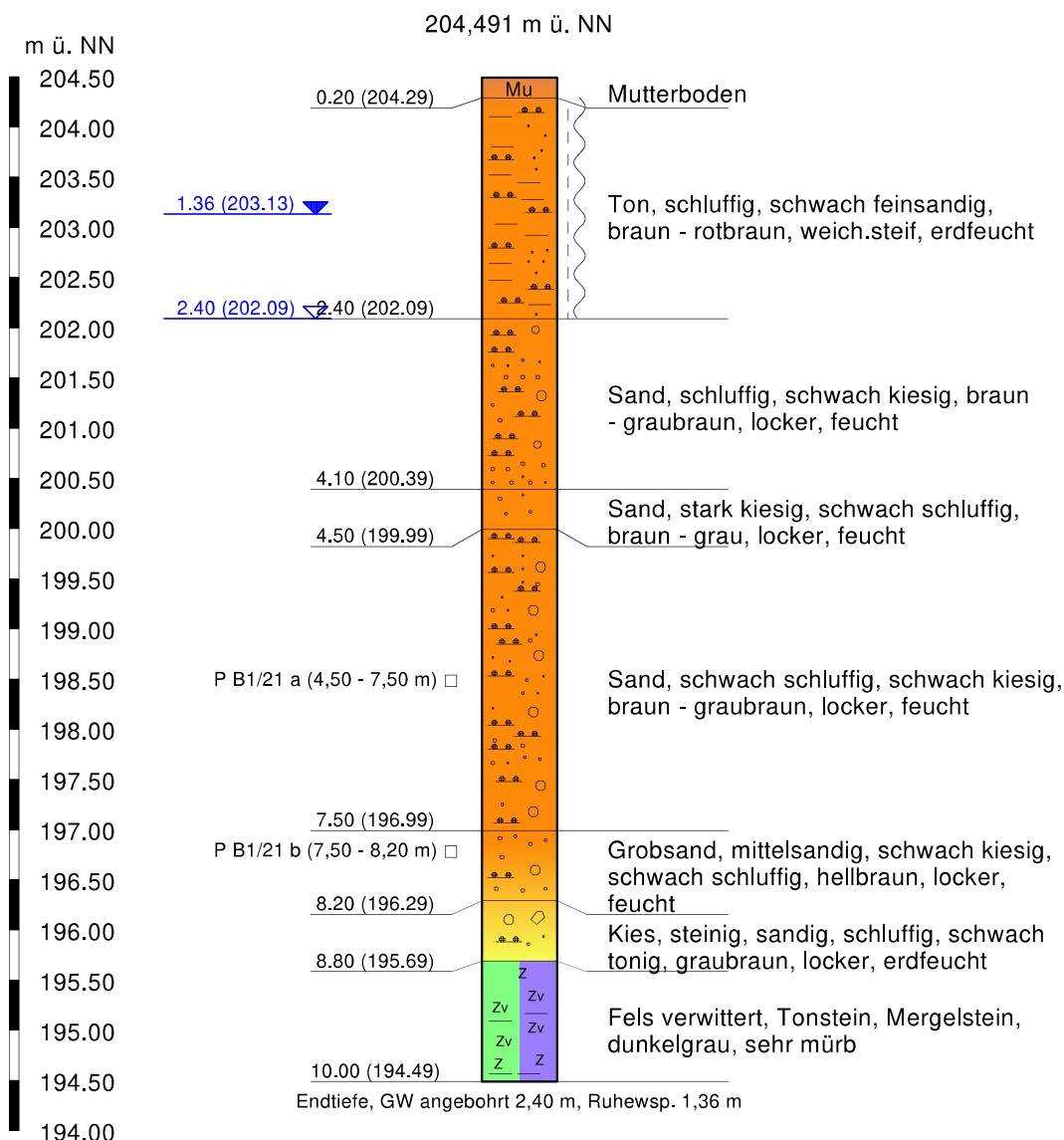
- [1] Piewack & Partner GmbH (2021): Hydrogeologisches Gutachten für das geplante Sand- und Kiesabbaugebiet östlich von Grafenrheinfeld, Auftraggeber: Glöcke GmbH & Co. KG Besitzgesellschaft Schweinfurt, Vorabzug, 02.09.2021
- [2] arc.grün | landschaftsarchitekten.stadtplaner.gmbh (2021): Flächen zur Gewinnung von Sand- und Kies - östlich von Grafenrheinfeld, Unterlage A – Erläuterung gem. §5 WPBV, Vorabzug, 29.10.2021
- [3] Bayerische Staatsregierung / Geoportal Bayern (2021): Übersichtsbodenkarte Bayern 1:25.000, <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=umwe&bgLa...>
- [4] Scheffer/Schachtschabel (2010): Lehrbuch der Bodenkunde, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 16. Auflage, ISBN 978-3-662-49959-7
- [5] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.] (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung5. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, ISBN 978-3-510-95920-4
- [6] Lange, F.-M.; Mohr, H.; Lehmann, A.; Haaf, J.; Stahr, K. (2017): Bodenmanagement in der Praxis, Springer Fachmedien Wiesbaden, ISBN 978-3-658-10058-2
- [7] Bundesverband Boden (2013): Bodenkundliche Baubegleitung BBB, Leitfaden für die Praxis, BVB-Merkblatt Band 2, Erich Schmidt Verlag, Berlin, ISBN 978-3-503-15436-4
- [8] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2020): Einführung des fortgeschriebenen Leitfadens für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen
- [9] Schindler U. (1980): Ein Schnellverfahren zur Messung der Wasserleitfähigkeit im teilgesättigten Bo-den an Stechzylinderproben, Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd., 24, S. 1-7
- [10] UMS GmbH München (2015): Bedienungsanleitung HYPROP, Version 2015-01, 96 pp. UMS GmbH, Gmunder Straße 37, 81379 München.  
URL [http://ums-muc.de/static/Manual\\_HYPROP.pdf](http://ums-muc.de/static/Manual_HYPROP.pdf)
- [11] AFU Luzern, Bodenschutz (2022): Berechnung der Maschineneinsatzgrenze, Ermittlung der minimalen Saugspannung für bodenschonendes Arbeiten,  
[https://uwe.lu.ch/themen/Bodenschutz/Bodenzustand/bodenfeuchte\\_messnetz\\_kanton\\_luzern/maschineneinsatzgrenze](https://uwe.lu.ch/themen/Bodenschutz/Bodenzustand/bodenfeuchte_messnetz_kanton_luzern/maschineneinsatzgrenze)
- [12] DIN 19731: Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial

**Anlage 1:**



**Anlage 2:**

## B 1/21



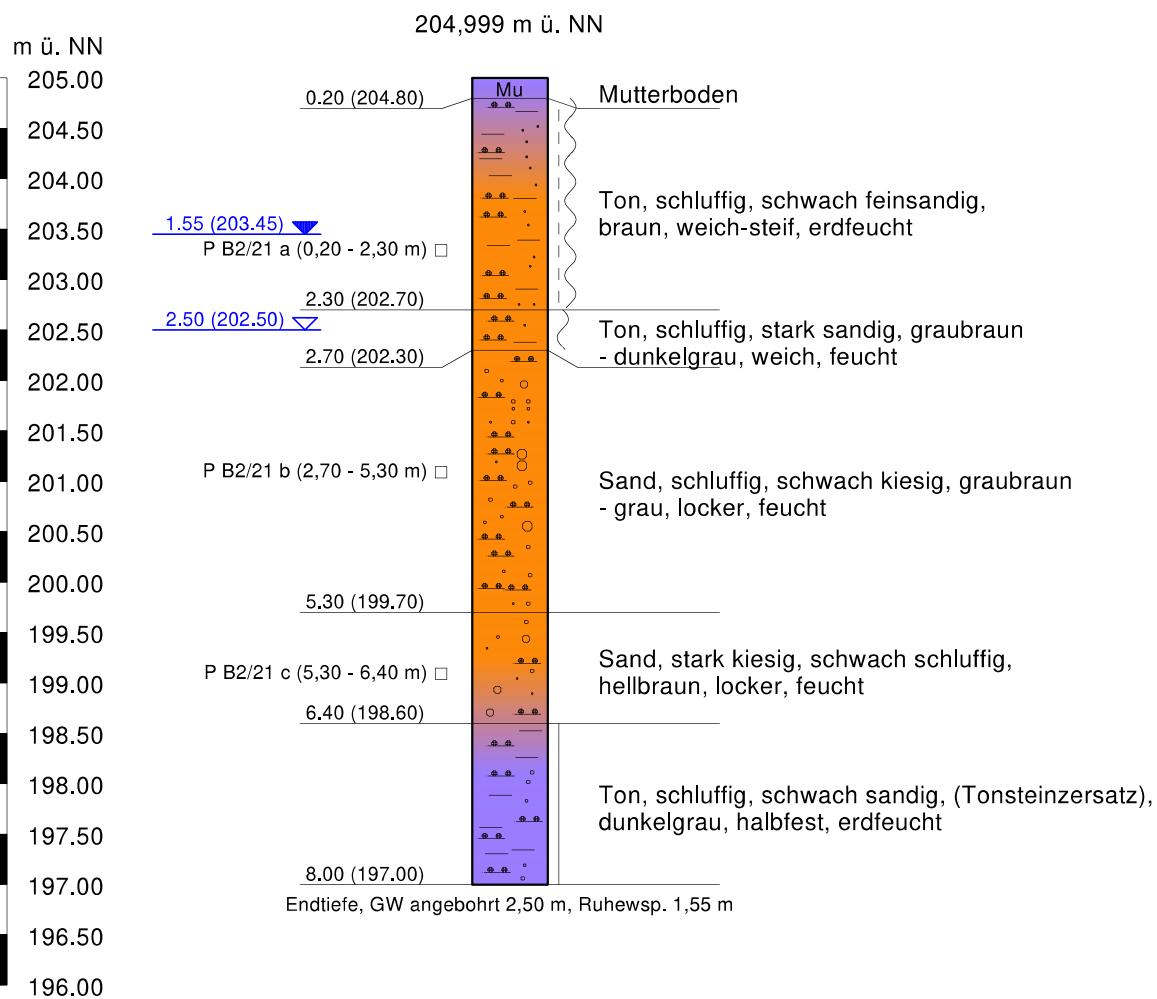
**Grafenrheinfeld, Firma Glöckle**  
**Hydrogeologisches Gutachten**

**Bohrung (32U 058667,5; 5539146, 1**

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
  
 Jean-Paul-Straße 30  
 95444 Bayreuth  
 Tel.: 0921-5070360  
 Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.1.1	
Datum: 01.03.2021	
Projektnummer: 18245	
Maßstab vert.: 1:75	
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich	

## B 2/21



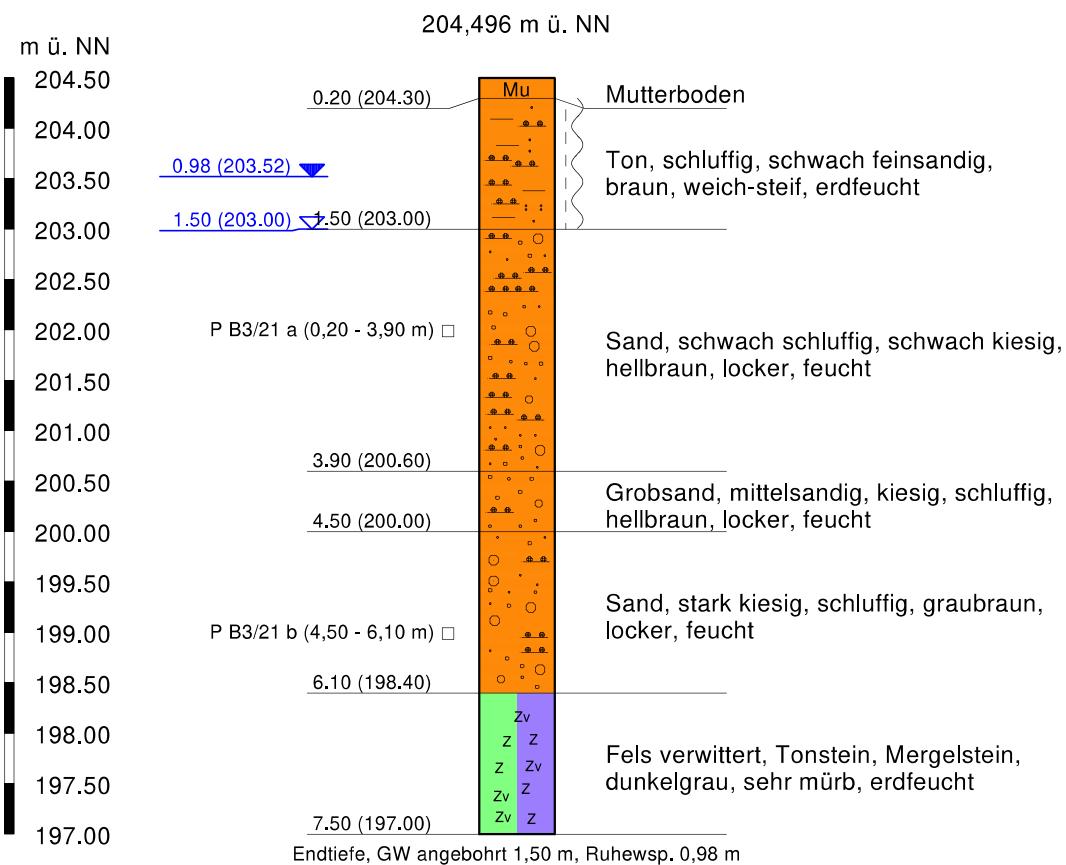
**Grafenrheinfeld, Firma Glöckle  
Hydrogeologisches Gutachten**

**Bohrung (32U 0586877,4; 5540135,2**

**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
  
 Jean-Paul-Straße 30  
 95444 Bayreuth  
 Tel.: 0921-5070360  
 Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.1.2	
Datum: 02.03.2021	
Projektnummer: 18245	
Maßstab vert.: 1:75	
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich	

## B 3/21



**Grafenrheinfeld, Firma Glöckle**  
**Hydrogeologisches Gutachten**

**Bohrung (32U 0587320,4; 5539241,3**

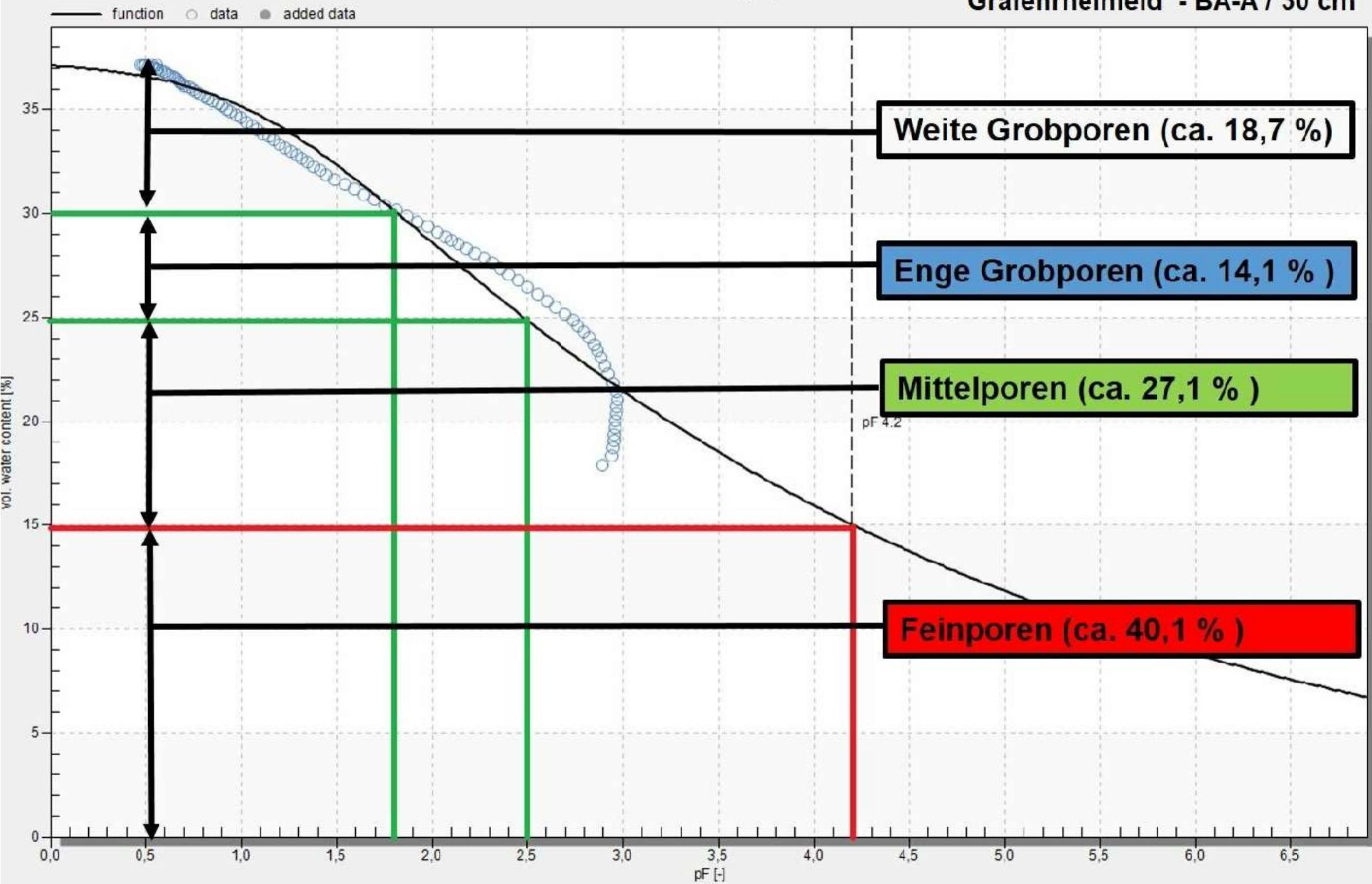
Piewak & Partner GmbH  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
  
 Jean-Paul-Straße 30  
 95444 Bayreuth  
 Tel.: 0921-5070360  
 Fax: 0921-50703610

Anlage: 4.1.3
Datum: 03.03.2021
Projektnummer: 18245
Maßstab vert.: 1:75
Maßstab horiz.: nicht maßstäblich

**Anlage 3:**

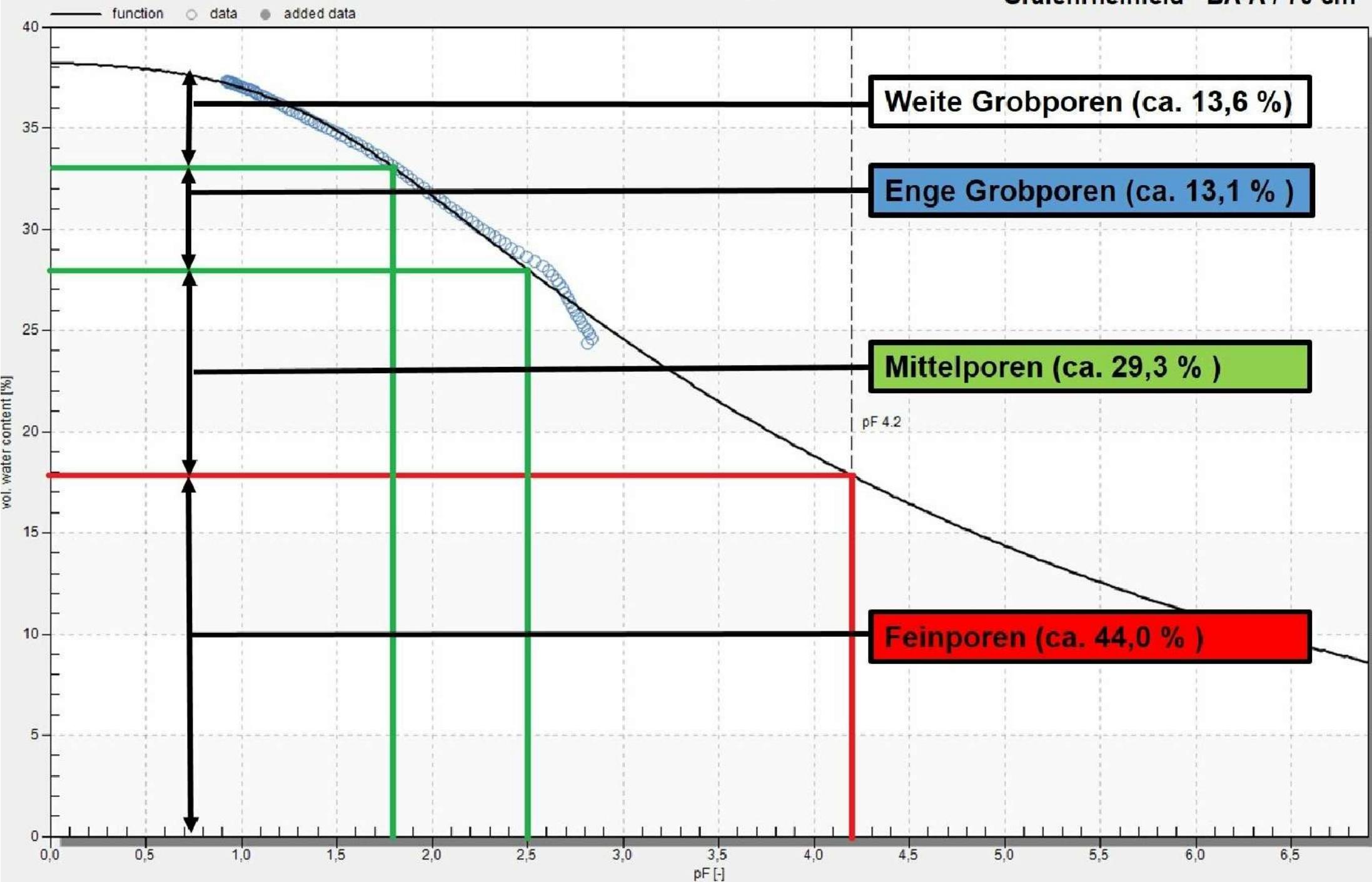
Retention  $\Theta$ (pF)

Grafenrheinfeld - BA-A / 30 cm



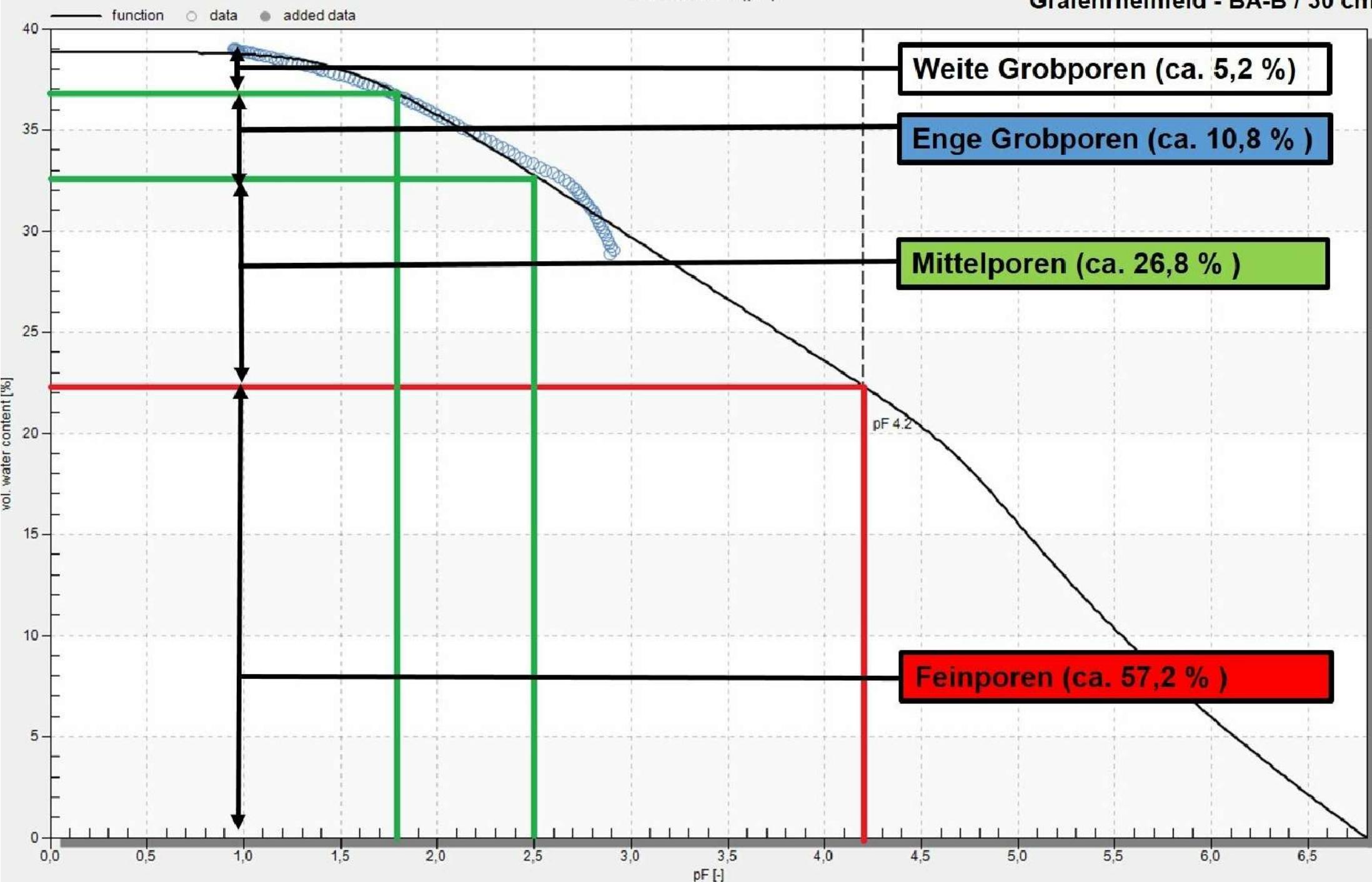
Retention  $\Theta$ (pF)

Grafenrheinfeld - BA-A / 70 cm



Retention  $\Theta(pF)$ 

Grafenrheinfeld - BA-B / 30 cm



Retention  $\Theta(pF)$ 

Grafenrheinfeld - BA-B / 70 cm

