

Erfahrungen im Vorsorgenden Bodenschutz bei der Planung und Errichtung von Windenergieanlagen – Praxisbeispiele aus Hessen



Dr. Michael Link

Büro für multifunktionale Umweltplanung und Beratung (UP&B)

Email: michael.link@upb-service.de



Gesetzliche Grundlagen des Bodenschutzes

- Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)
- Bundes-Bodenschutz- und Altlasten-Verordnung (BBodSchV)
- Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz (HAltBodSchG)
- Bundes-Naturschutzgesetz (BNatSchG)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Baugesetzbuch (BauGB)
- Flurbereinigungsgesetz (FlurbG)
- ...

Gesetzliche Grundlagen des Bodenschutzes

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz



Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz

Anleitung zur Erstellung der Antragsunterlagen für
Windenergieanlagen



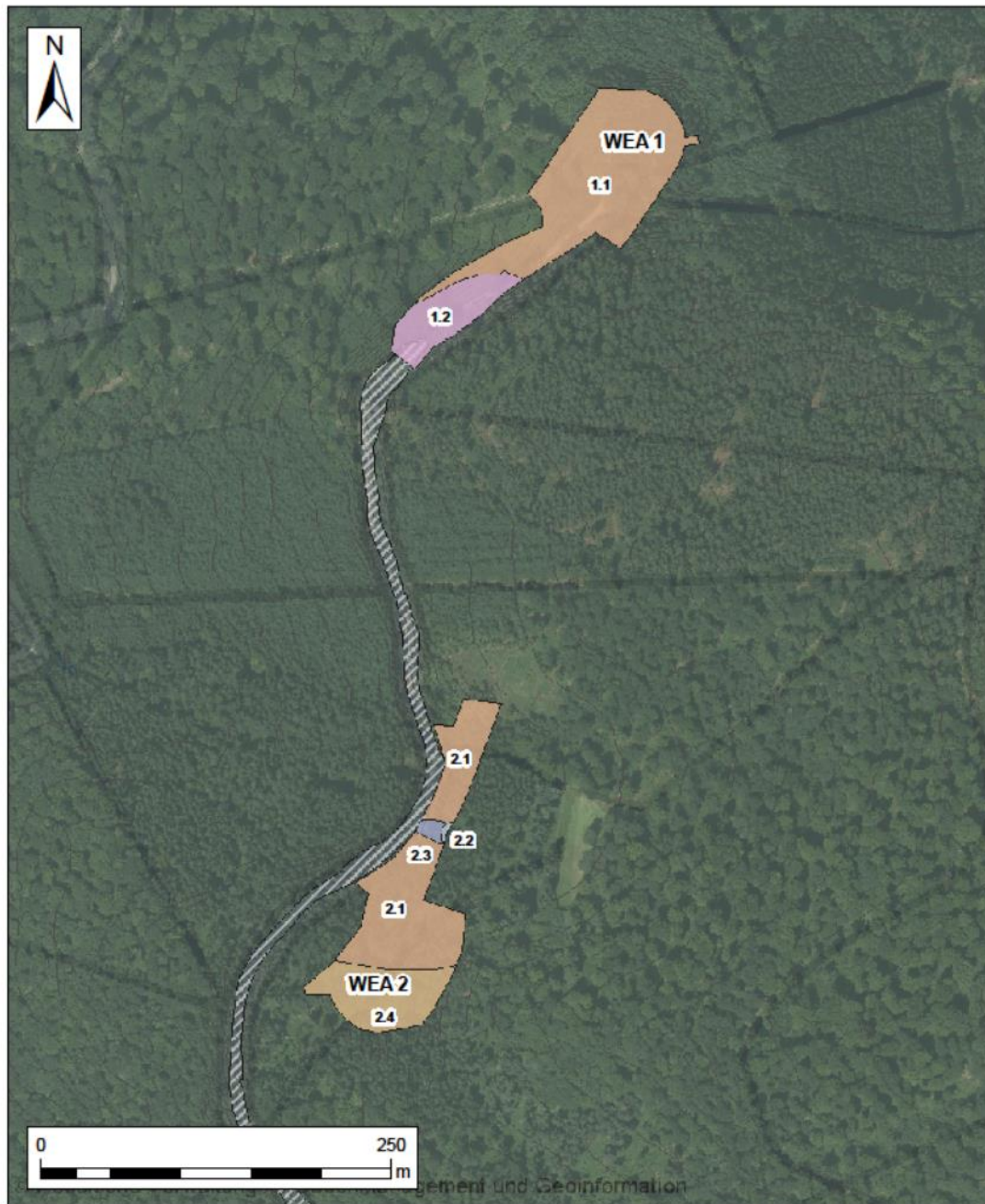
Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz



Arbeitshilfe

Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen













Erfassung der Bodeneinheiten auf den Flächen zweier konkreter Windenergieanlagen auf Grundlage der BK 50 in einem Waldgebiet (Darstellung in der Planungskarte im Maßstab 1 : 3.000)

Die Grundlage für die Erfassung der jeweiligen Böden im Gelände wird mittels Pürkhauerbohrer mit mindestens 6 Bohrungen pro Anlagenstandort gelegt. Es wird besonders bei heterogenen Bodenverhältnissen empfohlen, weitere Bohrungen durchzuführen.

Bodenformen der Bodeneinheiten

-  Braunerde, flachgründig
-  Braunerde sowie Podsol-Braunerde, flachgründig
-  Braunerde, flach bis mittelgründig
-  Braunerde, flach bis mittelgründig, teilw. kolluvial überprägt
-  Hang-Pseudogley, flachgründig
-  Hang-Pseudogley, mittelgründig, kolluvial überprägt
-  Kolluvisol, flachgründig
-  Zuwegung (nachrichtlich)



Beispiel für eine Pürkhauerbohrung an einem konkreten Standort im Bereich der Bodeneinheit 2.2 (siehe vorhergehende Folie)



Analyse und Bewertung getrennt nach Bodenfunktionen und Empfindlichkeit von Böden

Wertvolle Grundlage zur Beurteilung des Einsatzes angemessener Untersuchungsmethoden bietet der

Methodenkatalog der Ad-hoc-AG Boden zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen sowie der Archivfunktion des Bodens

(http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Netzwerke/Adhocag/Downloads/methodenkatalog.pdf%3F__blob=publicationFile&v=2)

Die Empfindlichkeit von Böden ist unter Beachtung der während der Errichtung von Windkraftanlagen auftretenden Wirkfaktoren einzustufen und zu bewerten.

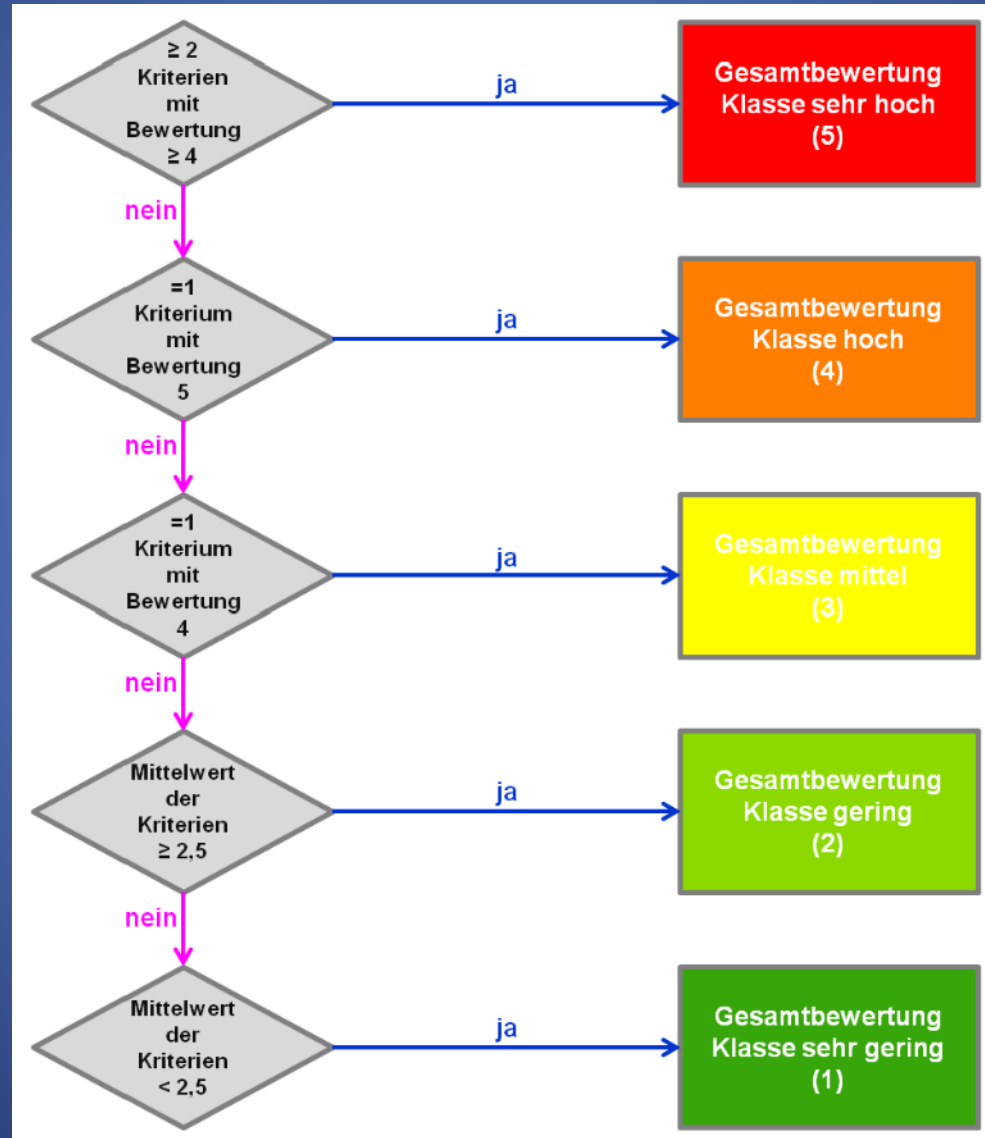
Hierbei sind insbesondere zu nennen:

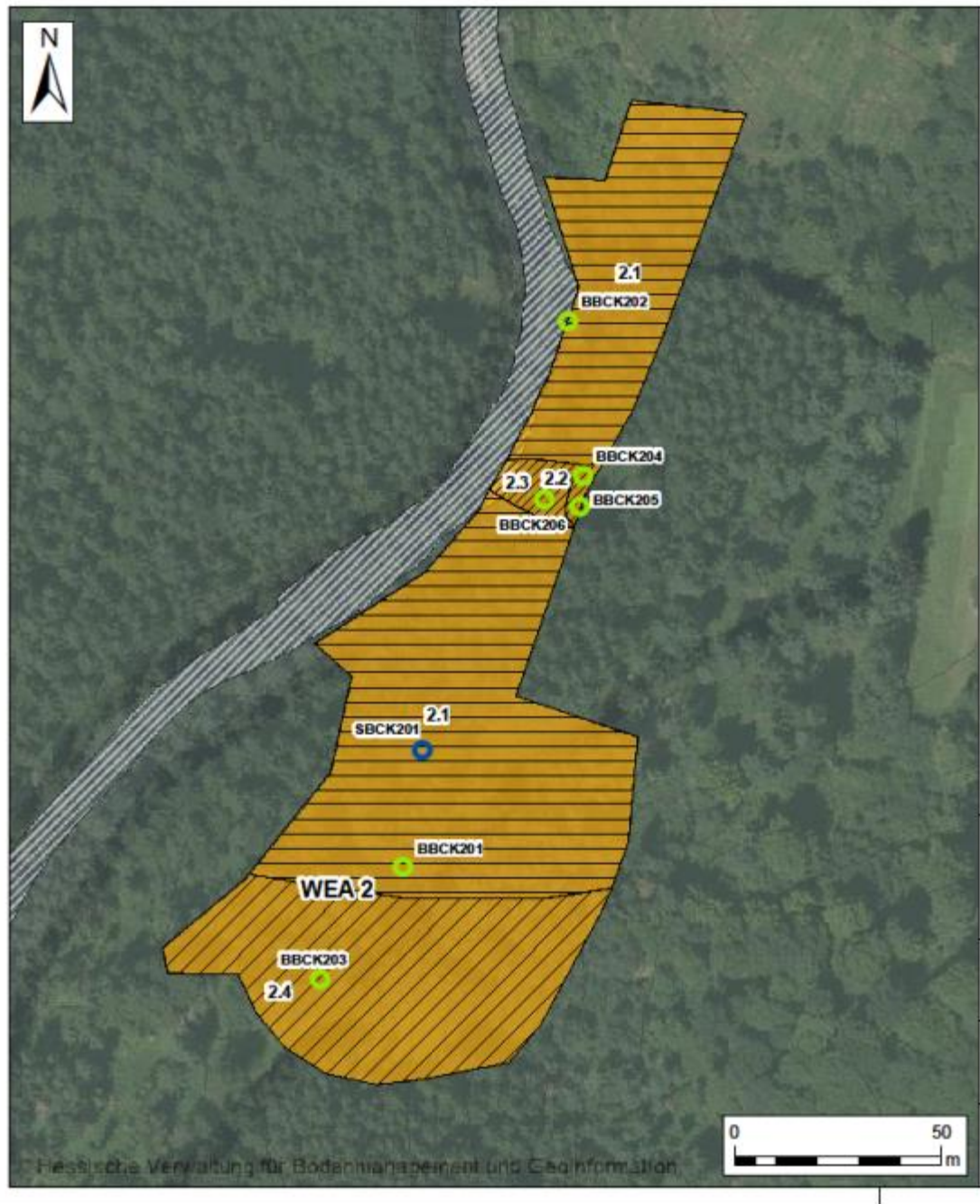
- **Bodenversiegelung,**
- **Bodenverdichtung bzw. mechanische Belastungen (Befahrung, Lagerung etc.),**
- **Auf- / Einbringung von Bodenmaterial auf bzw. in eine durchwurzelbare Bodenschicht,**
- **Bodenabtrag,**
- **Entwässerung,**
- **Grundwasserstandsänderung und**
- **Stoffeintrag.**

Für die Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen und Archivfunktionen des Bodens wurden folgende Parameter herangezogen:

- **Lebensraumfunktionen des Bodens (Standortpotenzial für natürliche Pflanzengesellschaften bzw. Biotopentwicklungspotenzial auf Basis nFKdB),**
- **Funktion des Bodens im Wasserhaushalt (Wasser-rückhaltevermögen),**
- **Rückhaltevermögen des Bodens (Nitratrückhaltevermögen) und**
- **Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kultur-geschichte.**




Schema der Gesamtbewertung der Bodenfunktionen (siehe HMUELV 2013)





Bewertung der Bodeneinheiten auf Grundlage der Erfassung der Böden im Gelände in einem Waldgebiet (Darstellung in der Planungskarte im Maßstab 1 : 1.000)

Wertebereiche Bodenempfindlichkeit


-  mittel (Wertstufe 3)
-  hoch (Wertstufe 4)
-  sehr hoch (Wertstufe 5)

Wertebereich Bodenfunktionen

-  mittel (Wertstufe 3)

 Bohrpunkt

 Kleinschurf

 Zuwegung (nachrichtlich)

Aus den Untersuchungsergebnissen abgeleitete, möglichst genau beschriebene und begründete Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen als Grundlage für einen fundierten Genehmigungsantrag

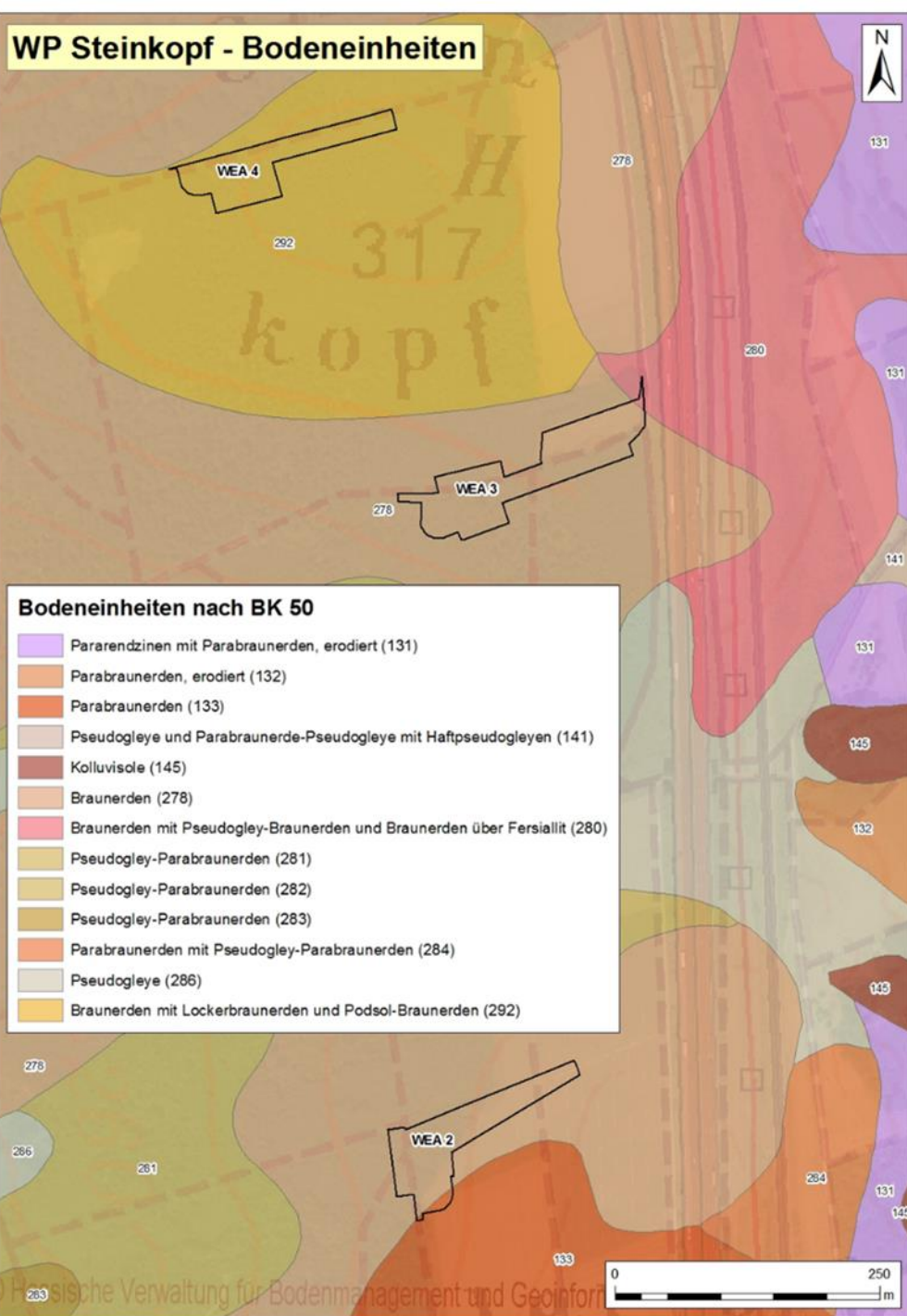
Nr.	Konflikt / Art der Beeinträchtigung	Kurzbeschreibung der Maßnahmen zum vorsorgenden physikalischen und chemischen Bodenschutz
V _B A	Verlust von Bodenfunktionen / Gefahr vermeidbarer Bodenschäden	Vermeidung von Bodenschäden bei Ausbau, Trennung und Zwischenlagerung von Böden Beschreibung ...
V _B B	Gefahr vermeidbarer Bodenverdichtungen	Abstimmung der Baumaßnahmen auf die Bodenfeuchte Beschreibung ...
V _B C	Gefahr vermeidbarer Bodenerosion	Vermeidung und Minimierung von Bodenerosion Beschreibung ...
V _B D ...	Gefahr vermeidbarer Bodenkontamination	Vermeidung von Stoffeinträgen während der Bauphase Beschreibung ...
V _B X	Gefahr vermeidbarer Bodenverdichtung	Vermeidung und Minimierung von Bodenverdichtungen während der Bauphase Beschreibung ...
V _B Y	Verlust von Bodenfunktionen	Wiederherstellung naturnaher Bodenverhältnisse (Rekultivierung) Beschreibung ...
V _B Z	Gefahr vermeidbarer Bodenschäden	Bodenkundliche Baubegleitung Beschreibung ...

Einsatz von Unterbodenstabilisatoren im WEA-Bau – Auswirkungen auf bodenchemische und bodenphysikalische Parameter

Alternativ zu dem herkömmlichen Verfahren mit Bodenaustausch und anschließender Verfüllung mit Schottermaterial bis zu einer Mächtigkeit von 80 cm zur Steigerung der Tragfähigkeit des Baugrunds, wird beim Bau von Windkraftanlagen seit einiger Zeit ein Verfahren zur sogenannten „qualifizierten Bodenverbesserung“ (qBV) angewandt. Diese Methode zur Stabilisierung des Unterbodens wurde ursprünglich für den Straßen- und Wegebau entwickelt.

Hierdurch stellt sich die Frage, welche Umweltrelevanz eine qualitative Unterbodenverbesserung bzw. Unterbodenstabilisation mittels Puzzolierung, d. h. dem Zusetzen von Bindemitteln zu natürlich gelagerten Unterböden, aus bodenchemischer und bodenphysikalischer Sicht nach sich zieht.

WP Steinkopf - Bodeneinheiten



Bodeneinheiten des Windparks Steinkopf auf Grundlage der BK 50

Die bodenphysikalische sowie bodenchemische Untersuchung zur Ermittlung der Umweltrelevanz einer qualifizierten Unterbodenverbesserung wurde am Beispiel der nördlichen WEA 4 durchgeführt.

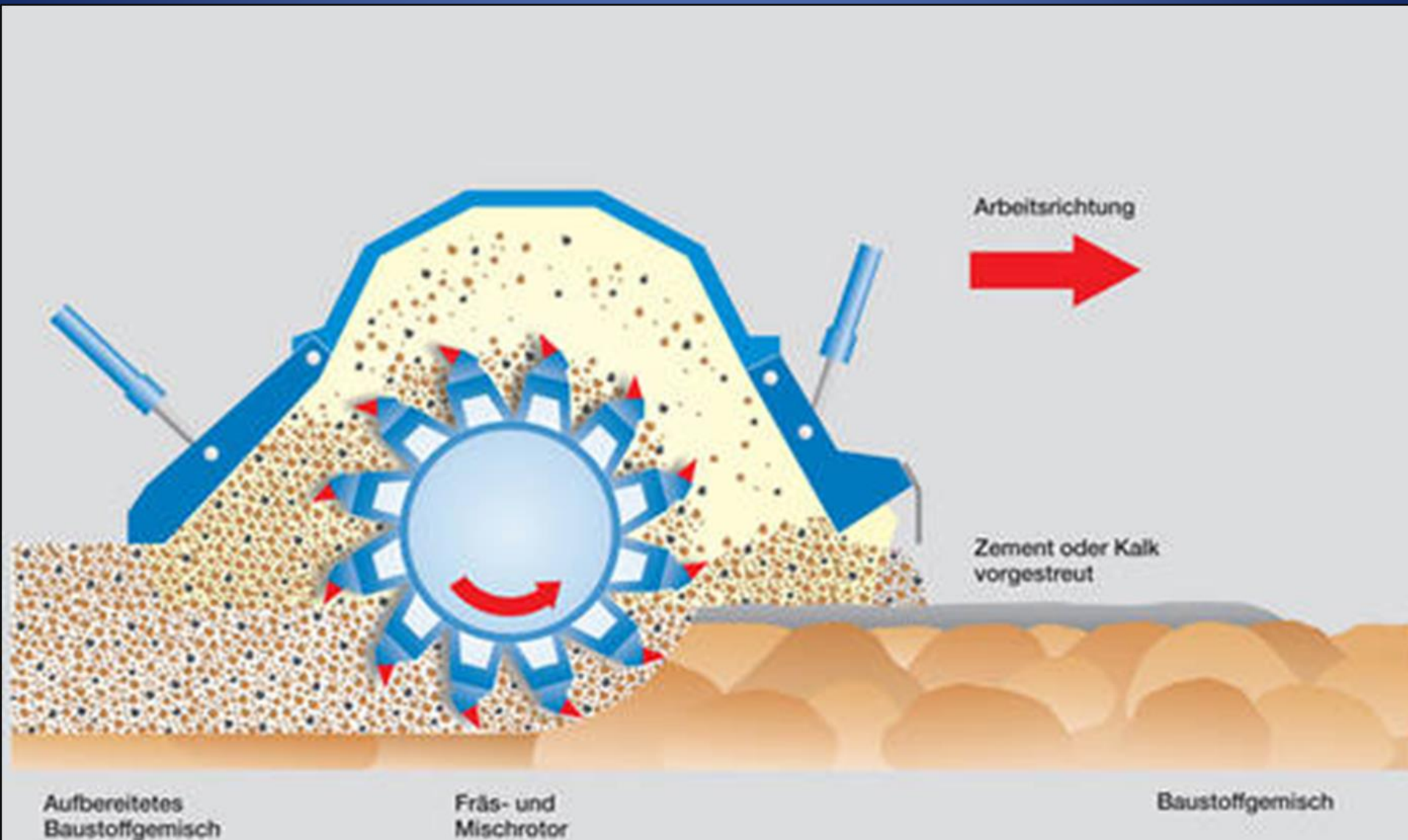
Für diesen Standort charakteristisch sind Braunerden mit Lockerbraunerden, wobei teilweise im Untergrund tiefgründige Schieferverwitterung bei unterschiedlichem Verwitterungsgrad ansteht.

Einsatz von Unterbodenstabilisatoren im WEA-Bau – Auswirkungen auf bodenchemische und bodenphysikalische Parameter

Von dem zu überbauenden Gelände wurde der Oberboden mit geeignetem Gerät abgezogen und so ein Grobplanum hergestellt. Danach wurde zur Verfestigung des Unterbodens ein Bindemittel – im vorliegenden Falle ein Gemisch aus 50 % Kalk und 50 % Zusatzstoff – mittels Streufahrzeug aufgebracht. Das Bindemittel wurde in einer Größenordnung von 5 % des Bodenvolumens (entspricht ca. 85 kg/m^3) auf die Bodenschicht unter dem abgezogenen Oberbodenhorizont aufgestreut.

Anschließend wurde das Bindemittel mit einer Hochleistungsfräse (siehe nächste Folien) bis zu einer Tiefe von 40 cm unter dem neu hergestellten Bodenplanum eingearbeitet.

Fräsverfahren zur Vermischung des anstehenden Bodenmaterials mit dem vorgesehenen Bindemittel





Aufbringung des Bindemittelgemischs mittels LKW-Streuer. Deutlich zu erkennen ist, dass der Boden durch vorhergehende starke Niederschläge bereits eine breiige Konsistenz angenommen hat.



Einfräsen des Bindemittelgemisches. Im Bildhintergrund ist die Baugrube zur Erstellung des WEA-Fundaments zu sehen.



Erster Verfestigungsschritt des Gemisches aus autochtonem Boden und Bindemittel mittels Schafffußwalze.

Das Gemisch aus autochtonem Boden und Bindemittel wird noch mit einer Deckschicht aus Schotter abgeschlossen. Das Abbinden des Boden-Bindemittel-Gemisches, die sogenannte Puzzolierung, dauert ca. 1 Monat. Danach ist die Fläche voll tragfähig und kann befahren werden.



Einsatz von Unterbodenstabilisatoren im WEA-Bau – Auswirkungen auf bodenchemische und bodenphysikalische Parameter

Um die möglichen, aus einer qualifizierten Bodenverbesserung eventuell entstehenden Umweltrisiken einstufen zu können, wurde ein Feldversuch angelegt, welcher natürlich gelagerten, autochtonen Unterboden mit den unterhalb von puzzolierten Bodenschichten sowie unterhalb von Schotterauflagen anstehenden Unterbodenhorizonten vergleicht.

In den Jahren 2016 und 2017 wurde unterhalb der Puzzolierungsschicht, an insgesamt vier voneinander unabhängigen Probenahmeterminen, Sickerwasser mittels Dränabfluss sowie durch Saugkerzen entnommen. Als Vergleich wurde das Sickerwasser eines autochtonen Unterbodens beprobt.

Einsatz von Unterbodenstabilisatoren im WEA-Bau – Auswirkungen auf bodenchemische und bodenphysikalische Parameter

Des Weiteren wurde die Verdichtungsneigung des Unterbodens unterhalb puzzolierter Bodenschichten denjenigen unter Schotter anstehenden Unterbodenschichten sowie autochtoner Unterböden gegenübergestellt.

Es zeigte sich, dass sowohl aus bodenchemischer als auch aus bodenphysikalischer Sicht keine Umweltrisiken einer Unterbodenstabilisation bei der Errichtung von Windkraftanlagen festzustellen sind.

Für weitere Projekte zum Bau von Windenergieanlagen wird angeregt, die jeweiligen Untersuchungen bei differierenden Standortbedingungen auf die örtlichen Bodenverhältnisse anzupassen.

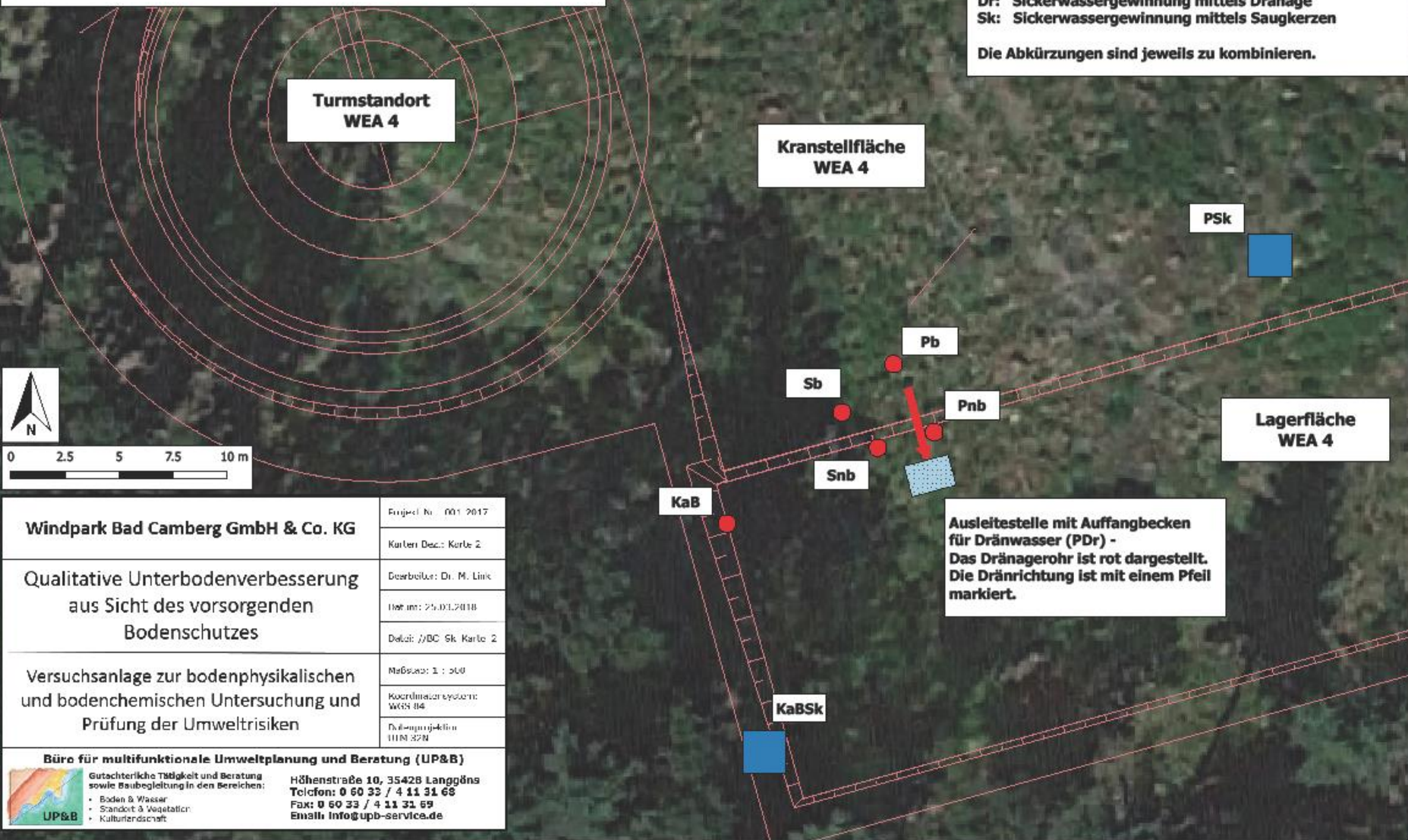
Versuchsanlage Windpark Bad Camberg - Steinkopf (WEA 4)

- Standorte für die Entnahme von Sickerwasser mittels Saugkerzen
- Profilpunkte für die bodenphysikalischen Untersuchungen
- Umgrenzung sowie Untergliederung des Anlagenstandorts WEA 4

Abkürzungen:

KaB: Kontrollfläche, autochtoner Boden
S: Schotterauflage ohne Unterbodenstabilisation
P: Unterbodenstabilisation mittels Puzzolierung
b: befahren
nb: nicht befahren
Dr: Sickerwassergewinnung mittels Dränage
Sk: Sickerwassergewinnung mittels Saugkerzen

Die Abkürzungen sind jeweils zu kombinieren.



Windpark Bad Camberg GmbH & Co. KG	Projekt Nr.: 001 2017
Qualitative Unterbodenverbesserung aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes	Karten Dez.: Karte 2
Versuchsanlage zur bodenphysikalischen und bodenchemischen Untersuchung und Prüfung der Umweltrisiken	Durchgeführt: Dr. M. Link
	Datum: 25.01.2018
	Detaill: /BO Sk. Karte 2
	Maßstab: 1 : 500
	Koordinatensystem: WGS 84
	Datumprojektion: UTM 32N
Büro für multifunktionale Umweltplanung und Beratung (UP&B)	
Gutachterliche Tätigkeit und Beratung sowie Baubegleitung in den Bereichen:	Höhenstraße 10, 35428 Langgöns
• Boden & Wasser	Telefon: 0 60 33 / 4 11 31 68
• Standort & Vegetation	Fax: 0 60 33 / 4 11 31 69
• Kulturlandschaft	Email: info@upb-service.de

Ausleitestelle mit Auffangbecken für Dränwasser (PDr) - Das Dränagerohr ist rot dargestellt. Die Dränrichtung ist mit einem Pfeil markiert.



Links ist die im Zuge der Unterbodenstabilisation Ende 2015 angelegte Drainage zu sehen. Hier wurde zu zwei im Abstand von 1 Monat stattfindenden Terminen Probewasser entnommen.

Bei einem vorgesehenen 3. Probestermin konnte wegen starker Trockenheit und aussetzender Sicherwasserbewegung kein Probewasser mehr entnommen werden.

Der Einbau im Bereich der puzzolierten Fläche gestaltete sich sehr schwierig und konnte nur mit einem Schlagbohrer erfolgen (siehe Bild unten).





Anlage zur Entnahme von Sicherwasser mittels Saugkerzen (oben: puzzolierte Probefläche, unten: Vergleichsfläche im Bereich autochton gelagerten Bodens)



Ergebnisse der bodenchemischen Laboruntersuchungen

			Kontrollfläche im Bereich autochtoner Bodenhorizonte		Durch Puzzolierung im Unterboden stabilisierte Versuchsflächen				Durch Laboruntersuchung ermittelte Basiswerte (HYGIENE-INSTITUT DES RUHRGEBIETS 2014)			Grenzwerte nach BBodSchV (2012) [mg/l]	Geringfügigkeits-schwellen nach LAWA (2017) [mg/l]
Proben-Nr. / Proben-Bez.			14.015 (UEG 2017a)	14.115 (UEG 2017b)	12.481 (UEG 2016a)	12.556 (UEG 2016b)	14.016 (UEG 2017a)	14.116 (UEG 2017b)	Dorosol C 30	Dorosol C 50	Dorosol C 70		
Nummer der Probefläche			KaBSk		PDr		PSk						
Art der Probenahme			Saugkerzen		Dränage		Saugkerzen		Prüfkörper				
Zeitraum der Probenahme			08/2017	10/2017	01/2016	02/2016	08/2017	10/2017	12/2013	12/2013	12/2013		
Leitfähigkeit		[µS/cm]	100	100	470	440	940	1.600	546	770	2.190	-	-
pH-Wert			7,10	7,30	7,92	9,65	8,40	11,70	11,30	11,48	12,00	-	-
Chlorid	Cl ⁻	[mg/l]	4,50	5,20	41,00	32,00	120,00	130,00	15,00	13,00	30,00	-	250,00
Fluorid	F ⁻	[mg/l]	< 0,15	< 0,50	1,20	0,82	0,45	< 0,50	0,12	0,28	0,13	0,75	0,90
Sulfat	SO ₄ ²⁻	[mg/l]	22,00	21,00	55,00	68,00	220,00	160,00	12,00	7,50	6,80	-	250,00
Aluminium	Al	[mg/l]	0,07	0,10	< 0,05	0,15	0,04	4,03	5,35	7,14	7,39	-	-
Blei	Pb	[mg/l]	< 0,005	< 0,005	< 0,001	< 0,010	< 0,005	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,025	0,0012
Bor	B	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	0,06	0,05	-	0,18
Natrium	Na	[mg/l]	6,60	5,60	20,00	24,00	94,00	117,00	11,70	21,50	27,90	-	-
Ammonium	NH ₄ ⁺	[mg/l]	0,24	< 0,05	0,12	0,43	1,90	2,80	0,28	0,54	0,06	-	-

Die im Sickerwasser unter den Flächen der drei Versuchsvarianten gemessenen, bodenchemischen Parameter sind in aller Regel als unbedenklich einzustufen. Im Prinzip liegt nur ein im Januar 2016 unter der puzzolierten Probefläche mittels Dränagewasser ermittelter Fluorid-Messwert in Höhe von 1,20 mg/l Sickerwasser geringfügig über den Grenzwerten. Bereits zum folgenden Entnahmeterrmin einen Monat später im Februar 2016, sinkt der Wert bei nun 0,82 mg/l Sickerwasser unter die Geringfügigkeitsschwelle von 0,90 mg/l nach LAWA (2017).

Bodenphysikalische Geländebestimmungen

Entnahme von Stechzylindern:

Um den Einfluss der Unterbodenstabilisation auf die physikalischen Bodeneigenschaften Lagerungsdichte und Gesamtporenvolumen der Bodenschicht unterhalb des puzzolierten Bodens im Vergleich zu der Schottervariante und dem unbehandelten Boden zu ermitteln, wurden 100-ml-Stechzylinder in jeweils dreifacher Wiederholung pro Untersuchungsvariante entnommen.

Bestimmung des Eindringwiderstands des Bodens hängt ab von:

- Bodenart,
- Lagerungsdichte,
- Einlagerungsverdichtung (Verfestigungen; z. B. Ortstein, Orterde etc.),
- Feuchte (Bodenwasserspannung),
- Scherfestigkeit,
- Humusgehalt sowie
- Grobbodengehalt.

Bereiche zur bodenphysikalischen Untersuchung

Oben Bildmitte: Kontrollfläche mit autochtonem Boden

Links: Schotterauflage ohne Unterbodenstabilisation

Unten Bildmitte: Unterbodenstabilisation mittels Puzzolierung



Links: Aufschluss der puzzolierten Probeflächen

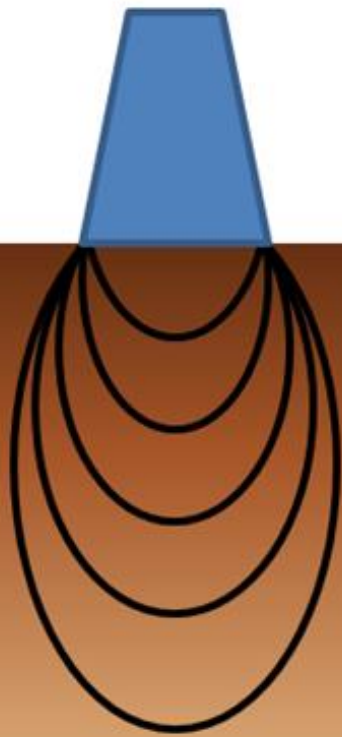


Mitte: Aufschluss der Kontrollfläche mit autochtonem Boden

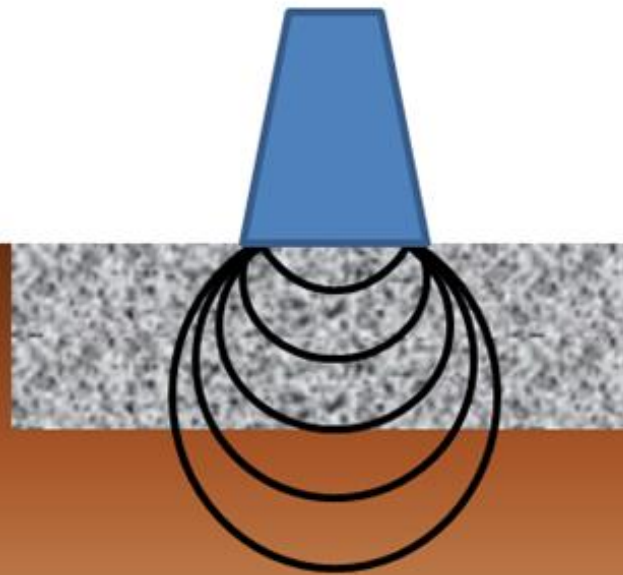
**Rechts: Aufschluss der Probefläche mit Schotterauf-
lage ohne Unterbodenstabilisation**



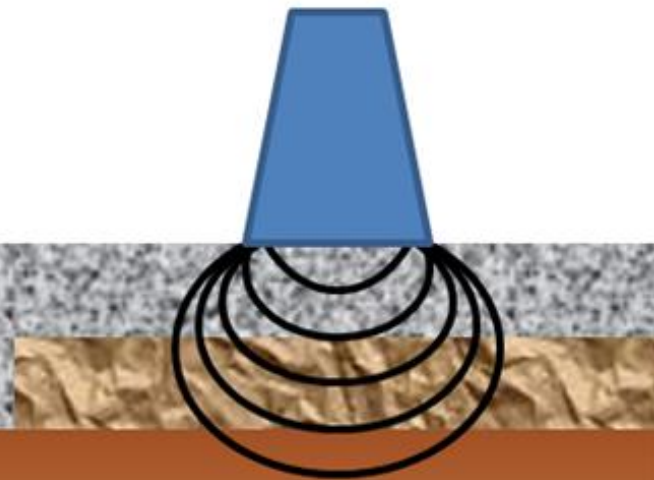
Schematische Darstellung der Druckverteilung (Druckzwiebeln) bei verschiedenen Varianten (gleiche Auflast) im Vergleich zur Kontrolle



Kontrolle unbehandelt



Geschotterte Fläche



Geschotterte Fläche,
Unterboden puzzoliert

Untersuchungs-varianten	Kontrollfläche im Bereich autochtoner Bodenhorizonte (KaB)	Schotterauflage ohne Unterbodenstabilisierung, nicht befahren (Snb)	Schotterauflage ohne Unterbodenstabilisierung, befahren (Sb)	Unterbodenstabilisierung mittels Puzzolierung, nicht befahren (Pnb)	Unterbodenstabilisierung mittels Puzzolierung, befahren (Pb)
Probennummer	BC05	BC04	BC02	BC01	BC03
Wiederholungen	Messwerte in kg/cm ²				
1	0,70	3,25	2,50	2,40	0,75
2	0,90	3,75	2,70	0,60	0,50
3	0,60	3,40	3,25	3,00	2,00
4	1,40	1,80	2,30	1,00	0,75
5	0,50	2,30	2,40	0,60	0,50
6	0,60	4,10	3,50	1,30	0,75
7	1,30	1,80	3,00	1,40	2,00
8	2,25	1,30	1,25	0,75	2,00
9	0,60	1,80	1,25	0,90	1,00
10	1,30	1,40	1,25	0,75	0,80
11	2,50	2,40	3,30	0,40	1,30
12	0,90	1,75	4,50	1,50	1,60
13	0,60	2,10	3,20	0,40	2,80
14	0,70	2,30	1,70	1,30	1,30
15	1,00	1,30	3,60	2,40	1,60
16	2,00	2,50	4,50	0,80	1,60
17	1,90	1,00	4,50	1,80	4,00
18	1,90	1,10	2,75	0,70	1,70
19	1,90	2,80	2,50	0,75	2,50
20	1,00	3,40	2,10	2,25	3,00
Median	1,00	2,20	2,73	0,95	1,60
Arithm. Mittel	1,22	2,27	2,80	1,24	1,62
Varianz	0,40	0,84	1,05	0,57	0,85

Ergebnisse der bodenphysikalischen Felduntersuchungen mittels Penetrometermessungen:

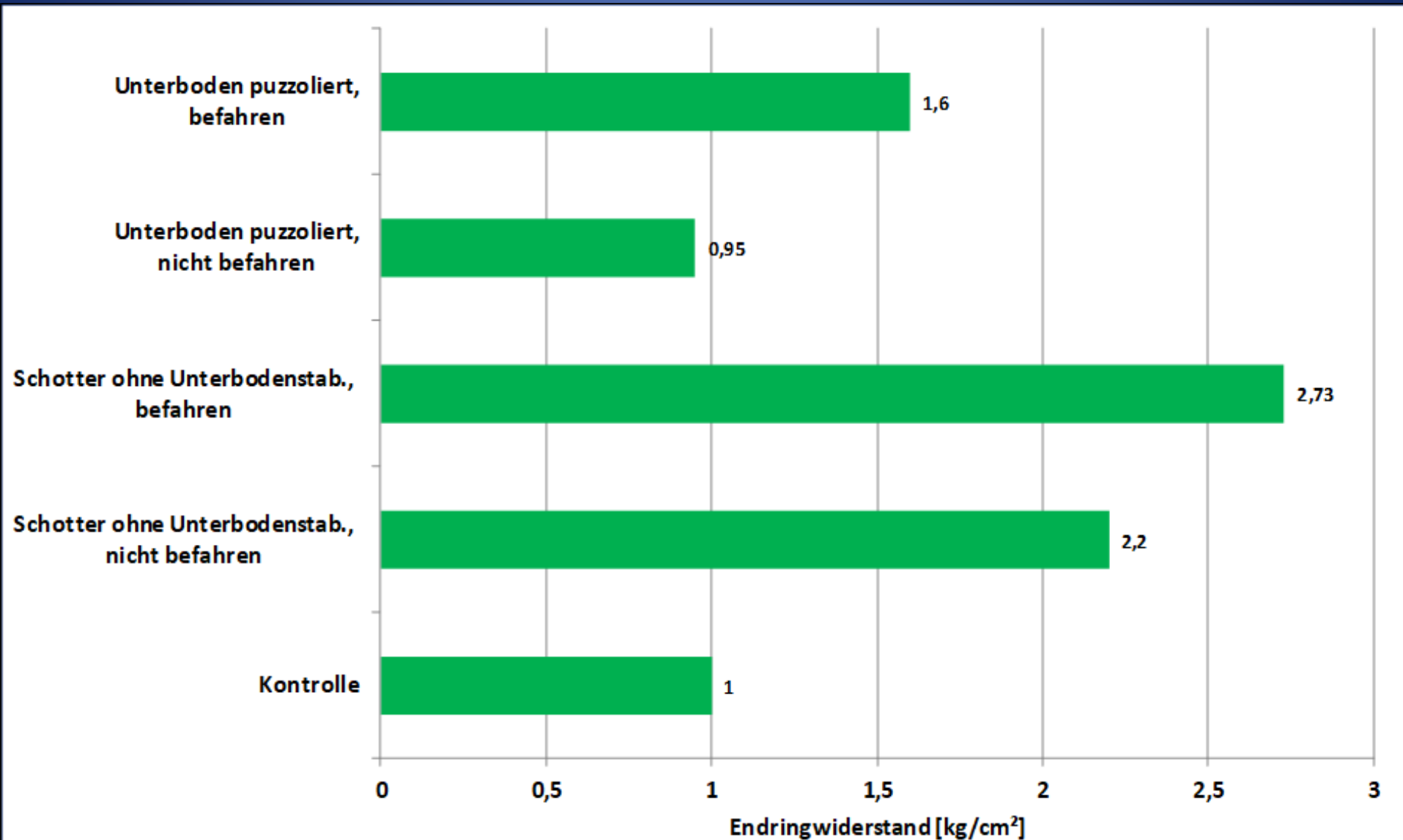
Der Eindringwiderstand des Handpenetrometers ist mit durchschnittlich 1,00 kg / cm² im Bereich des Unterbodenhorizonts der nicht belasteten Kontrollfläche (KaB) im Vergleich zu den anderen Untersuchungsvarianten als gering einzustufen.

Bei den Schottervarianten war, mit einem erhöhten Eindringwiderstand von im Mittel 2,20 kg / cm² für die nicht befahrene Probefläche (Snb) sowie durchschnittlich 2,73 kg / cm² für die befahrenen Variante (Sb), eine deutliche Verdichtung festzustellen.

Im Bereich der Probefläche mit Unterbodenstabilisation ohne Befahrung (Pnb), wurde mit einem Eindringwiderstand von im Mittel 0,95 kg/cm² in etwa der gleiche Wert wie für die Kontrollfläche KaB gemessen.

Wie bereits für die geschotterte Kontrollfläche festgestellt, liegt der Wert der befahrenen Variante Pb mit durchschnittlich 1,60 kg/cm² über dem Wert der unbefahrenen Puzzolierungsfläche. Die Eindringwiderstände der beiden puzzolierten Kontrollvarianten, liegen deutlich unter denen der Schottervarianten.

Ergebnisse der Eindringwiderstandsmessung der fünf bodenphysikalischen Prüfvarianten



Untersuchungsvarianten	Profilnummer	Wiederholungen	Probennummer	Bodenskelettanteil [%]			Rohdichte [g/cm³]	Reindichte [g/cm³]	Gesamtporenvolumen [%]		
				%	Ø	s			%	Ø	s
Kontrollfläche im Bereich autochtoner Bodenhorizonte (KaB)	BC 05	1	13428	7,66	8,03	1,13	1,63	2,72	39,98	39,69	4,34
		2	13429	7,14			1,53	2,72	43,88		
		3	13430	9,30			1,76	2,72	35,22		
Schotterauflage ohne Unterbodenstabilisation, nicht befahren (Snb)	BC 04	1	13425	55,88	50,61	7,80	1,82	2,72	33,23	35,57	2,03
		2	13426	54,29			1,72	2,72	36,89		
		3	13427	41,65			1,72	2,72	36,60		
Schotterauflage ohne Unterbodenstabilisation, befahren (Sb)	BC 02	1	13419	58,46	60,65	5,33	1,72	2,72	36,81	38,51	1,48
		2	13420	56,77			1,65	2,72	39,34		
		3	13421	66,72			1,65	2,72	39,38		
Unterbodenstabilisierung mittels Puzzolierung, nicht befahren (Pnb)	BC 01	1	13416	16,97	39,82	25,28	1,75	2,72	35,58	36,14	1,77
		2	13417	66,98			1,78	2,72	34,71		
		3	13418	35,52			1,68	2,72	38,13		
Unterbodenstabilisierung mittels Puzzolierung, befahren (Pb)	BC 03	1	13422	3,36	3,89	0,63	1,69	2,72	37,82	37,62	0,68
		2	13423	3,72			1,72	2,72	36,86		
		3	13424	4,59			1,68	2,72	38,18		
Puzzolierte Schicht	BC 01	1	13431				1,62	2,77	41,24	30,66	5,35
		2					1,87	2,77	32,45		
		3					2,01	2,77	27,20		
		4					1,95	2,77	29,46		
		5					1,84	2,77	33,54		

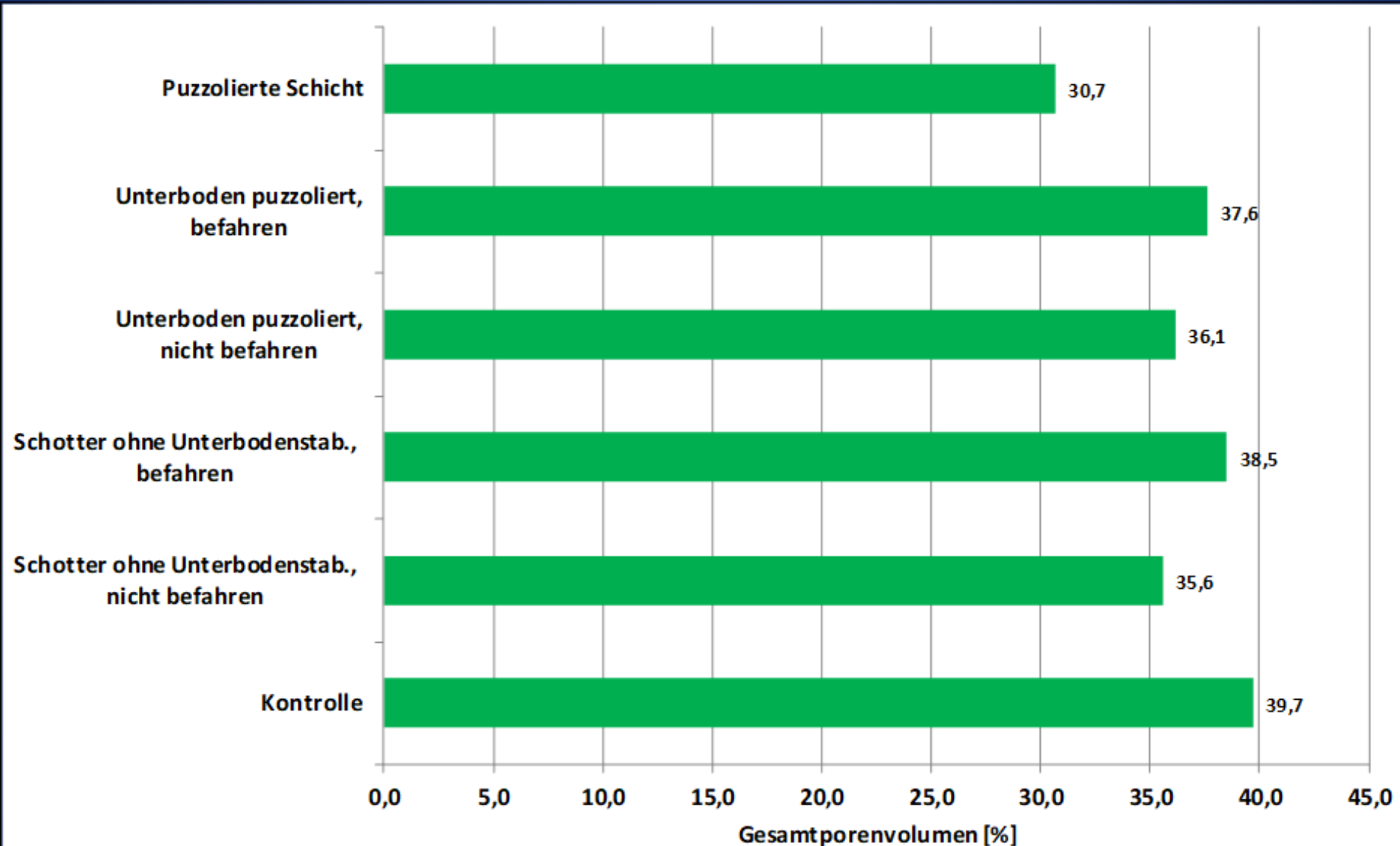
Ergebnisse der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen (Lagerungsdichte, Gesamtporenvolumen, Reindichte):

Das Ergebnis der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen fällt nicht so eindeutig aus wie die feldbodenkundliche Messung des Eindringwiderstands im Unterboden der Prüfflächenvarianten.

Das Gesamtporenvolumen der Stechzylinderproben schwankt im Mittel nur gering zwischen 35,6 % und 39,7 %. Dahingegen weisen die fünf beprobten Varianten eine große Streuung des Bodenskelettanteils zwischen 3,9 % für die befahrene Variante mit Unterbodenstabilisation (Pb) und der ausschließlich mit Schotter aufgefüllten Prüffläche in befahrenem Zustand in Höhe von 60,7 % auf.

Das entnommene Bodenskelett war kein aufgebraucher Schotter, sondern verwittertes Ausgangsgestein. Eine Ursache dafür dürfte das Relief des Untergrundes sein, da das verwitterte Ausgangsgestein unterschiedlich hoch unter GOF anstand und die Bodenprofile bei der Anlage der Kranstellfläche unterschiedlich stark gekappt wurden.

Vergleich der Gesamtporenvolumina der fünf verschiedenen Untersuchungsvarianten



Gesamtbewertung der bodenchemischen und bodenphysikalischen Untersuchungen

Insgesamt betrachtet ist der Einsatz von Bindemitteln zur Unterbodenstabilisation beim Bau von Kranstellflächen und Zuwegungen von Windkraftanlagen zu befürworten. Neben den bereits genannten Gründen können weitere umweltrelevante Effekte genannt werden. So fallen z. B. geringere Stickoxid- und Feinstaubemissionen an, da weniger Bodenmaterial abgefahren und weniger Schottermaterial zugeführt werden muss.

Auch in Hinsicht auf die Zwischenlagerung von Bodenmaterial sowie die spätere Rekultivierung von Kranstellflächen stellt diese Vorgehensweise eine Verbesserung dar. Es werden weniger Flächen für die Zwischenlagerung von Unterbodenmaterial benötigt, was im Endeffekt einer Verringerung der Eingriffsfläche gleichkommt. Auch fallen z. B. geringere Massen an Schotter an, welche nach Beendigung des Betriebes der WEA wieder zu entfernen sind.

Gesamtbewertung der bodenchemischen und bodenphysikalischen Untersuchungen

Die Puzzolierungsschicht verbleibt an Ort und Stelle. Der Standort muss jedoch nach Beendigung des Betriebs der WEA wieder in Hinsicht auf natürliche Bodenfunktionen hergestellt werden.

Das Bodenschutzrecht sieht hierbei zwar keinen eigenständigen Genehmigungstatbestand vor, gleichwohl sind die Belange des Bodenschutzes nach § 1 BBodSchG (2004) und § 1 HALTBodSchG (2012) zu berücksichtigen. Nach HMUKLV (2015, S. 70), sind die „Funktionen des Bodens ... nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen“.

Bodenzwischenlagerung nach DIN 19731



Links: völlig überdimensionierte Bodenmiete, bei der Ober- und Unterbodenmaterial vermengt ist.

Nicht zulässig!



Rechts: Oberbodenmaterial ist am Rande des WEA-Baufeldes entsprechend DIN 19731 gelagert.

Korrekt ✓



So nicht!

**Der Bagger darf weder während der Aufhäufung des Oberbodenmaterials
noch außer Betrieb auf der Bodenmiete stehen.**

Nicht zulässig!

Kollision der Anforderungen an einen vorsorgenden Bodenschutz mit aus dem BNatSchG abgeleiteten Vorgaben bezüglich Bauzeitenregelung –

Das BNatSchG stellt den Artenschutz, z. B. Beachtung der Brutzeiten, in den Fokus. In den verbleibenden Zeitfenstern, v. a. die Wintermonate, herrschen bei Bauarbeiten zumeist für den Bodenschutz problematische Wetterverhältnisse vor (die Böden sind i. d. R. zu nass für Bauarbeiten). Hier gilt es eine bessere Abstimmung zwischen den Belangen des Naturschutzes und des Bodenschutzes herbeizuführen.

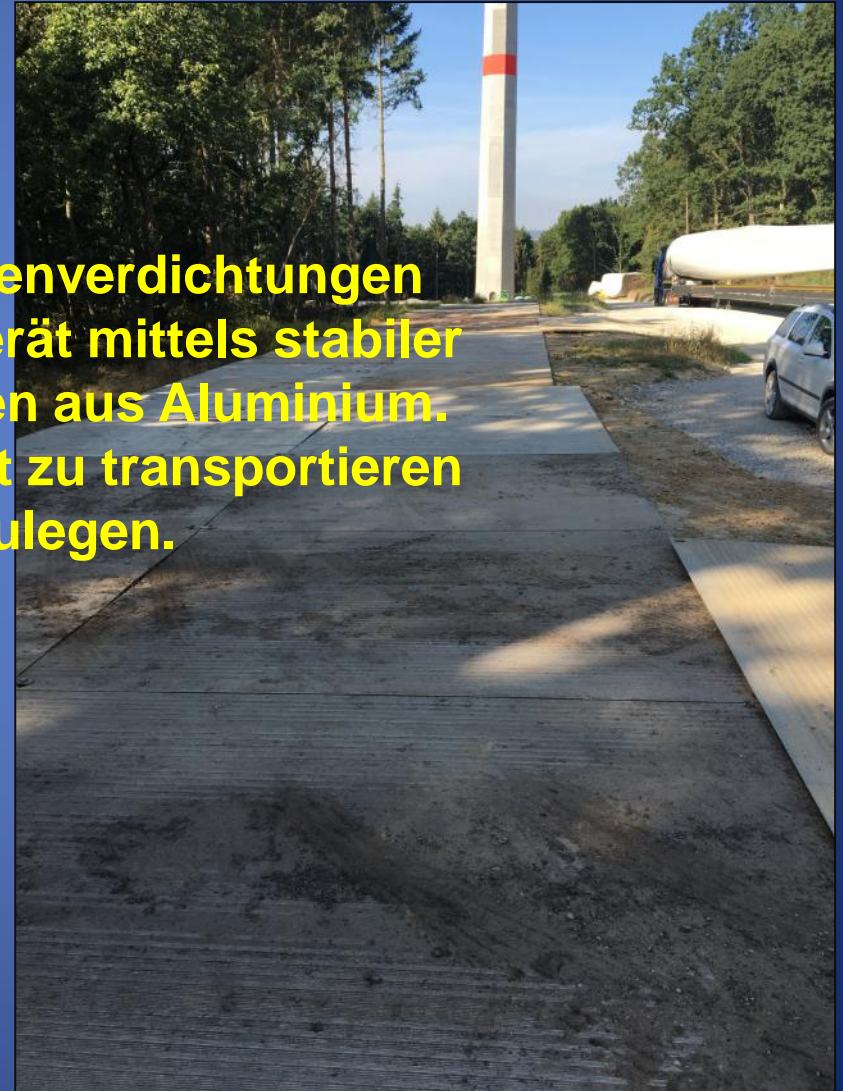


Sämtliche Böden weisen eine breiige bis fließende Bodenkonsistenz auf. Neben den offensichtlichen Oberbodenschäden, wird der Unterboden verdichtet.

Vermeidung von Bodenverdichtungen während der Bauphase der WEA



Vermeidung von Bodenverdichtungen durch schweres Baugerät mittels stabiler Fahrplatten-Baustraßen aus Aluminium. Diese sind relativ leicht zu transportieren sowie auszulegen.



Vermeidung von Bodenerosion durch Abflussmanagement während der Bauphase



Bodenkundliche Baubegleitung und Abnahme der Baustelle nach Gesichtspunkten des vorsorgenden Bodenschutzes



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz
Bayerisches Landesamt für
Umwelt



9. Marktredwitzer Bodenschutztage

*Bodenschutz beim
Planen und Bauen*



Informations- und Diskussionsforum für Wissenschaftler und Anwender
mit Tätigkeiten im Bodenschutz

12. bis 14. Oktober 2016
Marktredwitz, Bayern

Schirmherrschaft:
Ulrike Scharf MdL
Bayerische Staatsministerin für Umwelt und Verbraucherschutz

BVB-Merkblatt Band 2



Zertifizierung

Bodenkundliche Baubegleitung

Osnabrück

**Bodenkundliche
Baubegleitung BBB**
Leitfaden für die Praxis

Boden



Bundesverband

ESV

ERICH SCHMIDT VERLAG



**Augen auf bei der Bodenkundlichen Baubegleitung!
In diesem Falle wurde versucht, kontaminiertes
Bodenmaterial in die Baufläche einer WEA
einzubringen.**