



Photovoltaik-Freiflächenanlage Eisenbach

iAccess Energy GmbH

Kontakt



Fichtner Water &
Transportation GmbH
Sarweystraße 3
79191 Stuttgart

www.fwt.fichtner.de

Standort Freiburg

+49 (761) 88505-0
freiburg@fwt.fichtner.de

Fichtner Water & Transportation GmbH
Linnéstraße 5
79110 Freiburg

Freigabevermerk

	Name	Funktion	Datum	Unterschrift
Erstellt:	Zügel	Projektingenieur	02.09.2025	
Geprüft / freigegeben:	Steffens	Projektleitung / Zertifizierte Bodenkundliche Baubegleitung	02.09.2025	

Revisionsverzeichnis

Rev.	Datum	Erstellt	Änderungsstand	Dateiname
0	02.09.2025	Zügel	-	BSK_PV_Eisenbach_250828.docx

Disclaimer

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber von Fichtner und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Fichtner haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	8
2	Standortsituation	9
2.1	Geo- und hydrogeologischer Überblick	9
2.2	Auswertung Bodenkarte 1:50.000 und Bodenschätzung	9
2.3	Ortsbegehung mit stichprobenhafter bodenkundlicher Aufnahme	11
2.4	Verdichtungsempfindlichkeit	12
2.5	Bodenbewertung	13
3	Vorhabenbeschreibung	15
3.1	Technische Beschreibung und Ablauf	15
3.2	Bodenrelevante Projektwirkungen	18
3.2.1	Bodenverdichtung	18
3.2.2	Durchmischung	18
3.2.3	Stoffliche Beeinträchtigungen	19
3.2.4	Versiegelung	19
3.2.5	Erosion	20
3.2.6	Bewertung der bodenrelevanten Projektwirkungen	20
4	Bodenschutzmaßnahmen	21
4.1	Minimale Flächeninanspruchnahme	21
4.2	Information der Beteiligten	21
4.3	Horizontweiser Aushub und Lagerung	21
4.4	Berücksichtigung des maximalen Kontaktflächendrucks	22
4.5	Vermeidung stofflicher Einträge	25
4.6	Vermeidung von Erosion	25
4.7	Nachsorgende Bodenschutzmaßnahmen	26
5	Schlussbemerkung	27

Tabellen

Tabelle 1: Bodentypen des Planungsgebiets und deren Schutzbedürftigkeit nach Bodenschutz 23 [9].....	10
Tabelle 2: Auswertung der Bodentypen nach BK 50 und ergänzenden Felddaten zur Verdichtungsempfindlichkeit, Erodierbarkeit und Verschlämmsneigung.....	13
Tabelle 3: Auswertung der Bodenart (Bodenproben): Bearbeitbarkeit, Befahrbarkeit und Gefährdung des Bodengefüges in Abhängigkeit vom Tongehalt und der Bodenfeuchte nach KA6.....	14
Tabelle 4: Baumaschinen-Fuhrpark Agri-PV-Anlage Hüfingen.....	17

Abbildungen

Abbildung 1: Übersichtsplan geplante PV-FFA Eisenbach (rot schraffiert) (Datenquelle: LGL, www.lgl-bw.de, dl-de/by-2-0).....	8
Abbildung 2: Links: Braunerde, mittel tief entwickelt, aus Fließerden über Sandstein des Oberen Buntsandsteins (Musterprofil 209); Rechts: Mäßig tief entwickelte lessivierte podsolige Pseudogley-Braunerde aus sandsteinführenden, lösslehmhaltigen Fließerden über tonreicher Fließerde aus Buntsandsteinmaterial (Musterprofil 201) (Quelle: LGRB, Regierungspräsidium Freiburg).....	11
Abbildung 4: Schematische Darstellung der Gründungsvariante TreeSystem; (Vorderpfosten 63 cm, Hinterpfosten 78 cm, je im 41° Winkel); (Quelle AG).....	16
Abbildung 5: Schematische Darstellung der Gründungsvariante Rammvorrichtung; (Vorder- und Hinterpfosten 160 cm, je im 90° Winkel); (Quelle AG).....	16
Abbildung 6: Schematische Darstellung der wiederverfüllten Kabelgräben (Quelle: iAccess Energy GmbH).....	17
Abbildung 7: Nomogramm zur Ermittlung der maximal zulässigen Flächenpressung von Maschinen auf Böden, entnommen und modifiziert aus DIN 19639. Das Beispiel zeigt, dass ein Bagger mit einem Einsatzgewicht von 25 t mit einer Flächenpressung von 0,39 kg/cm ² ab einer Wasserspannung von 12 cbar einsetzbar ist.....	23

Anlagen

Anlage 1	Bodenschutzplan
Anlage 2	Infoblätter zur Kartiereinheit nach BK50, LGRB 2024
Anlage 3	Foto-Dokumentation der Ortsbegehung
Anlage 4	Tabelle 2 aus DIN 19639

Abkürzungen

AG	Auftraggeber (hier: <i>iAccess Energy GmbH</i>)
BSK	Bodenschutzkonzept
BSP	Bodenschutzplan
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	das heißt
FFA	Freiflächenanlage
FWT	Fichtner Water & Transportation
ha	Hektar
i.V.m.	in Verbindung mit
KA5	Bodenkundliche Kartieranleitung KA5
KA6	Bodenkundliche Kartieranleitung KA6
kWp	Kilowatt-Peak
LBodSchAG	Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz
LGRB	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
LN	Landwirtschaftliche Nutzung
LVP / LVS	Lastverteilungsplatten / Lastverteilungssystem
o.g.	oben genannt
PV	Photovoltaik
z. B.	zum Beispiel

Quellen

- [1] DIN 19639:2019-09, Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben, Beuth Verlag, Berlin 2019.
- [2] Höhere Bodenschutzbehörde Baden-Württemberg (2023): Hinweise zur Anwendung des § 2 Abs. 3 LBodSchAG im Rahmen der Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen; Februar 2023.
- [3] Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.) (2021): LGRB-Kartenviewer – Layer GeoLa BK 50: Bodenkarte im Maßstab 1:50.000, <https://maps.lgrb-bw.de/> [abgerufen am 18.07.2025]
- [4] Regierungspräsidium Freiburg, LGRB (2010): Flurstücksbezogene Bodenfunktionsbewertung auf Grundlage der Bodenschätzung nach ALK und ALB (Stand: 2010).
- [5] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (2024): Bodenkundliche Kartieranleitung, 6. Auflage, Hannover 2024.
- [6] Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freistaat Sachsen (2016): Schädliche Bodenverdichtung vermeiden, Schriftenreihe, Heft 10/2016.

- [7] DIN 19662 2012-07: Bodenbeschaffenheit - Felduntersuchungen - Bestimmung des Eindringwiderstandes von Böden mit dem Handpenetrometer, Beuth Verlag, Berlin 2012.
- [8] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO, Hrsg.) (2023): Bodenschutz bei Standortauswahl, Bau, Betrieb und Rückbau von Freiflächenanlagen für Photovoltaik und Solarthermie, Schleswig-Holstein Februar 2023.
- [9] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestaltungsverfahren. – Bodenschutz 23.
- [10] Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und Ländlichen Raum (LEL) (2022): Bodenpotenzialkarte, Flurbilanz 2022 - Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald mit Stadtkreis Freiburg [abgerufen am 18.07.25].
- [11] Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.) (2021): LGRB-Kartenviewer – Layer HÜK350: Hydrogeologische Einheiten, <https://maps.lgrb-bw.de/> [abgerufen am 18.07.2025]
- [12] Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (Hrsg.) (2021): LGRB-Kartenviewer – Layer GeoLa-GK50: Geologische Einheiten (Flächen), <https://maps.lgrb-bw.de/> [abgerufen am 18.07.2025]
- [13] iAccess Energy GmbH (2025): Module Layout PV-Anlage Eisenbach, 10.06.2025.

1 Veranlassung

Die iAccess Energy GmbH, im folgenden AG genannt, plant das Errichten einer Photovoltaik-Freiflächenanlage (PV-FFA) im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald in Eisenbach, nordöstlich von Titisee-Neustadt. Die Fläche liegt auf den Flurstücken 140 und 141, Gemarkung Oberbränd. Das Vorhaben zur Errichtung der PV-FFA ist auf einer nicht versiegelten bzw. unbebauten Fläche von etwa 11 ha geplant. Gemäß § 2 Abs. 3 des LBodSchAG des Landes Baden-Württembergs ist ab einer Eingriffsfläche von mehr als 0,5 ha ein Bodenschutzkonzept (BSK) gem. DIN 19639 (2019) [1] zu erstellen.

Mit der Erstellung des BSK wurde die Fichter Water & Transportation GmbH (FWT) beauftragt. Das vorliegende BSK ist in Anlehnung an DIN 19639 (2019) unter Bezug auf die Hinweise zur Anwendung des § 2 Abs. 3 LBodSchAG im Rahmen der Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen der Höheren Bodenschutzbehörde Baden-Württemberg [2] erstellt. Ein Übersichtsplan der zu errichtenden PV-FFA ist in Abbildung 1 ersichtlich.



Abbildung 1: Übersichtsplan geplante PV-FFA Eisenbach (rot schraffiert) (Datenquelle: LGL, www.lgl-bw.de, dl-de/by-2.0).

Das BSK basiert auf einer Auswertung der Bodenkarte des Landes Baden-Württemberg im Maßstab 1:50.000 (BK 50) [3] sowie dem vorliegenden Planungsstand 07/2025 [13].

2 Standortsituation

In diesem Kapitel sind weiterführende Datengrundlagen aufgeführt, die zur Charakterisierung und Beurteilung der vom Projekt betroffenen Böden bzw. weiterer Schutzgüter dienen. Auf dieser Grundlage erfolgt die Festlegung projektspezifischer Schutzmaßnahmen (vgl. Kap. 4).

Das Planungsgebiet der PV-FFA liegt im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald in Eisenbach in unmittelbarer Nähe zur Oberbränder Str. 91. Es umfasst eine zusammenhängende Fläche, welche in den vergangenen Jahren kontinuierlich als Weidegebiet für Rinder bzw. Kühe genutzt wurde. Im Norden und Westen wird die Fläche durch Wald begrenzt. Im Süden grenzen einzelne Wohnhäuser und Geschäfte sowie die Oberbränder Straße an die Projektfläche, während im Osten der Wald sowie die Fortsetzung der befestigten Straße das Gebiet umschließen. Innerhalb des Bebauungsplans befindet sich an der südlichen Grenze ein Waldbiotop. Ungefähr ein Drittel der Fläche (östliche Seite) liegt im Landschaftsschutzgebiet Eisenbach. Das Gelände weist eine Hangneigung von ca. 3 % von Westen nach Osten und von ca. 5% von Norden nach Süden auf.

Die Fläche liegt im Sondergebiet „Solarpark Oberbränd“ (§ 11 BauNVO).

Die Arbeitsflächen wurden im Rahmen einer Auswertung von Luftbildern, Geodaten und einer Ortsbegehung aus bodenschutzfachlicher Sicht durch Projektmitwirkende von FWT begutachtet. Die Ergebnisse dessen sind in den folgenden Kapiteln zusammengestellt.

2.1 Geo- und hydrogeologischer Überblick

Gemäß hydrogeologischer Übersichtskarte im Maßstab 1:350.000 (HÜK350) des Landes Baden-Württemberg[12][12] befindet sich das Planungsgebiet im Abschnitt des Buntsandsteins [11]. Es liegt in der Bodengroßlandschaft „Buntsandstein-Schwarzwald“, einem Teil des Schwarzwalds, bekannt für seine dichte Bewaldung und den steilen Anstieg im Westen. Geologisch besteht die Region hauptsächlich aus Buntsandstein, der die Kristallgesteine des Grundgebirges überlagert, während sie pedologisch sandige, zur Versauerung neigende Böden aufweist, im Gegensatz zu den lehmreichen Böden der angrenzenden Gebiete. Den geologischen Untergrund im Untersuchungsgebiet bilden gemäß Geologische Karte im Maßstab 1:50.000 (GK50) die Plattsandstein-Formation und Kristallsandstein-Subformation des Buntsandsteins [12].

2.2 Auswertung Bodenkarte 1:50.000 und Bodenschätzung

Der überwiegend vorliegende Bodentyp ist gemäß BK 50 eine „Podsolige, z. T. pseudovergleyte Braunerde, unter LN Braunerde; Böden mittel tief bis tief entwickelt“ (b16) und „Hanggley, Nasshanggley, Gley, Quellengley, Anmoorgley und Moorgley“ (b48) (vgl. Anlage 2). Die ungefähren Flächenanteile der Böden im Projektgebiet nach BK 50 betragen 98 % für den Typ b16 und 2 % für den Typ b48. Die zu erwartenden Böden sind in Tabelle 1 dargestellt. Beispielprofile von ähnlichen Bodentypen sind in Abbildung 2 dargestellt.

Zusätzlich zu den Daten über die zu erwartenden Bodentypen (BOD_T) und Bodenarten (BODA_1) der ersten Bodenschicht, welche durch Pürckhauersondierungen (Kap. 2.3) stichprobenhaft überprüft wurden, liefert die BK 50 auch Informationen zu den Bodenschutz-Attributen gemäß Bodenschutz 23 [9]. Es wird

nach Kriterien bezüglich natürliche Bodenfruchtbarkeit, Ausgleichsfunktionen im Wasserkreislauf, der Filter- und Pufferfunktion für Schadstoffe, der anzutreffenden naturnahen Vegetation sowie einer Gesamtbewertung unter landwirtschaftlicher Nutzung bewertet.

Diesen Funktionen werden folgende „Bewertungsklassen“ zugewiesen: Keine (0, versiegelte Flächen), gering (1), mittel (2), hoch (3) und sehr hoch (4), mit Ausnahme der Bodenfunktion „Sonderstandort für naturnahe Vegetation“, die ausschließlich mit den Wertstufen hoch oder sehr hoch bewertet wird. Hohe Wertungen klassifizieren dabei besonders schützenswerte Böden.

Gemäß der Zusammenfassung der Kartiereinheit (Anlage 2) besteht die podsolige Braunerde aus sandsteinreichen Fließerden in den oberen 30 bis 100 cm aus einem schwach bis stark lehmigen Sand und mittel bis stark sandigen Lehm (SI2-4; Ls3-4). Zudem weist diese Schicht einen geringen bis sehr hohen Grobbodenanteil aus Grus (Gr) bis kantigen Blöcken (mX) auf. Darunter folgt eine Schicht aus Sand bis schwach sandigen Lehm oder mittel tonigen Sand bis lehmigen Ton oder mittel tonigen Lehm (S-Ls2, St3-Tl, Lt3) mit mittlerem bis extrem hohen Grobbodenanteil. Der Oberboden ist mittel humos, der Unterboden sehr schwach humos.

Die erwartete podsolige Braunerde hat nach der Bodenfunktionsbewertung gemäß Bodenschutz 23 eine mittlere Gesamtbewertung von **1,83**.

- Sonderstandort für naturnahe Vegetation: keine hohe oder sehr hohe Bewertung
- Natürliche Bodenfruchtbarkeit: mittel
- Ausgleichskörper im Wasserkreislauf: mittel bis hoch
- Filter und Puffer für Schadstoffe: gering

Tabelle 1: Bodentypen des Planungsgebiets nach BK50 und deren Funktionsbewertung nach Bodenschutz 23 [9]

Bodentyp (KE_KULEG) Bodenart (BODA_1)	Kartier- einheit (KE)	Natürliche Bodenfrucht- barkeit	Naturnahe Vegetation	Ausgleichs- körper im Wasserkreislauf (LN)	Filter und Puffer für Schadstoffe (LN)	Gesamt- bewertung (LN)
Podsolige Braunerde aus sandsteinreichen Fließerden SI2-4; Ls3-4, Gr- mX2-5	b16	2,0	-	2,5	1,0	1,83
Hanggley, Nasshanggley, Gley, Gley-Stagnogley, Quellengley, Anmoorgley und Moorgley aus Buntsandsteinschutt sowie Schutt aus paläozoischem Gestein S-SI4; Ls2-4, Gr-X2-5	b48	1,5	3,0-4,0	3,0	1,0	3,5

Die flurstücksbezogene Bodenfunktionsbewertung auf Grundlage der Bodenschätzung [4] betrachtet die Fläche in einem größeren Maßstab. Die Werte der Bodenschätzung wurden ursprünglich zur Festlegung der Ertragsfähigkeit der landwirtschaftlich genutzten Böden erhoben. Insbesondere der Wert für die natürliche Bodenfruchtbarkeit lässt sich daher gut ableiten.

Gemäß der Bodenschätzungsdaten für die Gemarkung Oberbränd wird das Flurstück 141 mit dem Klassenzeichen LIIId2 (Lehm, mit Zustandstufe III, Jahresdurchschnittstemperatur von < 5,6 °C und frischen bis feuchten Lagen ohne stauende Nässe) beschrieben. Die Fläche erhält eine Gesamtbewertung seiner Bodenfunktionen von 1,5 (gering - mittel).

Tabelle 2: Bodenfunktionsbewertung auf Grundlage der Bodenschätzungsdaten für das Planungsgebiet [4]

Dominantes Klassenzeichen (KLZ)	Natürliche Bodenfruchtbarkeit	Naturahe Vegetation	Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (LN)	Filter und Puffer für Schadstoffe (LN)	Gesamtbewertung (LN)
L III d 2	2,0	-	1	1,5	1,5



Abbildung 2: Links: Braunerde, mittel tief entwickelt, aus Fließerden über Sandstein des Oberen Buntsandsteins (Musterprofil 209); Rechts: Mäßig tief entwickelte lessivierte podsolige Pseudogley-Braunerde aus sandsteinführenden, lösslehmhaltigen Fließerden über tonreicher Fließerde aus Buntsandsteinmaterial (Musterprofil 201) (Quelle: LGRB, Regierungspräsidium Freiburg).

2.3 Ortsbegehung mit stichprobenhafter bodenkundlicher Aufnahme

Am 24.07.2025 wurde eine Ortsbegehung der Fläche vorgenommen (Fotodokumentation s. Anlage 3). Im Rahmen der Begehung wurden stichprobenhaft Pürckhauer-Sondierungen durchgeführt (Lage vgl.

Anlage 1) und der Boden in Anlehnung an KA6 angesprochen. Die Ergebnisse sind aufgrund der geringen Dichte an Sondierungen nur als Orientierung zu betrachten.

Die in den vergangenen Jahren kontinuierlich als Weidegebiet für Rinder bzw. Kühe genutzte Fläche weist eine sehr dichte Grasnarbe auf. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass ein geringer Anteil der Fläche oberflächliche Verdichtungen durch die Tiere aufweist. Im Umweltbericht wird jedoch darauf hingewiesen, dass „aufgrund der kurzen Verweildauer und großen Abstände der Beweidungsgänge keine Trittschäden o.ä. zu erwarten [sind], die angreifbar für Erosion sein könnten“.

Vermehrt im nördlichen Bereich der Fläche, befinden sich in flachen Mulden oft Böden mit mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Staunässermerkmalen. Zu erkennen sind diese Bereiche auch am Bewuchs mit Feuchtezeigern (vgl. Anlage 3).

Bei den stichprobenhaften Sondierungen wurden Braunerden und pseudovergleyte Braunerden angetroffen. Der Bodentyp b48 wurde nicht vorgefunden. Die Mächtigkeit des mittel bis stark humosen Oberbodens (Ah) wurde in allen Pürckhauersondierungen mit ca. 0,2 m festgestellt. Der Oberboden ist ein sandig-lehmiger Schluff (Uls) bis schluffiger Lehm (Lu) und teils sehr schwach grobbodenhaltig. Im nördlichen Bereich der Fläche (P2 und P3, s. Anlage 1) schließt unter dem Oberboden bis 0,5 m Tiefe ein schwach humoser, verbraunter, stauwasserleitender Horizont aus mittel bis stark schluffigen Ton (Tu3-4) an. Unterhalb befindet sich ein verbraunter, wasserstauender Horizont aus mittel bis schwach schluffigem Ton (Tu3, Tu2). In der Sondierung P1 wurde unter einem mittelhumosen, verbraunten Horizont aus schluffigem Lehm ab 0,4 m Tiefe ein rot-brauner, sandiger Sand angetroffen. Auch in dieser Sondierung zeigen sich im Unterboden leichte Merkmale von Stauwassereinfluss. In der vierten Sondierung wurden unter dem Oberboden drei verbraunte Unterbodenhorizonte angesprochen, die zwischen schluffigen Lehm (0,2-0,45 m und 0,65-0,85 m) und mittel bis stark schluffigem Ton (0,45-0,65 m) changieren. Die angetroffenen Böden waren in allen Sondierungen karbonatfrei. Unklar bleibt, wie weit verbreitet auf der Fläche der sandige Sand aus Sondierung P1 im Unterboden vorliegt. Insgesamt wurden größtenteils feinkörnigere Böden angetroffen, als von der BK 50 beschrieben. Die festgestellten Bodenarten auf der Fläche weichen somit von den in der BK 50 angegebenen ab und werden für die folgende Bodenbewertung (Kap. 2.5) und für die Bodenschutzmaßnahmen (Kap. 4) berücksichtigt.

2.4 Verdichtungsempfindlichkeit

Im Hinblick auf die Verdichtungsempfindlichkeit der Böden ist eine detaillierte Ansprache der Bodenart, insbesondere des ersten Horizontes, welche dem größten Lastdruck von Maschinen und Material ausgesetzt sind, notwendig. Es ist wichtig zu beachten, dass die Empfindlichkeiten, die gemäß der BK 50 bestimmt wurden, nur Annäherungen sind und in einem breiten Spektrum liegen. Durch den Vergleich dieser Werte (BODA_1) mit der vor Ort stichprobenhaft durchgeführten bodenkundlichen Feldansprache (vgl. Kap. 2.3), können diese jedoch eingeordnet werden.

Gemäß DIN 19639 gilt: „Böden mit einem Tongehalt > 40 % sind besonders plastisch verformbar, sodass die Bodenfunktionen bei eingetretenen Verdichtungen in der Regel nicht wiederherstellbar sind.“

Die Verdichtungsanfälligkeit von Böden ist abhängig von den folgenden Eigenschaften:

- Bodenphysikalische Eigenschaften und Humusgehalt, wobei ein höherer Anteil an Schluff und Ton sowie Humus eine erhöhte Verdichtungsempfindlichkeit zur Folge haben.

- Bodenfeuchte: Die aktuelle Witterung bzw. der sich daraus ergebende Wassergehalt des Bodens beeinflusst maßgebend die Konsistenz der Böden. Ein hoher Wassergehalt (niedrige Saugspannung) führt wiederum zu erhöhter Verdichtungsempfindlichkeit. Folglich können sich Ober- und Unterboden in ihrer Verdichtungsempfindlichkeit unterscheiden. Sandige Böden mit wenig Ton- und Schluff Gehalt (< 15 % Massenanteil) und geringem Humusanteil (< 8 % Massenanteil) sind zum Beispiel kaum anfällig für Verdichtung, unabhängig von der Bodenfeuchte.

2.5 Bodenbewertung

Die Bodenfunktionen erhalten auf der Vorhabenfläche eine geringe bis mittlere Gesamtbewertung. Die Bodenpotenzialkarte weist die Fläche als Untergrenzflur aus und schreibt ihr entsprechend eine geringe landwirtschaftliche Eignung zu. Bestimmender Faktor ist die Acker-/Grünlandzahl, die im Bereich unter 24 liegt [10]. Als Untergrenzflur bietet sich aus wirtschaftlicher Sicht die Möglichkeit einer alternativen Nutzung der Fläche, wobei die Offenhaltung der Kulturlandschaft gewahrt bleiben sollte.

Die im Projektgebiet vorliegenden Böden wurden bezüglich Ihrer Verdichtungsempfindlichkeit, Erodierbarkeit und Verschlämmsneigung bewertet (Tabelle 3). Die Bodenbewertung erfolgte auf Basis der im Feld erhobenen Daten (Kap. 2.3).

Im Projektgebiet sind die Böden mittel bis stark empfindlich gegenüber Verdichtung (methodischer Ansatz zur Bewertung der Verdichtungsempfindlichkeiten nach [6]). In Zonen mit vernässten Böden und oberflächennahen Stauwassereinfluss sind die Böden besonders empfindlich gegenüber Verdichtung und Entwässerungsmaßnahmen. Die im Feld bestimmte Bodenart des Oberbodens weist nach KA6 eine hohe Erodierbarkeit durch Wasser auf und zeigt eine sehr schwache bis mittlere Verschlämmsneigung (Tabelle 3).

Tabelle 3: Auswertung der Bodenarten zur Erodierbarkeit und Verschlämmsneigung gem. KA6

Bodenart (Masse-% Ton)	Erodierbarkeit durch Wasser	Verschlämms- neigung
Uls (8 bis <17)	hoch	mittel
Lu (17 bis <30)	hoch	sehr schwach

Neben anderen Faktoren beeinflusst die Feuchtigkeit und der Tongehalt, wie empfindlich das Bodengefüge auf Befahrung und Bearbeitung reagiert. Die im Projektgebiet entsprechend der bodenkundlicher Ortsbegehung im Oberboden vorliegenden Bodenarten wurden zur vereinfachten Einschätzung der Befahr- und Bearbeitbarkeit in die Klassifizierung der KA6 eingeordnet (s. Tabelle 4). Ergänzend wurden auch die Bodenarten gem. BK50 (SI2-4; LS3-4) angefügt.

Tabelle 4: Auswertung der Bodenart (Bodenproben): Bearbeitbarkeit, Befahrbarkeit und Gefährdung des Bodengefüges in Abhängigkeit vom Tongehalt und der Bodenfeuchte nach KA6

Bodenart (Masse-% Ton)	Feuchtestufe des Boden	Bearbeitbarkeit	Befahrbarkeit	Gefährdung Bodengefüge
Uls (8 bis <17)	schwach feucht	sehr gut	gut	gering
	sehr feucht	schlecht	schlecht	hoch
Lu (17 bis <30)	schwach feucht	gut	gut	gering
	sehr feucht	schlecht	schlecht	hoch
SI2-4 (5 bis <17)	schwach feucht	sehr gut	gut	gering
	sehr feucht	mittel bis schlecht	mittel bis schlecht	mittel bis hoch
Ls3-4 (17 bis <25)	schwach feucht	gut	gut	gering
	sehr feucht	schlecht	schlecht	hoch

Somit sind für potenzielle Auswirkungen auf den Boden gezielte Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen, welche in Kapitel 4 erläutert werden.

3 Vorhabenbeschreibung

3.1 Technische Beschreibung und Ablauf

Der AG plant im Kreis Breisgau-Hochschwarzwald in Eisenbach, in unmittelbarer Nähe zur Oberbränder Straße, auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche das Errichten einer PV-FFA mit einer maximalen Gesamtgröße von ~11 ha und einer daraus resultierenden Leistung von ~12,4 MWp.

Die Bauzeit wird nach derzeitigem Kenntnisstand drei Monate betragen und ist für den Zeitraum Q4 2025 bzw. Q1 2026 geplant.

Die PV-Anlage wird mit einem artgerechten, lückenlosen Zaun versehen. Hierfür ist geplant eine Zaunanlage mit einbetonierten Pfosten im Vorfeld der Baumaßnahme händisch zu installieren. Die eingezäunte Fläche entspricht ca. 8,5 ha. Zwischen dem Zaun und den Solarmodulen verläuft um die gesamte Fläche ein durchgehender Wartungsweg, welcher dauerhaft freigehalten und nur teilweise befestigt wird. Genauso sind zwei Wartungswege in der Fläche in Nord-Süd-Richtung geplant. Vom Haupteingang an der Nordwestlichen Ecke bis zur BE-Fläche ist ein permanenter Wirtschaftsweg geplant (ca. 300 m lang x 3,5 m breit). Während der Baumaßnahme wird der Wirtschaftsweg temporär auf 5 m Breite ausgebaut. Bisher ist keine Wendefläche geplant.

Zur Aufständerung der Solarmodule werden meist Trägergestelle aus verzinktem Stahl, Aluminium oder Holz verwendet und diese mittels Gründung mit dem Untergrund verbunden. Folgende Gründungsvarianten können nach [8][8] bei einer PV-FFA zur Anwendung kommen: Rammfundament, Schraubanker, Schraubfundament, Betonfundament, Gabionfundament, T-Anker, Spinnanker. Der AG plant das Errichten der Anlage mittels einer Rammvorrichtung (TreeSystem, 4 Stützen pro Solarmodul, 4 Erdnägel pro Pfosten; Abbildung 3) oder eines Rammfundaments bis in eine Tiefe von maximal einem Meter zu gründen (Abbildung 4).

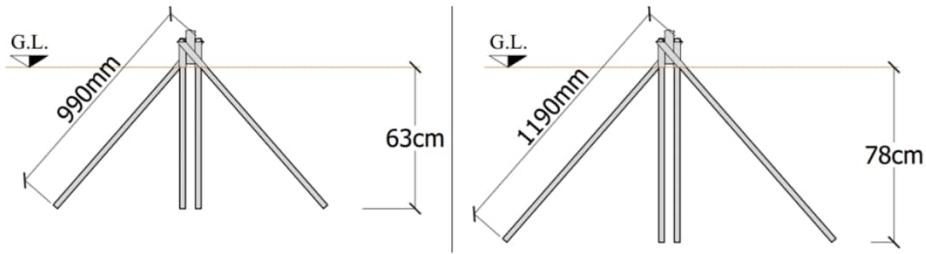


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Gründungsvariante TreeSystem; (Vorderpfosten 63 cm, Hinterpfosten 78 cm, je im 41° Winkel); (Quelle AG).

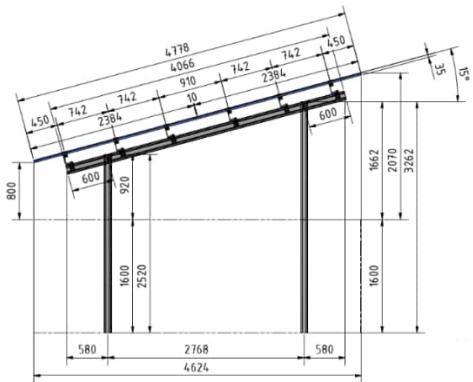


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Gründungsvariante Rammvorrichtung; (Vorder- und Hinterpfosten 160 cm, je im 90° Winkel); (Quelle AG).

Im Eingangsbereich der Fläche ist der Bau von zwei Trafo- und Wechselrichter-Kombistationen, vier Speichereinheiten, zwei PKW-Stellplätzen sowie vier zentraler Anschlusskästen geplant. Zudem werden dort drei Löschwasservorhaltetanks und nach derzeitigem Planungsstand drei zusätzliche Löschwasserzisternen mit einem insgesamten Volumen von 75.000 L unterirdisch verbaut [13]. Die rein durch die sechs Tanks in Anspruch genommene Fläche beträgt ca. 35 m². Zwischen den drei Tanks wird je 0,5 m Abstand gehalten. Zum Einbau der Löschwassertanks und -zisternen wird auf einer Fläche von etwa 48 m² eine etwa drei Meter tiefe Grube ausgehoben, anschließend werden die Tanks unterirdisch verbaut. Es verbleibt je Tank lediglich eine Abdeckung von 0,6 m Höhe. Der Arbeitsraum wird mit zuvor ausgehobenem Bodenmaterial verfüllt und dieses ggf. zur Sicherung der Standfestigkeit der Tanks konditioniert. Überschüssiger Oberboden aus den versiegelten Flächen soll, vor der Pflanzung, im Bereich der Blendschutzhecke aufgebracht werden.

Die notwendige Baustelleneinrichtungsfläche (BE-Fläche) wird dort eingerichtet, wo sich nach Fertigstellung der Anlage die technisch notwendige Infrastruktur (s.o.) befinden wird. Der Bereich der BE-Fläche ist nach Abschluss der Maßnahme teilweise versiegelt.

Es sollen Kabel- und Wasserleitungen in offener Bauweise (Rohrgräben) auf der Fläche verlegt werden. Im aktuellen Planungsstand werden keine Angaben zur Länge der Leitungsgräben im Bereich der Fläche gemacht. Diese Angaben sind im Rahmen einer Fortschreibung der Planung ggf. zu ergänzen. Zusätzlich werden Mittelspannungskabel außerhalb der Fläche bis zu einem Anschlusspunkt verlegt.

In Abbildung 5 sind die wiederverfüllten Kabelgräben schematisch dargestellt.

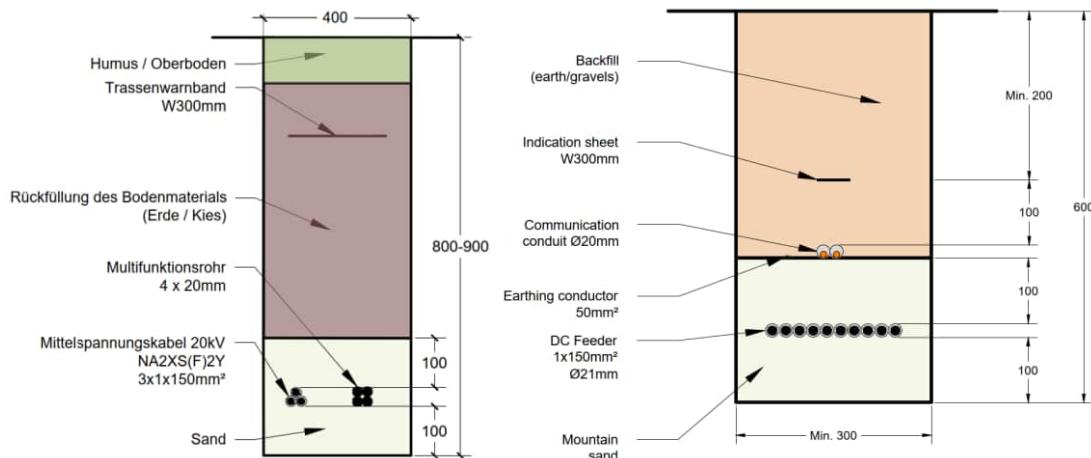


Abbildung 5: Schematische Darstellung der wiederverfüllten Kabelgräben (Quelle: iAccess Energy GmbH).

Alle Maschinen, welche nach aktuellem Kenntnisstand beim Bau verwendet werden, sind in Tabelle 5 gelistet.

Tabelle 5: Baumaschinen-Fuhrpark Agri-PV-Anlage Hüfingen

Fahrzeugtyp	Eigentümer/Betreiber	Gewicht (t)	Flächenpressung (kg/cm ²)
Radlader Kramer+Gold	Leihgerät	3	ca. 0,9
Takeuchi TL 12 V2	Leihgerät	5,9	ca. 0,4
Minibagger	Leihgerät	2,8	ca. 0,3
Hydraulische Rammeinheit GAYK HRE 4000WS-US/JP/AU	Leihgerät	3,7	ca. 0,4

Es wird ein Radlader, eine Laderraupe, ein Minibagger und gemäß geplanter Gründungsvariante ein Rammgerät mit Kettenantrieb für die Verwendung in Betracht kommen. Das transportierte Materialgewicht addiert sich dabei zu dem Einsatzgewicht. Das Radfahrzeug hat ein Einsatzgewicht von maximal 3 t. Bei einer Kontaktfläche von schätzungsweise insgesamt 3.600 cm² beträgt der Kontaktflächendruck bzw. Bodenpressung 0,85 kg/cm² bzw. 0,85 bar oder 8,5 kPa. Nicht aufgeführt ist der Anlieferungsverkehr und die Maschine für den Aushub der Grube der Löschwasservorhaltetanks bzw. -zisternen, da hierzu noch keine Daten vorliegen. Es ist von einem großen Bagger auszugehen, der ein entsprechend höheres Gewicht aufweist. Empfohlen wird eine Maschine mit Kettenantrieb, um den Kontaktflächendruck möglichst gering zu halten.

3.2 Bodenrelevante Projektwirkungen

Bodenrelevante Wirkungen können im Hinblick auf die PV-FFA sowohl durch Auf- und Rückbau als auch die Anlage selbst auftreten. Im Folgenden sind die einzelnen Wirkfaktoren erläutert.

3.2.1 Bodenverdichtung

Bodenverdichtung ist in diesem Vorhaben eine relevante Projektwirkung. Diese entsteht baubedingt durch die Bearbeitung des Bodens und Befahrung mit Maschinen, sowie der Lagerung von Material.

Die Einrichtung der BE-Fläche ist im Bereich der geplanten Bebauung vorgesehen, um die Wirkungen des Vorhabens auf den Boden auf ein technisch notwendiges Minimum zu reduzieren.

Das Anlegen eines permanenten Schotterwegs vom Nordwestlichen Eingang (Haupteingang) bis zur BE-Fläche (ca. 300 m lang x 3,5 m breit) wird zu einer erheblichen Verdichtung und Teilversiegelung des Bodens in diesen Bereich führen. Die geplanten Parkplätze (2x PKW und 1x Feuerwehr innerhalb der Fläche) sowie ein Großteil der Wartungswege werden nicht befestigt.

Eine Bearbeitung oder Befahrung des Bodens bei feuchten bis sehr feuchten Bodenverhältnissen kann das Bodengefüge gefährden, Poren verschließen und den Boden verdichten. Dies gilt insbesondere für die Fahrwege der Materialverteilung zwischen den Modulreihen und auf den späteren Wartungswegen. Für die Materialverteilung ist ein Radlader oder eine Laderaupe (vgl. Tabelle 5) vorgesehen.

3.2.2 Durchmischung

Bodentypen zeichnen sich in Abhängigkeit des Ausgangsmaterials und äußerer Einflüsse (Stau-/Grundwasser, anthropogene Nutzung, Bodenart etc.) durch eine charakteristische Horizontierung aus, woraus individuelle Bodenfunktionen resultieren. Die sogenannten Bodenhorizonte unterscheiden sich zum Teil hinsichtlich physikalischer und chemischer Eigenschaften.

Im Rahmen der Bodenbearbeitung (Abtrag, Aushub) werden die natürliche Lagerung und das Gefüge des Bodens weitgehend zerstört. Die Horizontabfolge und somit die möglicherweise vorhandene Archivfunktion können ebenfalls verloren gehen.

Für die Fundamente der Zaunpfosten werden unter der Annahme, dass die Betonfundamente einen Durchmesser von 0,4 Metern und eine Tiefe von 0,8 Metern haben, insgesamt etwa 40 m³ Bodenmaterial ausgehoben. Dies berücksichtigt die Größe und Anzahl der Pfosten, die entlang der 8,5 Hektar großen Fläche installiert werden sollen. Hierbei kann es zu einer Durchmischung unterschiedlicher Bodenhorizonte kommen.

Auch bei der unterirdischen Verlegung der Kabel und der Löschwasserleitungen kann es zu einer Durchmischung unterschiedlicher Bodenhorizonte kommen. Die Erdarbeiten für die Kabel- und Löschwassergräben werden mittels eines Minibaggers mit einem Kettenlaufwerk und einer sehr geringen Flächenpressung von 0,3 kg/cm² durchgeführt. Hierzu liegt zum Zeitpunkt dieser Berichtslegung noch keine gültige Detailplanung vor, weshalb mit folgender Annahme aus vergleichbaren Projekten gerechnet wird: Die Kabel werden auf der Fläche in Gräben mit voraussichtlich maximaler Breite von 0,9 m und maximaler Tiefe von 0,7 m verlegt. Unter Annahme einer insgesamten Kabelgrabenlänge von 1400 m ergibt sich eine Überschussmasse an Unterbodenmaterial von ca. 110 m³.

Für die Löschwasservorhaltetanks und -zisternen wird auf einer Fläche von ca. 37 m² eine drei Meter tiefe Grube ausgehoben. Hierfür wird voraussichtlich ein größerer Bagger verwendet. Auch hier kann es zu einer Durchmischung der Horizonte kommen. Nachdem die Tanks oder Zisternen in der Grube installiert wurden, soll die Grube sowie deren Abdeckung mit dem zuvor ausgehobenen Erdmaterial horizontgetreu wieder aufgefüllt werden. Hierbei kommt es zu einer Überschussmasse an Unterbodenmaterial von ca. 75 m³.

Es sind keine Abgrabungen zur Geländemodellierung geplant.

3.2.3 Stoffliche Beeinträchtigungen

Neben den Eintrag von Schotter für den permanenten Schotterweg, können während und nach dem Bauvorhaben weitere Fremdstoffe in den Boden gelangen. Beim Bau der PV-FFA handelt es sich dabei hauptsächlich um Treib- und Schmierstoffe der eingesetzten Maschinen.

Batteriespeichersysteme können weiterhin potenzielle Gefahren für die Schutzgüter Boden und Grundwasser darstellen, insbesondere im Falle von Leckagen und Bränden. Sie enthalten häufig giftige Stoffe, die bei einer Freisetzung den Boden und das Wasser kontaminieren und langfristige ökologische Schäden verursachen können. Auch die bei einem Brand eingesetzten Feuerlöschmittel können den Boden schädigen.

Während der Betriebsphase kann es zu Abrieb oder Ablösen von Beschichtungsmaterialien der Fundamente (z.B. Zink) kommen.

3.2.4 Versiegelung

Durch Versiegelung gehen vielfältige Bodenfunktionen verloren. Durch die Errichtung von zwei Trafo- und Wechselrichter-Kombistation (28 m²), vier Speichereinheiten (60 m²) sowie vier zentralen Anschlusskästen (61 m²) wird eine Fläche von etwa 150 m² versiegelt. Der Bereich der drei Löschwasservorhaltetanks und der drei Löschwasserzisternen (ca. 35 m²) wird durch das unterirdische Einbringen der technischen Anlagen ebenfalls nicht mehr der Erfüllung von Bodenfunktionen zur Verfügung stehen.

Das Anlegen eines permanenten Schotterwegs vom nordwestlichen Eingang (Haupteingang) zur BE-Fläche (ca. 300 m lang x 3,5 m breit, insg. 1050 m²) wird je nach Bauweise des Wegs zu einer teilweisen bis überwiegenden Versiegelung des Bodens in diesem Bereich führen. Nicht befestigt verbleiben die geplanten Parkplätze sowie ein Großteil der Wartungswege.

Für die Aufständerung der PV-Modultische werden Rammfundamente oder -vorrichtungen verwendet. Das Einbringen der Fundamente mittels Rammvorrichtung reduziert zudem Störungen im Profil sowie das Risiko für Bodenerosion. Die natürliche Bodenstruktur bleibt weitgehend erhalten.

Der Zaun zur Sicherung der PV-Anlage wird aufgrund der Betonfundamente der Pfosten etwa 50 m² Bodenfläche versiegeln.

Der Boden wird demnach durch die Baumaßnahme nur punktuell bzw. kleinräumig auf einer Fläche von insgesamt ca. 235 m² vollständig versiegelt und durch das Anlegen eines Schotterwegs auf einer Fläche von insgesamt ca. 1050 m² teilweise bis überwiegend versiegelt.

3.2.5 Erosion

Für den durch die Feldanalyse bestimmte Bodenart des Oberbodens ist die Wahrscheinlichkeit einer Wassererosion hoch. Die vorhandene geschlossene Vegetationsdecke stabilisiert das Bodengefüge und bietet ausreichend Schutz vor einer flächendeckenden Erosion. Im Bereich ausgehobener Gräben bzw. gelagerter Bodenmieten ist die Erosionsgefahr kurzzeitig erhöht. Durch das Befahren von Flächen kann die Vegetationsdecke beschädigt, sowie die Infiltrations- und Wasserspeicherkapazität des Bodens verringert werden. Sowohl der Einsatz von großflächigen Lastverteilungsplatten während des Baus, wie auch die Photovoltaik-Module während der Betriebsphase, können punktuell den Wasserabfluss verändern und dadurch das Risiko von Erosion verstärken.

3.2.6 Bewertung der bodenrelevanten Projektwirkungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch das Bauvorhaben negative Wirkungen auf das Schutzgut Boden zu erwarten sind, die jedoch durch die Einhaltung bestimmter Schutzmaßnahmen auf ein unerhebliches Maß zu minimieren bzw. gar zu vermeiden sind. Die stärkste Auswirkung auf das Schutzgut Boden hat eine mögliche Verdichtung durch die Bearbeitung und häufige flächige Befahrung des Bodens [2]. Je größer die Gesamtmasse, die spezifischen Bodendrücke und die Häufigkeit der Befahrungen sind, umso größer sind die Wirkintensitäten auf den Boden [6]. Eine Reduzierung des Porenvolumens verringert die Infiltrations- und Wasserspeicherkapazität des Bodens. Eine weitere Auswirkung des Projekts könnte eine zusätzliche Erhöhung des bereits bestehenden hohen Erosionsrisikos sein. Zudem stellen Verunreinigungen und Durchmischung des Bodens negative Auswirkungen auf den Boden dar.

Im folgenden Kapitel 4 werden Bodenschutzmaßnahmen erläutert, die im Rahmen des Vorhabens anzuwenden sind.

4 Bodenschutzmaßnahmen

Der Fokus im Rahmen der empfohlenen Bodenschutzmaßnahmen liegt dementsprechend auf der Vermeidung von schädlichen Bodenveränderungen, insbesondere Verdichtung. Die Maßnahmen dienen dazu, die Funktion des Bodens als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf sowie als Filter und Puffer für Schadstoffe zu erhalten. Die räumlichen Schutzmaßnahmen sind im Bodenschutzplan (Anlage 1) festgehalten.

Bei bauzeitlichen Bodenschutzmaßnahmen gilt grundsätzlich immer der Vermeidungsgrundsatz: Die Vermeidung schädlicher Bodenveränderungen geht vor deren Beseitigung. Nachfolgend werden sämtliche Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen schädlicher bodenrelevanter Projektwirkungen, aber auch Maßnahmen zur Wiederherstellung, Nachsorge und Sanierung von Verdichtungen des Bodens umfassend dargestellt. Unter Berücksichtigung dieser können die baubedingten Projektwirkungen auf ein Minimum reduziert werden. Um den Bodenschutz zu gewährleisten, wird außerdem eine bodenfachkundige Person im Verlauf der Baumaßnahme bei allen wichtigen, den Boden betreffenden Entscheidungen beteiligt.

4.1 Minimale Flächeninanspruchnahme

Die temporäre Flächeninanspruchnahme für Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen sowie Zufahrten etc. ist auf das Nötigste zu reduzieren, um mögliche Auswirkungen auf den Boden möglichst gering zu halten. Auf der betreffenden Fläche müssen Schutzmaßnahmen getroffen werden, um den Boden vor Erosion, Verdichtung, Vernässung, Stoffeinträgen und Verschmutzung zu schützen.

Die Baustelleneinrichtungsfläche im betreffenden Vorhaben ist am nördlichen Rand geplant. Auf der BE-Fläche werden im Anschluss Bauwerke erreicht, die die notwendige Infrastruktur zum Betreiben der Anlage beinhalten. Somit entsteht eine bauablaufabhängige Mehrfachnutzung und der Eingriff wird soweit möglich minimiert.

4.2 Information der Beteiligten

Das Baustellenpersonal ist vor der Bauausführung über bodenrelevante Belange und Bodenschutzmaßnahmen aus dem Bodenschutzkonzept, z. B. im Rahmen einer Bauanlaufbesprechung oder innerhalb der Baustellenordnung, zu informieren. Dabei ist die Bauleitung für die Informationsbereitstellung zuständig. Zudem ist das Vorgehen mit einer bodenfachkundigen Person, mit der Bauleitung, Eigentümern der Flächen sowie den zuständigen Behörden abzustimmen.

4.3 Horizontweiser Aushub und Lagerung

Um die Funktionsfähigkeit von Bodenmaterial im Laufe der Baumaßnahme zu erhalten, ist eine fachgerechte Aushub- und Lagerungspraxis erforderlich. Beim Aushub von Baugruben und Gräben ist die Horizontierung des Bodens zu beachten. Es ist auf humosen Oberboden unter Grünland (humusangereicherter Ah-Horizont), Unterboden (je nach Farbe, Tongehalt, Grobbodenanteil und Vernässungsmerkmalen ggf. mehrere Schichten) und den Verwitterungshorizont (unterhalb der Bodenbildung anstehendes Ausgangsmaterial) zu achten. Auf der Vorhabenfläche ist mit einer Oberbodenmächtigkeit von ca. 20 cm zu rechnen.

Der Oberboden ist behutsam, rückschreitend mit dem Raupenbagger, unter Verwendung zahnloser Baggerlöffel, abzutragen. Der Oberboden darf nicht mit bodenfremden, insbesondere pflanzenschädlichen Stoffen, vermischt werden. Eine Trennung des Unterbodens ist bei einem Horizontwechsel vorzunehmen, beispielsweise bei einer Farbänderung oder Änderung der Korngröße. Die Bodenmieten sind zu profilieren, d.h. mit der Baggerschaufel leicht anzudrücken, damit Regenwasser abließen kann. Oberbodenmieten dürfen maximal zwei Meter hoch sein. Unterbodenmieten dürfen maximal drei Meter hoch sein. Die Mieten dürfen nicht befahren werden. Die Lagerdauer der Mieten ist auf ein Minimum zu reduzieren.

Um die anfallenden Überschussmassen sinnbringend zu verwerten, ist eine fachgerechte Aushub- und Lagerungspraxis ebenso erforderlich. Dies verhindert die Vermischung von Material unterschiedlicher Eigenschaften und gewährleistet eine hochwertige Verwertung. Durch eine Untersuchung und Klassifizierung des Bodenaushubs anhand verschiedenster Kriterien, wie z. B. Humusgehalt, Bodenart, Grobbodenanteil, Vernässungsmerkmale und bodenfremde Bestandteil, kann bereits am Herkunftsplatz die Eignung des Bodens (z. B. für Bodenmelioration und Bodenrekultivierung) bestimmt werden, wodurch er auf dem jeweils höchstmöglichen Verwertungsniveau genutzt werden kann. Daten aus der BK 50 sowie stichprobenhafte Überprüfungen nach KA6 können hierbei unterstützend wirken.

Aufgrund der geringen Überschussmassen an Unterbodenmaterial könnte dieser unter Berücksichtigung ähnlicher physikalischer Bodenparameter auf der Fläche bodenschonend mit leichtem Gerät verteilt werden. So kann ein interner Massenausgleich und eine ressourceneffiziente Verwertung durchgeführt werden. Das überschüssige Bodenmaterial kann auf diesem Wege weiterhin seine Bodenfunktionen erfüllen und Bodenabfuhr wird vermieden. Der Humusgehalt kann während der Liegedauer von 20 bis 30 Jahren wieder aufgebaut werden. An dieser Stelle gilt es die Belange des Eigentümers und die Auflagen der Behörde zu berücksichtigen. Durch sorgfältige Planung und Ausführung wird eine nachhaltige und umweltgerechte Verwertung des überschüssigen Bodenmaterials gewährleistet.

Für die Verlegung von Kabel- und Wasserleitungen in unterirdischen Gräben sind neben der Baustraße im ausreichenden Maß auch Flächen für die Bodenmieten, die Ablage des Kabels und das Bettungsmaterial vorzusehen. Bei der Rückverfüllung sind Überlockerung und über die standörtliche Normalverdichtung hinausgehende Verdichtungen zu vermeiden. Bei Sackungen sind zusätzliche Baumaßnahmen wie das Nachplanieren oder lokale Bodenauffüllungen im darauffolgenden trockenen Sommerhalbjahr vorzunehmen.

Falls technisch umsetzbar, eignen sich zur Reduzierung des Bodenaushubs folgende Maßnahmen: Die Verlegewege zu reduzieren, die Grabentiefe zu verringern oder die Menge an Bettungssand zu reduzieren. Zudem gilt es die Möglichkeit einer oberirdischen Verlegung der Kabel (z. B. in Tonrohren) zu prüfen.

4.4 Berücksichtigung des maximalen Kontaktflächendrucks

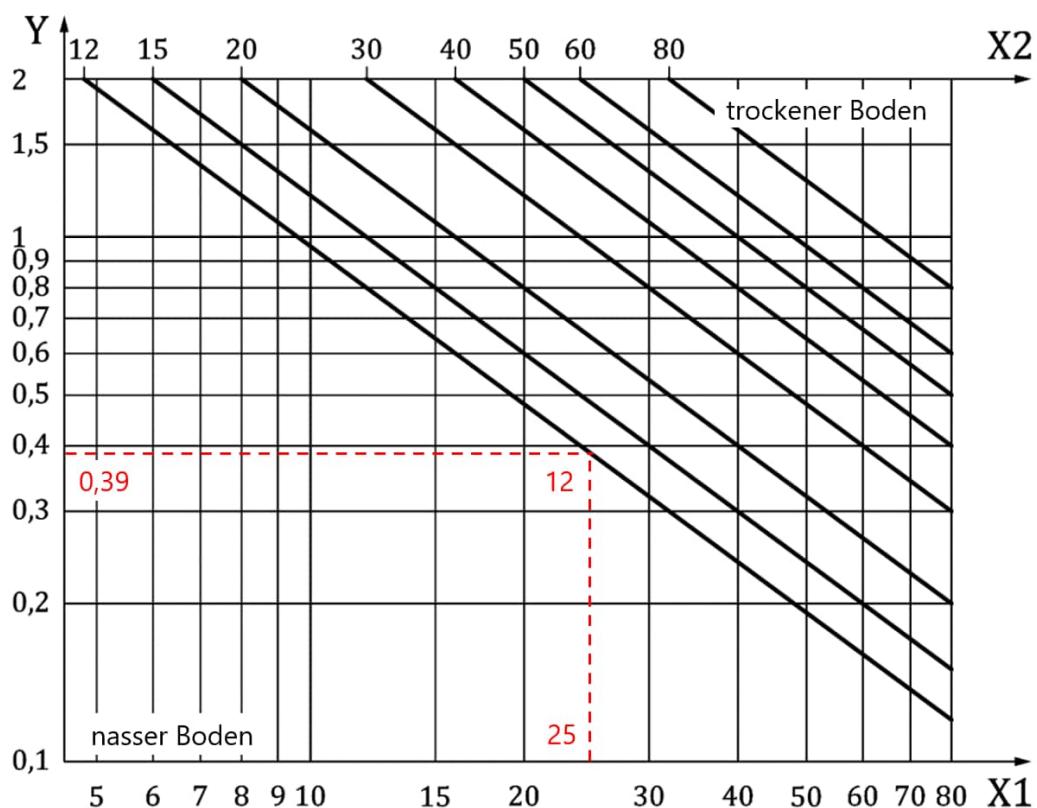
Die Verdichtungsempfindlichkeit von Böden wird gemäß DIN 19639 beschrieben und unterscheidet zwischen Bearbeitbarkeit und Befahrbarkeit. Diese hängt von Faktoren wie bodenphysikalischen Parametern, Auflast und Anzahl der Befahrungen ab.

Um die aktuelle Verdichtungsempfindlichkeit zu bewerten, wird die Wasserspannung (Porenwasserdruck bzw. Saugspannung) ermittelt. Dies geschieht entweder mit der Fingerprobe/dem Ausrolltest,

durchgeführt von einer fachkundigen Person, oder mittels Tensiometerstationen (weiterführende Information unter DIN EN ISO 11276 Bodenbeschaffenheit-Bestimmung des Porenwasserdrucks-Tensiometerverfahren) in repräsentativen Böden des Baubereichs. Dies ist eine zuverlässige Methode, um die zulässige Einsatzgrenze von Maschinen zu bestimmen und dient den Bauausführenden als Orientierungshilfe für die Bodenarbeiten.

Die DIN 19639 empfiehlt die Verwendung eines Nomogramms, um den maximal zulässigen Kontaktflächendruck von Maschinen auf Böden unter Berücksichtigung der aktuellen Saugspannung (cbar) zu ermitteln (Abbildung 6). Dadurch wird festgelegt, welches Gerät, mit welchem Auflastgewicht, auf der Baustelle verwendet werden darf. Oberflächenbefahrungen sind bei Saugspannungen von < 12,4 cbar nur auf Lastverteilungssystemen (LVS) zulässig. Direkte Befahrungen des Unterbodens sind nicht zulässig und dürfen nur unter Verwendung von Lastverteilungselementen erfolgen.

Zum Schutz vor baubedingten Bodenverdichtungen werden verschiedene Vermeidungsmaßnahmen empfohlen. Dazu gehören der Einsatz von Lastverteilungsplatten (LVP), die Anpassung der Bauzeiten an trockene Witterungsperioden, die Verwendung von bodenschonenden Laufwerken (z.B. Kettenfahrzeuge oder Radfahrzeuge mit Breit- und Terrareifen) [8] und die Bewahrung der intakten Grasnarbe. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, den spezifischen Bodendruck zu reduzieren.



Legende: X_1 Einsatzgewicht [t]; X_2 Saugspannung [cbar]; Y Flächenpressung [kg/cm^2]

Einsatzgrenze: Einsatzgewicht [t] \times Flächenpressung [kg/cm^2] $\times 1,25 =$ Saugspannung [cbar]

Beispiel: $25 \text{ t} \times 0,39 \text{ kg}/\text{cm}^2 \times 1,25 \approx 12 \text{ cbar}$

Abbildung 6: Nomogramm zur Ermittlung der maximal zulässigen Flächenpressung von Maschinen auf Böden, entnommen und modifiziert aus DIN 19639. Das Beispiel zeigt, dass ein Bagger mit einem

Einsatzgewicht von 25 t mit einer Flächenpressung von 0,39 kg/cm² ab einer Wasserspannung von 12 cbar einsetzbar ist.

Sollte die Belastungsgrenze dennoch überschritten und eine Verdichtung des Bodens verursacht worden sein, müssen die betroffenen Arbeitsflächen saniert werden.

Die Bearbeitbarkeit des Bodens ist nur bei Saugspannungen von >12,4 cbar gegeben, was Konsistenzen im steifen, halbfesten oder festen Bereich entspricht. Dabei ist zu beachten, dass der Aushub im Löffel mindestens steif oder rieselfähig sein muss. Böden sind bei niedrigeren Saugspannungen nicht bearbeitbar. Nach nassen Witterungsperioden muss der Boden ausreichend abgetrocknet sein, um die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit zu erreichen (vgl. Anlage 3). Im Bauablauf sind Pufferzeiten für einen witterungsabhängigen Bodenaushub und weitere Bodenarbeiten einzuplanen. Um Baustillstände zu vermeiden, kann je nach geplanter Bauzeit ein vorgezogener Bodenaushub bei trockenen Bodenverhältnissen unter Berücksichtigung der örtlichen Erosionsgefährdung in Betracht gezogen werden. Sollten die Gräben nicht unmittelbar wieder geschlossen werden können, müssen die Grabenwände mit Jutematerial abgedeckt werden, um Erosion zu verhindern. Die Rückverfüllung hat grundsätzlich so zeitnah wie möglich zu erfolgen. Schweres Arbeitsmaterial (> 0,5 kg/cm²) ist auf Lastverteilungssystemen zu lagern, um den Boden vor Verdichtungen zu schützen.

Lastverteilungssysteme

Zur Vermeidung von Bodenschäden durch wiederholte Befahrung und Lagerung von schwerem Material ist die BE-Fläche mit Lastverteilungsplatten auszulegen. Es ist wichtig, dass Niederschlagswasser abfließen kann, um eine übermäßige Bodenfeuchtigkeit und Einschränkungen der Befahrbarkeit zu verhindern. Auch im Hinblick auf spätere Teilversiegelung des Bereichs ist die Funktionsfähigkeit des Bodens zu erhalten, sodass das verdrängte Aushubmaterial einer ordnungsgemäßen Verwendung zugeführt werden kann.

Im Zeitraum von November bis April sind häufig sehr feuchte bis nasse Bodenverhältnisse zu erwarten. Gemäß DIN 19639 ist ein direktes Befahren des Bodens unter diesen Bedingungen unzulässig. Die Planung sieht aktuell eine Bauphase in Q4 2025 bzw. Q1 2026 vor, demnach innerhalb der kritischen Witterungsphase (Quelle: AG). Falls die Fläche in Zeiten von unvorteilhaften Bodenverhältnissen befahren werden sollte, sind ebenso Lastverteilungssysteme auszulegen. Dies ist besonders relevant in Bereichen, auf denen die erwarteten Kontaktflächendrücke der eingesetzten Maschinen die Tragfähigkeit des Bodens übersteigen. Insbesondere bei wiederholten Überfahrten mittels Baumaschinen zwischen den Modulreihen und auf den Wartungswegen sind Bodenverdichtungen wahrscheinlich. Zum Schutz davor können Lastverteilungssysteme wie mineralische Baustraßen oder Lastverteilungsplatten aus Metall, Kunststoff oder Aluminium verwendet werden.

Die geschlossene Vegetationsdecke gilt es zu bewahren, um die Tragfähigkeit (bezogen auf die temporäre Nutzung) des Bodens zu verbessern.

Sollten dennoch Bodenfunktionsbeeinträchtigungen durch die Baumaßnahmen entstehen, so wird in Abstimmung mit der zuständigen Behörde für Bodenschutz ein Sanierungskonzept entwickelt.

4.5 Vermeidung stofflicher Einträge

Die eingesetzten Maschinen können wassergefährdende Treib- und Schmierstoffe verlieren, weshalb diese einer regelmäßigen Inspektion zu unterziehen sind. Sie dürfen nicht auf ungeschütztem Boden geparkt oder betankt werden. Grundsätzlich sind ausreichend Ölbindemittel und Ölauffangwannen vorzuhalten und das Baustellenpersonal über die korrekte Anwendung zu informieren. Sollten dennoch wassergefährdende Treib- und Schmierstoffe in den Boden gelangen, sind diese umgehend mit geeigneten Bindemitteln zu fassen und die entsprechenden Meldeketten (Feuerwehr, Umweltamt etc.) zu informieren. Der Vorfall ist der entsprechenden Bodenschutzbehörde zu melden und der Boden in Absprache mit der Behörde zu sanieren. Für die Sanierung ist für diesen Fall in der Regel ein Austausch des belasteten Materials notwendig. Ein Austausch ist erst nach Rücksprache mit einer bodenfachkundigen Person bzw. der zuständigen Behörde durchzuführen.

Durch das Vorhalten von Löschwasser ist ein wichtiger Schutzaspekt vor Batteriebränden umgesetzt. Um Leckagen und weiteren Risiken vorzubeugen, werden jedoch zusätzliche Maßnahmen empfohlen. Dazu gehören die Installation robuster und chemisch beständiger Gehäuse und Abdichtungen für die Batteriespeichersysteme, um Leckagen zu minimieren und Schäden zu verhindern. Regelmäßige Inspektionen und Wartungen der Batterien und Sicherheitseinrichtungen sind ebenfalls essenziell. Ausführliche Notfallpläne für den Umgang mit Leckagen und Bränden sind zu entwickeln.

Darüber hinaus sollte der Einsatz umweltfreundlicher Batterietechnologien und weniger schädlicher Materialien in Betracht gezogen werden, um die Risiken weiter zu minimieren. Durch diese zusätzlichen Maßnahmen können die negativen Auswirkungen der Batteriespeichersysteme auf das Schutzgut Boden erheblich reduziert werden.

Verpackungsmaterialien sind umgehend nach der Lieferung zu entfernen. In die Fläche eingetragene Fremd- und Störstoffe sind bei Bedarf händisch aufzusammeln und zu entsorgen. Der Bettungssand muss so gelagert und gehandhabt werden, dass keine Vermischung mit dem Oberboden erfolgt. Zudem muss sichergestellt werden, dass der Bettungssand frei von Schadstoffen ist.

4.6 Vermeidung von Erosion

Der Bau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) kann während starken oder langanhaltenden Regenfällen Bodenerosion verursachen oder verstärken. Dies geschieht durch konzentrierten Niederschlag auf den Modulflächen und Lastverteilungsplatten. Bei einer Geländeneigung von bis zu 5% und der hohen Erodierbarkeit des Oberbodens (gemäß KA6) sind gezielte Maßnahmen erforderlich.

Es ist für den Erosionsschutz entscheidend die intakte Grasnarbe zu erhalten. Zudem gilt es Bodenverdichtungen zu vermeiden, da sie unkontrollierten Wasserabfluss begünstigen.

Die Planung sieht vor, zwischen den Modulen ausreichende Abstände einzuhalten, um einen Regenwasserabfluss zu ermöglichen. Zudem sollen maximal zwei Module übereinander montiert werden, um den Wasserabfluss zu minimieren.

Praktische Maßnahmen gegen Erosion umfassen den Einsatz von Strohballen als Filter zur Verlangsamung des Wasserabflusses und die dauerhafte Begrünung von Abflussbahnen.

4.7 Nachsorgende Bodenschutzmaßnahmen

Die Nachsorge im Bodenschutz zielt darauf ab, die Böden dauerhaft zu stabilisieren und ihre ursprünglichen Funktionen wiederherzustellen. Dies beinhaltet die Rekultivierung temporär genutzter Flächen und den Aufbau von Böden auf Abgrabungs- oder Auftragsflächen (BE-Flächen, Kabelgräben). Die konkreten Maßnahmen des nachsorgenden Bodenschutzes sind in Absprache mit einer bodenfachkundigen Person anzupassen. Dabei sind auch die feuchtigkeitsabhängigen Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit zu berücksichtigen (vgl. Anlage 4).

Im Falle von Bodenverdichtungen, die während der Bauausführung entstanden sind, sind nachsorgende Maßnahmen anzusetzen. Ein Nachweis über die Verdichtungen ist nach DIN 19662 [7] mit dem Handpenetrometer oder über Handschürfe möglich. Die Rekultivierung ist in Abstimmung mit dem Landwirt anzustreben. In der Regel ist eine Rekultivierung auf 3 Jahre angesetzt. Der Anhang H der DIN 19639 in Verbindung mit DIN 18915 Anhang E, dient als Orientierung für mögliche Kulturen, deren Auswahl mit der bodenkundlichen bzw. ökologischen Baubegleitung abzustimmen ist. Durch den Anbau tiefwurzelnder Kulturen wie beispielsweise Luzerne oder Lupine können Oberbodenverdichtungen behoben und das Bodengefüge stabilisiert werden.

Nach Abschluss der Bauarbeiten der PV-FFA erfolgt eine Abnahme in Anwesenheit des Grundstückseigentümers, des Bauherrn und einer bodenfachkundigen Person. Ein Abnahmeprotokoll wird erstellt und von allen Beteiligten unterzeichnet. Sollten Mängel im Bodenzustand festgestellt werden, müssen diese in Absprache mit einer bodenfachkundigen Person behoben werden. Anschließend werden gemeinsam Rekultivierungsmaßnahmen und -ziele festgelegt und umgesetzt. Ziel ist es, mindestens die ursprüngliche Funktionsqualität wieder herzustellen.

5 Schlussbemerkung

Die in Planung befindliche Photovoltaik-Freiflächenanlage (PV-FFA) in Eisenbach ist aus bodenschutzfachlicher Sicht mit geringen negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden verbunden. Ziel dieses Bodenschutzkonzeptes ist es, bereits in der Planungsphase und auch zu späteren Zeitpunkten, gezielte Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu entwickeln, um die Funktionsvielfalt der beeinträchtigten Böden möglichst zu erhalten bzw. wieder herzustellen. Die wichtigsten Maßnahmen zum Bodenschutz sind im Bodenschutzplan (Anlage 1) dargestellt und beinhalten Vorgaben zur Lastverteilung.

Folgende Maßnahmen, die in Kapitel 4 ausführlich erläutert und untenstehend nochmals kurz zusammengefasst wurden, sind im Rahmen der Bauausführung zu beachten:

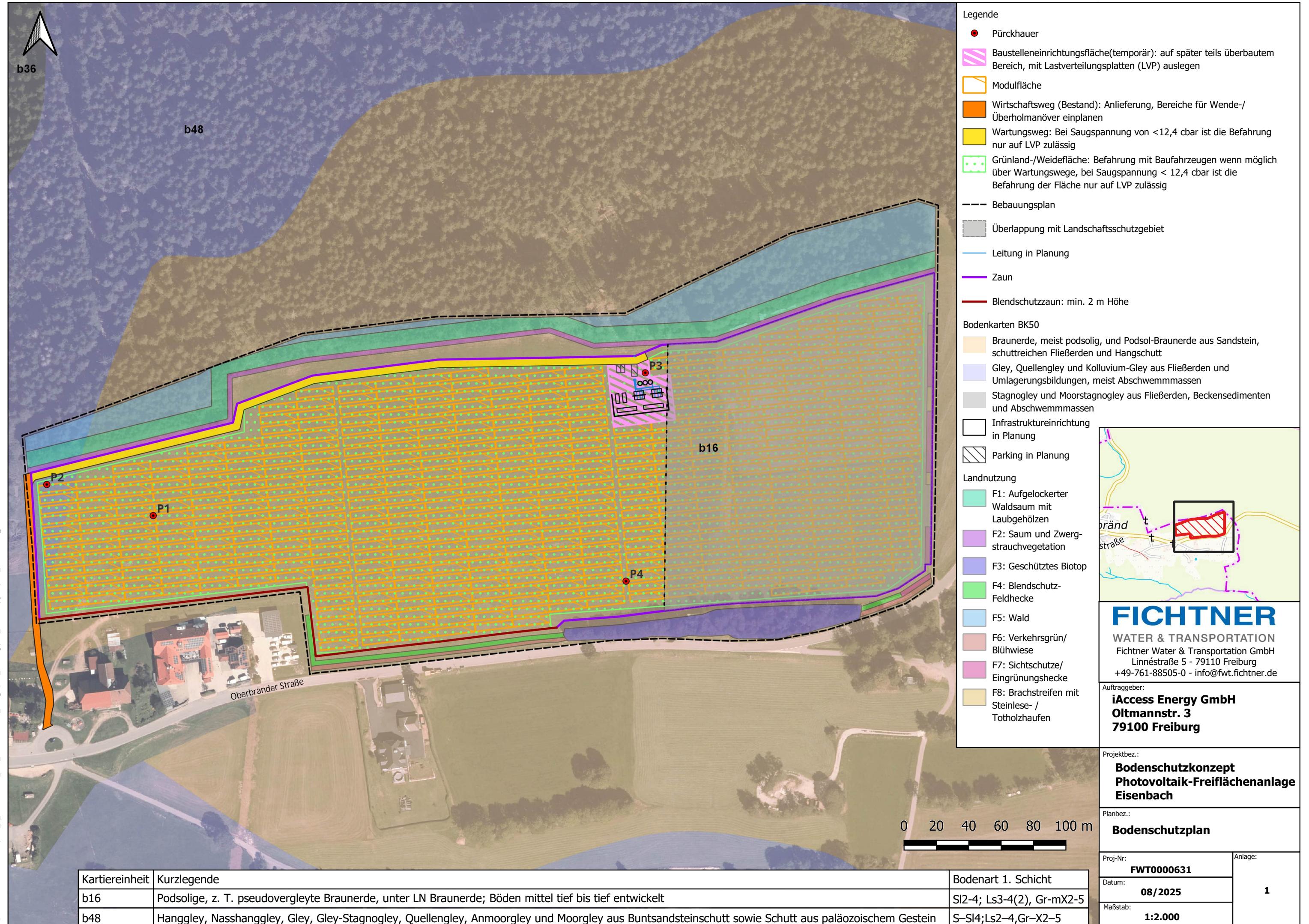
- Minimierung der Flächeninanspruchnahme
- Information der Baubeteiligten über fachgerechte Bauausführung im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes
- Horizontweiser Aushub und getrennte Lagerung von Bodenmaterial
- Vermeidung von Verdichtung durch Berücksichtigung des tatsächlichen maximalen Kontaktflächendrucks in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte
- Verhinderung stofflicher Einträge
- Nachsorge - Lockerung, Rekultivierung und Ansaat

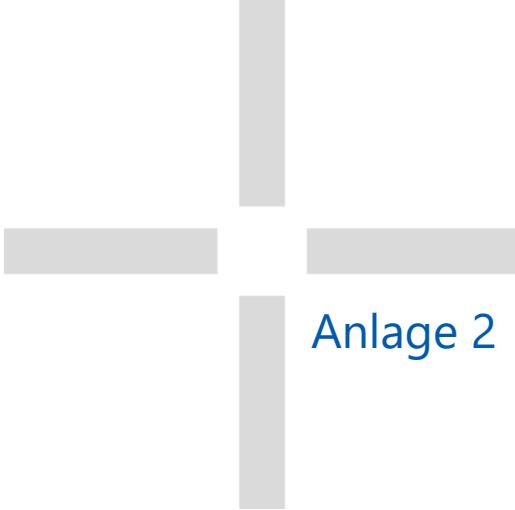
Unvermeidbare Auswirkungen des Projekts umfassen die Neuversiegelung von Flächen für die benötigte Infrastruktur zum Betreiben der Anlage (Trafostation, Wechselrichter-Kombistation, Speichereinheiten, Zaunfundament, Löschwasservorhaltetanks, zentrale Anschlusskästen, Aufständnerungen Modultische). Es werden 220 m² vollständig versiegelt und durch das Anlegen eines Schotterwegs auf einer Fläche von insgesamt ca. 1050 m² teilweise bis überwiegend versiegelt. Die geplante Baustelleneinrichtungsfläche befindet sich im Bereich dieser zukünftigen Neuversiegelung, wodurch eine bauablaufabhängige Mehrfachnutzung entsteht.

Durch das wiederholte Befahren der Fläche zur Verteilung der Module und Stützen kann es zu schädlichen Bodenverdichtungen kommen. Diese können verhindert werden, wenn die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit (vgl. Anlage 4) eingehalten und die relevanten Bodenschutzmaßnahmen berücksichtigt werden. Das Bewahren der intakten Grasnarbe der Fläche trägt zusätzlich zur Stabilisierung der Bodenoberfläche und zum Schutz vor Erosion bei. Nach derzeitigem Kenntnisstand startet der Bau im Zeitraum Q4 2025 bzw. Q1 2026. Dadurch können sehr feuchte Bodenverhältnisse überwiegen und eine Befahrung auf dem begrünten Oberboden mit den geplanten Maschinen nicht durchgehend möglich sein. Im Falle von sehr feuchten Bodenverhältnissen sind Schutzvorkehrungen (Lastverteilungselemente, Pufferzeiten) zu treffen und die Befahrungen auf ein Minimum zu reduzieren.



Anlage 1 Bodenschutzplan





Anlage 2 Infoblätter zur
Kartiereinheit nach BK 50,
LGRB 2024

b16 Podsolige Braunerde aus sandsteinreichen Fließberden
Verbreitet auftretende Böden

Bodenformgruppe	b-B16	
Flächenanteil	70–90 %	
Nutzung	vorherrschend Nadelwald, vereinzelt LN	
Relief	schwach bis mittel geneigte Hänge und ebene bis schwach geneigte Randbereiche der Buntsandsteinplatten im Baarschwarzwald	
Bodentyp	podsolige, z. T. pseudovergleyte Braunerde, unter LN Braunerde; Böden mittel tief bis tief entwickelt	
Ausgangsmaterial	steinige und Blöcke führende Fließberden (lösslehmarme, sandige Decklage über schuttreicher Basislage), örtlich über Sandstein; stellenweise sandig-steinige Decklage über tonreicher Basislage (Oberer und Mittlerer Buntsandstein)	
	SI2–4; Ls3–4(2); Gr–mX2–5	3→10 dm
Bodenartenprofil	S–Ls3; St3–Tl; Lt3; Gr–mX3–6; (^s)	
Karbonatführung	karbonatfrei	
Gründigkeit	mittel tief bis tief, Unterboden stellenweise mäßig durchwurzelbar	
Waldhumusform	typischer Moder, stellenweise Rohhumus	
Humusgehalt	Oberbod. LN	mittel humos
	Unterboden	sehr schwach humos
Bodenreaktion	LN	keine Angabe möglich, da Bodenformgruppe unter LN bzw. unter Wald nicht auftritt oder pH-Bereich nicht bekannt ist
	Wald	sehr stark sauer
Bodenschätzung	keine Angabe	
Musterprofile	keine Angabe	

Begleitböden

vereinzelt flach entwickelte podsolige Braunerde und Podsol-Braunerde; örtlich Braunerde und Pseudogley-Braunerde aus lösslehmhaltigen Fließberden (b-B15, Kartiereinheit b13); in Mulden und an konkaven Hängen vereinzelt podsolige Gley-Braunerde und Gley-Stagnogley; in Flachlagen und Mulden Pseudogley (b-S02, Kartiereinheit b32) und Stagnogley (b-SS01, Kartiereinheit b35); unterhalb von Stagnogley-Flächen vereinzelte Vorkommen von Ockererde; unter landwirtschaftlicher Nutzung oft Regosol und Ranker mit Übergängen zur Braunerde; in schmalen Muldentälern Gley-Braunerde, Braunerde-Gley und Gley aus Decklage oder holozänen Umlagerungsbildungen über lehmig-sandigem Sandsteinschutt oder Fließberden

Kennwerte

Feldkapazität	gering (170–210 mm)	
Nutzbare Feldkapazität	mittel (90–140 mm)	
Luftkapazität	mittel	
Wasserdurchlässigkeit	mittel bis hoch	
Sorptionskapazität	gering bis mittel (90–110 mol/z/m ²)	
Erodierbarkeit	keine Angabe, Kartiereinheit tritt nicht oder nur selten unter Ackernutzung auf	

Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)

Standort für naturnahe Vegetation	keine hohe oder sehr hohe Bewertung	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit	mittel (2.0)	
Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	LN: mittel bis hoch (2.5)	Wald: hoch bis sehr hoch (3.5)
Filter und Puffer für Schadstoffe	LN: gering (1.0)	Wald: gering (1.0)
Gesamtbewertung	LN: 1.83	Wald: 2.17

Verbreitung und Besonderheiten

weit verbreitete Kartiereinheit in den bewaldeten Randbereichen der Buntsandstein-Plateaus und -Riedel im Baarschwarzwald

b48 Hanggley, Nasshanggley, Gley, Gley-Stagnogley, Quellengley, Anmoorgley und Moorgley aus Buntsandsteinschutt sowie Schutt aus paläozoischem Gestein
Verbreitet auftretende Böden

Bodenformgruppe	b-G02	
Flächenanteil	50–80 %	
Nutzung	Wald, Grünland	
Relief	schwach bis stark geneigte Hänge, flache Talanfangsmulden, hängige Muldentälchen, Nischen und Verflachungen, oft im Übergangsbereich vom Buntsandstein zum Grundgebirge	
Bodentyp	Hanggley, Nasshanggley, Gley, Quellengley, Anmoorgley und Moorgley	
Ausgangsmaterial	Hangschutt aus Buntsandstein und/oder paläozoischem Gestein; örtlich geringmächtiger Hangschutt über Anstehendem oder Zersatz des Grundgebirges; stellenweise dünne Decke aus lehmig-sandigen holozänen Abschwemmmassen	
Bodenartenprofil	S-SI4; Ls2–4, Gr-X2–5	4→10 dm
	(S-SI3, Gr-gX6; 's)	
Karbonatführung	karbonatfrei	
Gründigkeit	mittel tief bis tief, Unterboden schlecht durchwurzelbar	
Waldbodusform	Feuchtmoder bis Feuchtrohhumus, stellenweise Anmoor	
Humusgehalt	Oberbod. LN	stark humos bis sehr stark humos, stellenweise anmoorig
	Unterboden	sehr schwach humos bis schwach humos
Bodenreaktion	LN	mittel sauer bis stark sauer
	Wald	stark sauer bis sehr stark sauer
Bodenschätzung	ISIIlb4, ISIIIc3, ISIIIc4, LIIlb4, SIIc4, MoSc4, MoLc4	
Musterprofile	keine Angabe	

Begleitböden

untergeordnet, auf Verflachungen, Stagnogley und Moor-Stagnogley; vereinzelt Braunerde, podsolige Braunerde (b-B09, Kartiereinheit b18), Braunerde-Podsol, Podsol (b-P01, Kartiereinheit b28), Braunerde-Hanggley, Podsol-Gley, Anmoorquellengley, Moorquellengley und Hochmoor

Kennwerte

Feldkapazität	gering bis mittel (150–350 mm)	
Nutzbare Feldkapazität	mittel bis hoch (90–160 mm)	
Luftkapazität	mittel bis hoch	
Wasserdurchlässigkeit	hoch bis sehr hoch	
Sorptionskapazität	gering bis mittel (50–200 mol/z/m²)	
Erodierbarkeit	keine Angabe, Kartiereinheit tritt nicht oder nur selten unter Ackernutzung auf	

Bodenfunktionen nach "Bodenschutz 23" (LUBW 2011)

Standort für naturnahe Vegetation	hoch bis sehr hoch	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit	gering bis mittel (1.5)	
Ausgleichskörper im Wasserkreislauf	LN: hoch (3.0)	Wald: sehr hoch (4.0)
Filter und Puffer für Schadstoffe	LN: gering (1.0)	Wald: gering (1.0)
Gesamtbewertung	LN: 3.50	Wald: 3.50

Verbreitung und Besonderheiten

zahlreiche kleinfächige Vorkommen an Hängen und in Muldenanfängen und Kerbtälern, oft im Übergangsbereich vom Buntsandstein zum Grundgebirge; im westlichen Baarschwarzwald auch großflächigere Vorkommen



Anlage 3 Fotodokumentation der Ortsbegehung

Fotodokumentation

Fläche zukünftige PV FFA



Bild 1:
Fläche für Zufahrtsbereich, Stellplatz,
Trafostation und
Batterien,
nördliche Fläche

Blickrichtung NO

(24.07.2025)



Bild 2:
Fläche für Zufahrtsbereich, Stellplatz,
Trafostation und
Batterien,
nördliche Fläche

Blickrichtung S

(24.07.2025)



Bild 3:
Südliche Fläche

Blickrichtung SO

(24.07.2025)

Fotodokumentation



Bild 4:
Südliche Fläche

Blickrichtung NO
(24.07.2025)



Bild 5:
Südliche Fläche

Blickrichtung W
(24.07.2025)



Bild 6:
Wirtschaftsweg, west-
liche Fläche

Blickrichtung S
(24.07.2025)

Fotodokumentation



Bild 7:
Westliche Fläche
Blickrichtung O
(24.07.2025)



Bild 8:
Wirtschaftsweg, west-
liche Fläche
Blickrichtung N
(24.07.2025)



Bild 9:
Nordwestliche Fläche
Blickrichtung S
(24.07.2025)

Fotodokumentation



Bild 10:
Nordwestliche Fläche
(Fläche zukünftiger
Wirtschaftsweg)
Präsenz von Feuchte-
zeigern
Blickrichtung S
(24.07.2025)



Bild 11:
Nordwestliche Fläche
Blickrichtung S
(24.07.2025)



Bild 12:
Nördliche Fläche,
entfernte Grasnarbe
Blickrichtung O
(24.07.2025)

Fotodokumentation



Bild 13:
Nordöstliche Fläche
Blickrichtung NW
(24.07.2025)



Bild 14:
Nordöstliche Fläche
Blickrichtung S
(24.07.2025)



Bild 15:
Zufahrt Feldweg, süd-
östliche Fläche
Blickrichtung O
(24.07.2025)

Fotodokumentation



Bild 16:
Südöstliche Fläche,
links: Geschütztes
Biotopt

Blickrichtung W
(24.07.2025)



Bild 17:
Südliche Fläche,
rechts: Geschütztes
Biotopt

Blickrichtung NO
(24.07.2025)

Fotodokumentation Bodensondierungen



Bild 18:
Bodensondierung 1
(25.07.2025)
mittlere Fläche



Bild 19:
Bodensondierung 2
(25.07.2025)
nordwestliche Fläche



Bild 20:
Bodensondierung 4
(25.07.2025)
südliche Fläche



Anlage 4 Tabelle 2 aus 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 pF-Bereich lg hPa	cbar ^a	Feuchtestufe Bezeich-nung	Kurz-zeichen			
ko1	fest (hart)	nicht ausrollbar und knetbar, da brechend; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	staubig; helle Bodenfarbe, dunkelt bei Wasserzugabe stark nach	> 4,0	> 990	trocken	feu1	optimal	Bindige Böden: mittel bis ungünstig ^b Nicht bindige Böden: optimal	gering
Schrumpfgrenze										
ko2	halbfest (bröckelig)	noch ausrollbar, aber nicht knetbar, da bröckelnd beim Ausrollen auf 3 mm Dicke; Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch nach	Bodenfarbe dunkelt bei Wasserzugabe noch etwas nach	4,0 bis > 2,7	990 bis > 50	schwach feucht	feu2	gegeben	optimal	mittel
Ausrollgrenze										
ko3	steif (-plastisch)	ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zerbröckeln, schwer knetbar und eindrückbar, dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	Finger werden etwas feucht, auch durch Klopfen am Bohrer kein Wasseraustritt aus den Poren; dunkelt bei Wasserzugabe nicht nach	2,7 bis > 2,1	50 bis > 12,4	feucht	feu3	eingeschränkt, nach Nomogramm	eingeschränkt (ja, wenn im Löffel rieselfähig)	hoch
ko4	weich (-plastisch)	ausrollbar auf < 3 mm Dicke, leicht eindrückbar, optimal knetbar	Finger werden deutlich feucht, durch Klopfen am Bohrer wahrnehmbarer Wasseraustritt aus den Poren	2,1 bis > 1,4	12,4 bis > 2,5	sehr feucht	feu4	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	hoch
ko5	breiig (-plastisch)	ausrollbar, kaum knetbar, da zu weich, quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch	durch Klopfen am Bohrer deutlicher Wasseraustritt aus den Poren, Probe zerfließt, oft Kernverlust	≤ 1,4	≤ 2,5	nass	feu5	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem
Fließgrenze										
ko6	zähflüssig	nicht ausrollbar und knetbar, da fließend	Kernverlust	0	0	sehr nass	feu6	nur auf befestigten Baustraßen	nicht bearbeitbar, unzulässig	extrem

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

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