
Immissionsschutzrechtliches Verfahren

Bürgerwind Schwalmstadt

Bodenschutz

Erstellt im Auftrag der
EAM Natur GmbH

Kassel, Oktober 2018



Büro für angewandte Ökologie und Forstplanung

Hafenstraße 28, 34125 Kassel
Tel: 0561 5798930, Fax: 0561 5798939
E-Mail: info@boef-kassel.de

Auftraggeber: **EAM Natur GmbH**
Windservice
Maibachstraße 7
35683 Dillenburg
www.EAM.de

Auftragnehmer: **BÖF**
Büro für angewandte Ökologie und Forstplanung GmbH
Hafenstraße 28
34125 Kassel
www.boef-kassel.de

**Projektleitung/
Bearbeiter:** Birte Schwoch

Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG.....	1
1.1	PLANUNG	1
1.2	WIRKFAKTOREN.....	2
2	ERFASSUNG UND BESCHREIBUNG DER BETROFFENEN BÖDEN.....	3
2.1	ALLGEMEINE STANDORTBESCHREIBUNG	3
2.2	GELÄNDEERHEBUNG.....	4
3	GEFÄHRDUNGSPOTENTIAL DER BETROFFENEN BÖDEN	6
3.1	POTENZIELLE VERDICHTUNGSEMPFINDLICHKEIT	6
3.2	POTENTIELLE EROSIONSGEFÄHRDUNG UND VERSCHLÄMMUNGSNEIGUNG	9
4	BODENMANAGEMENT	10
4.1	VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMAßNAHMEN.....	10
4.2	BODENMASSEN.....	11
5	LITERATUR.....	13

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Übersicht über die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme der einzelnen Anlagenstandorte durch Versiegelung bisher unversiegelter Bereiche.....	1
Tab. 2-2:	Übersicht über die temporäre Inanspruchnahme beim Bau (gemäß Formular 19.7) der einzelnen Anlagen.	2
Tab. 2-1:	Bewertung ausgewählter Bodenfunktionen (Quelle: BodenViewer, BFD50)	3
Tab. 3-1:	Übersicht der Böden je Standort	7
Tab. 3-2:	Bewertung der Erosionsgefährdung anhand ausgewählter Parameter aus der Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) (BodenViewer).....	9
Tab. 4-1:	Massenabschätzung je WEA (s. Anlage)	12

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Profil 1 schwach lessivierte Pseudogley-Braunerde. Gut zu erkennen die Steinlagen im Unterboden. (Foto: H. Becker).....	4
Abb. 2-2:	Profil 2 Haftpseudogley im Bereich der Zuwegung. (Foto: H. Becker)	5
Abb. 2-3:	Detailaufnahme aus Profil 2. Gut zu sehen sind die oxidativen und reduktiven Merkmale, die im gesamten Profil nebeneinander vorkommen. (Foto: H. Becker).....	5

Anlage

Volumenabschätzung (Vermessungsbüro Dipl.-Ing. J. Mathes) inkl. Pläne

1 VERANLASSUNG

Die EAM Natur GmbH plant in einem Wald nordwestlich von Treysa im Schwalm-Eder-Kreis den Bürgerwindpark Schwalmstadt mit drei Windenergieanlagen (WEA). Die Anlagen sind mit einer Nabenhöhe von rd. 164 m und einer Gesamthöhe von rd. 238,5 m geplant. Der geplante Windpark liegt in der Vorrangfläche HR 40 des Teilregionalplans Energie Nordhessen, der im Mai 2017 von der Landesregierung genehmigt und am Juni 2017 im Staatsanzeiger Hessen veröffentlicht wurde (RP KASSEL 2017).

In dieser Unterlage wird gemäß der Arbeitshilfe „Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen (HMUKLV, Stand Sept. 2014)“ detailliert auf die Belange zum Thema Bodenschutz eingegangen.

1.1 PLANUNG

Im Planungsgebiet sollen insgesamt 3 Windkraftanlagen des Typs Nordex Delta4000 (N149) aufgestellt werden.

Anlage- und baubedingte Flächeninanspruchnahme der Anlagen

Dauerhafte Inanspruchnahme durch Anlagenteile

Anlagebedingte Beanspruchung entsteht durch die Fundamente, die Kranstellflächen sowie zu den Anlagen zählende Fahrbahnen inkl. Bankette.

Die für die Dauer der Betriebszeit entstehende Flächeninanspruchnahme durch neue Teil- und Vollversiegelung beträgt bei den einzelnen Anlagen zwischen rd. 3.053 m² und rd. 3.265 m² und entsteht durch Fundamente, Kranstellflächen und Zufahrten auf die Kranstellflächen.

Die Versiegelung an den einzelnen Anlagenstandorten stellt sich wie folgt dar:

Tab. 1-1: Übersicht über die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme der einzelnen Anlagenstandorte durch Versiegelung bisher unversiegelter Bereiche

	WEA 1	WEA 2	WEA 3
Vollversiegelt	505 m ²	505 m ²	505 m ²
Teilversiegelt	2.548 m ²	2.733 m ²	2.760 m ²

Inanspruchnahme beim Bau

Eine baubedingte Inanspruchnahme entsteht durch die Montage- und die Lagerflächen sowie die unbefestigte gerodete Fläche, die zur Lagerung von Bodenmassen dient.

Unter den Bauflächen im Formular 19.7 werden auch die Böschungen, das Lichtraumprofil entlang von dauerhaft angelegten Wegen sowie die Kranauslegerflächen für die Montage des Krans gefasst.

Tab. 1-2: Übersicht über die temporäre Inanspruchnahme beim Bau (gemäß Formular 19.7) der einzelnen Anlagen.

	WEA 1	WEA 2	WEA 3
baubedingte Inanspruchnahme	4.634 m ²	6.781 m ²	4.244 m ²

Die Unterschiede der beanspruchten Flächen hängen von den unterschiedlich hohen Anlagen sowie von der Topographie und den damit verbundenen unterschiedlich hohen Einschnitts- und Aufschüttungsböschungen ab.

1.2 WIRKFAKTOREN

Nachfolgend sind die mit dem Vorhaben verbundenen Wirkungen auf das Schutzgut Boden aufgeführt.

Temporäre Wirkungen beim Bau

- Versiegelung
- Verdichtung, mechanische Belastung
- Bodenerosion
- Entwässerung
- Stoffeinträge

Dauerhafte Wirkungen durch Anlagenteile

- Versiegelung
- Verdichtung Belastung

Betriebsbedingte Wirkungen

- Auslaufende Betriebsmittel, ausschließlich im Havariefall

2 ERFASSUNG UND BESCHREIBUNG DER BETROFFENEN BÖDEN

2.1 ALLGEMEINE STANDORTBESCHREIBUNG

Die Bewertung des Bodens erfolgt durch die Betrachtung der natürlichen und nutzungsbezogenen Bodenfunktionen sowie die Archivfunktion. Diese werden nachfolgend für den zu betrachtenden Raum aufgeführt.

Die Böden im Untersuchungsraum liegen auf mittlerem Buntsandstein und gehören zur geologischen Einheit der Waldecker Scholle. Die Gesteine entstanden überwiegend im Mesozoikum und setzen sich hauptsächlich aus Sandstein mit Geröllen und Ton-Schluffstein zusammen (HLUG 2014a).

Auf dem Plateau sowie den nach Norden und Süden abfallenden Hanglagen sind gemäß Bodenkarte von Hessen (1:50.000) hauptsächlich Braunerden aus lösslehmführendem, grusführendem Schluff über Buntsandstein vorzufinden, so auch im Bereich der geplanten WEA-Standorte 1 und 2. Im westlichen Vorhabensgebiet sind podsolige Braunerden aus lössarmem, grusführendem Sand über Schuttsanden ausgewiesen. In den vom Plateau nach Norden und Südosten verlaufenden Tälern entwickelten sich Kolluvisole aus lösslehm- und grusführendem Kolluviallehm über tiefem lössarmem, grusführendem Sand.

Natürliche Bodenfunktionen (Lebensraum, Wasserhaushalt, Rückhaltevermögen)

Die Böden im Planungsraum zeichnen sich durch die nachfolgend tabellarisch aufgeführten Funktionen auf.

Tab. 2-1: Bewertung ausgewählter Bodenfunktionen (Quelle: BodenViewer, BFD50)

Bodenfunktion	Teilfunktion	WEA 1	WEA 2	WEA 3	Anmerkungen
Lebensraum Pflanze	<i>Standort Biotoptyp</i>	allgemeine Bedeutung	allgemeine Bedeutung	allgemeine Bedeutung	Standorte mit ausgeglichenerem Wasserhaushalt vorwiegend mit geringem Wasserspeichervermögen und schlechtem bis mittlerem nat. Basenhaushalt
	<i>Ertragspotenzial</i>	3	3	2	mittleres und geringes Ertragspotenzial
Wasserhaushalt	<i>nFK [Klasse] (mm)</i>	3 (>90-140 mm)	3 (>90-140 mm)	2 (>50-90 mm)	
	<i>FK [Klasse] (mm)</i>	2 (>100-200 mm)	2 (>100-200 mm)	2 (>100-200 mm)	
Abbau- und Filtermedium	<i>Nitratrückhaltevermögen</i>	2	2	2	

Angaben in Klassenstufen, von 1 = sehr gering bis 5 = sehr hoch; nFK = nutzbare Feldkapazität, FK = Feldkapazität

Archivfunktion (Natur- und Kulturgeschichte)

Innerhalb des Planungsgebiets befinden sich keine bekannten denkmalgeschützten Objekte (schriftl. Landesamt/HessenArchäologie 2016). Aus der geologischen Karte gehen Hinweise für den Planungsraum auf Funde auf tierische Versteinerungen hervor (HLBW 1996; Blatt 5020).

2.2 GELÄNDEERHEBUNG

Am 06.02.2017 fand eine bodenkundliche Kartierung der Flächen statt, dabei wurden insgesamt sieben Bohrstöcke im direkten Umfeld der geplanten WEA und der Zuwegung gezogen und beschrieben sowie zwei Leitprofile, jeweils für die Standorte und die Zuwegung, ausgegraben und ebenfalls beschrieben. Eine Zusammenfassung der erfassten Merkmale findet sich in Tab. 3-1.

Der Untersuchungsraum ist geprägt durch Normallehme sowie Sand- und Lehmschluffe. Daneben treten auch Lehmsande und Sandlehme auf. Die Variabilität der Bodenarten ist auf das Ausgangsgestein Buntsandstein zurückzuführen, das aus Sand-, Schluff- und Tonsteinen besteht und je nach Zusammensetzung zu unterschiedlichen Bodenarten verwittert. Für den Untersuchungsraum typisch sind zudem skelettreiche Zwischenlagen, die ihren Ursprung in Fließerden haben und an allen beprobten Punkten gefunden wurden.



Abb. 2-1: Profil 1 schwach lessivierte Pseudogley-Braunerde. Gut zu erkennen die Steinlagen im Unterboden. (Foto: H. Becker)



Abb. 2-2: Profil 2 Haftpseudogley im Bereich der Zuwegung. (Foto: H. Becker)



Abb. 2-3: Detailaufnahme aus Profil 2. Gut zu sehen sind die oxidativen und reduktiven Merkmale, die im gesamten Profil nebeneinander vorkommen. (Foto: H. Becker)

Alle untersuchten Böden waren von Stauwassereinflüssen geprägt. Diese resultieren aus den lehmigen Substraten und der durchgängig dichten Lagerung der Unterbodenhorizonte. Im direkten Bereich des Windparks wurden vier Pseudogley-Braunerden, zwei Braunerde-Pseudogleye sowie eine pseudovergleyte Braunerde aufgenommen. Profil 2, im Bereich der Zuwegung, wies keine Dichtlagerung auf – durch die schluffige Bodenart war dieses Profil allerdings von Haftnässe geprägt und wurde entsprechend als Haft-pseu-do-gley kartiert. Für den Punkt, der mittels Bohrstock untersucht wurde, konnte eine (tief pseudovergleyte) Parabraunerde-Braunerde eingestuft.

Das Grundwasser stand nicht oberflächennah an und hat daher keinen Einfluss auf die Bodenbildung. Aufgrund der dichten Lagerung und vorherrschend lehmigen Bodenarten ist die gesättigte Wasserleitfähigkeit der kartierten Böden größtenteils als gering bis mittel einzustufen.

Regionalspezifische Besonderheiten der Böden

Aufgrund des Ausgangssubstrats der Bodenbildung (Lehme aus Buntsandsteinverwitterung), der geomorphologischen Lage im Mittelgebirge, des Klimas (humid) und der geologischen Vergangenheit (Bildung von Fließerden) war die vorgefundene Stauwasserprägung der Böden ebenso zu erwarten wie die Vergesellschaftung mit Braunerden. Bei sandigeren Substraten hätte man sicherlich auch mit einer Podsolierung rechnen müssen, die im untersuchten Gebiet allerdings nicht auftrat. Ebenfalls typisch ist eine Lessivierung der Oberbodenho-

rizonte und die Bildung von Parabraunerden, die an zwei Standorten beobachtet wurde. Insofern stellen die vorgefundenen Bodentypen keine Besonderheiten dar.

Hinsichtlich des Schutzgutes Boden in seiner Funktion als Archiv der Kulturgeschichte bestehen für den geplanten Windpark keine Bedenken, da keine seltenen Böden oder Bodengesellschaften bzw. kulturhistorisch herausragend überprägte Böden vorliegen.

Auf Grundlage der Schummerungskarten wurde eine Begehung der Eingriffsflächen durchgeführt. Die Standorte liegen größtenteils auf Sturmwurfflächen auf denen entweder eine dichte Ruderalvegetation und Totholz oder dichter Buchenjungwuchs die Sicht auf den Boden erschweren. Kulturhistorische Bodendenkmale innerhalb des Planungsgebiets sind nicht bekannt¹. Im Rahmen einer Standortbegehung wurde südlich der Fläche der WEA 2 eine flache wallartige Struktur entdeckt, die sich in etwa 30 m Entfernung zur Eingriffsfläche über etwa 130 m erstreckt. Bei dieser Struktur besteht der Verdacht, dass es sich um einen Feldrain handelt, dem wurde nicht weiter nachgegangen, da diese außerhalb des Eingriffsbereichs liegt.

Hinsichtlich des Schutzgutes Boden in seiner Nutzungsfunktion (hier: forstwirtschaftliche Produktion) werden für die WEA-Errichtung gering bis höchstens mittelmäßig fruchtbare Böden beansprucht. Somit ist auch diesbezüglich kein Konflikt abzuleiten

3 GEFÄHRDUNGSPOTENTIAL DER BETROFFENEN BÖDEN

3.1 POTENZIELLE VERDICHTUNGSEMPFINDLICHKEIT

Als Kenngrößen, die sich auf die Verdichtungsempfindlichkeit von Böden auswirken, zählen neben der Bodenart u.a. auch Informationen zum Humusgehalt und zum Wasserhaushalt.

¹ HESSENARCHÄOLOGIE (2016): schriftliche Bestätigung von Dr. Andreas Thiedmann vom 19.05.2016.

Tab. 3-1: Übersicht der Böden je Standort

Beprobung Windpark Rommershausen																							
Rahmendaten & allgemeingültige Angaben																							
Datum der Aufnahme: 06.02.2017					Vernässungsgrad: n.b.					Höhe ü. NN [m]: ca. 340 bis 380													
Witterung: WT4; ca. 4°C					Carbonatgehalt: c0					Bearbeiter: H. Becker, C. Hoops													
Wasserstand unter GOF: >20 dm					Ausgangsgestein der Bodenbildung: unterer Buntsandstein																		
Alle bodenkundlichen Kurzzeichen wurden nach den Angaben der KA 5 (Ad-Hoc-AG Boden, 2005) vergeben.																							
Profilname	Aufschlussart	WEA Nr.	Standortbeschreibung	RW	HW	Neigung	Exposition	Nutzungsart	Vegetation	Grundwasserstand [dm unter GOF]	Untergrenze [cm]	Horizontsymbol	Humusgehalt	oxidative und reduktive Hydro-morphie-merkmale	Bodenfeuchte	Bodengefügeform	Feinbodenart	eff. Lagerungsdichte [Feld]	Grob-bodenfraktionen	Grob-bodenanteil gesamt [Vol.-%]	Sonstige pedogene Merkmale	Bodentyp	Anmerkungen
P1	Profil	-	WEA 3 Zuwegung	3509675	5645095	N2	n.b.	Forst	Laubwald	>20	4 -17 -32 -59 -65+	Oh Al-Bv Btv Sd-Cv1 Cv2	n.b. h0 h0 h0	- - - rs, ed, eh (rs)	n.b. feu3 feu3 feu3	n.b. ein-sub ein-sub ein pla	n.b. Slu Ls3 Sl3	n.b. 1-2 3-4 3 4-5	- fGr2, gGr2 fGr2, gGr2 fX6 fX5	- 10% 10% 90% 60%	humose Hot-spots keine Durchwurzelung mehr	schwach lessivierte Pseudogley-Braunerde	Zwischen den Steinen sehr locker gelagert, kein Ah-Horizont vorhanden, Staunässe nicht prägendes Merkmal
BS1-1	BS	1	WEA 1 Fundament	3510831	5644857	N1	n.b.	Forst	Gräser	>20	-12 -57 -87+	Ah Sw-Bv Sd-Cv	h3 h1 h0	- e e, (rs)	feu2 feu3 feu2	kru ein-koh ein-koh	Ls2 Ls2 Lt2	2 2-3 4-5	- - fGr, mGr	- - 50+%		Pseudogley-Braunerde	
BS1-2	BS	1	WEA 1 Ausleger	3510706	5644781	N1	n.b.	Forst	Gräser	>20	-11 -25 -64 -88+	Ah-Bv Bv Cv1 lSd-Cv	h3 h1 h0	- - (r,e) r	feu3 feu3 feu2 feu 2-3	ein-kru ein ein ein	Ls2 Ls2 Ls3 Uls	1 2 3 3-4	- fGr2 fGr2 fGr3, mGr3, gGr3	- 10% 10% >50%		pseudovergleyte Braunerde	Ah fehlt weitestgehend
BS2-1	BS	2	WEA 2 Fundament	3510276	5644895	N1	n.b.	Forst	Nadelforst	>20	-10 -50 -73+	Ah Sw-Bv Cv-Sd	h4 h1 h0	- e,r rb,rs, e	feu3 feu2 feu2	kru ein ein	Ls2 Uls Us	1 4 5	- - fGr2, mGr2	- 0? 10%	extrem dicht gelagert	Pseudogley-Braunerde	
BS 2-2	BS	2	WEA 2 Ausleger	3510339	5644893	N0	n.b.	Forst	Gräser, Aufforstung mit Nadelhölzern	>20	+4 -18 -62 -85+	Oh Ah-Bv Bv-Sw Sd	n.b. h1 h0	- (e,r) rs r	n.b. feu2 feu4 feu2	n.b. pol-ein koh koh	n.b. Ls2 Lt2 Lt2	n.b. 2 3 5	- - mGr4, gGr4 n.b.	- - 60% 0?	humose Beimengungen bis ca. 50cm	Braunerde-Pseudogley	Regenwurm, Ah gekappt?
BS 3-1	BS	3	WEA 3 Fundament	3509785	5645029	N1	n.b.	Forst	Gräser, junge Buchen	>20	-7 -41 -67 -92+	Ah Bv Sw Sd	h4 h2 h0 h0	- - eh rb, r	feu4 feu3 feu3-4 feu3-4	kru pol-ein ein ein	Ls2 Ls2 Sl2 Sl2	1 2 2-3 4	- fGr2, mGr2 n.b. n.b.	- 10% 0 0		Braunerde-Pseudogley	
BS 3-2	BS	3	WEA 3 Ausleger	3509717	5645037	N0	n.b.	Forst	Gräser, junge Buchen	>20	+3 -20 -49 -77+	Oh Ah-Bv (Sw-) Bv Sd-Cv	n.b. h3 h1 h0	- - eo, eh rs	n.b. feu3-4 feu3-4 feu3-4	n.b. ein ein koh	n.b. Ls2 Ls3 Lt2	n.b. 2 2 4	- - fGr2, mGr2 n.b.	- - 10% 0		Pseudogley-Braunerde	im Unterschied zu 3-1 keine Nässezeiger, Ah gekappt

Profil-name	Aufschluss-art	WKA Nr.	Standort-beschreibung	RW	HW	Neigung	Exposition	Nutzungs-art	Vegetation	Grundwasser-stand [dm u. GOF]	Untergrenze [cm]	Horizont-symbol	Humus-gehalt	oxidative und reduktive Hydro-morphie-merkmale	Boden-feuchte	Bodenge-fügeform	Fein-boden-art	eff. Lage-rungs-dichte [Feld]	Grob-boden-fraktionen	Grob-boden-anteil gesamt [Vol.-%]	Sonstige pedogene Merkmale	Bodentyp	Anmerkungen	
Z1	BS	-	Zuwegung	3508845	5645239	N3	n.b.	Forst	Laub-Misch-wald	>20	+3 -7 -34 -61 -104 -136+	L Ah Al-Bv Btv Cv Swd	n.b. h1 h1 h1 h1 h0	- - (eo) (rs) (rs) rb, rs, eh	n.b. feu3 feu3 feu3 feu3 feu3	n.b. kru ein koh-pol ein ein	n.b. Ls2 Ls2 Lt2 Lu Ls3	n.b. 1-2 2 3-4 3 4-5	- - fGr2, mGr2 - - -	- - 10% - - -			tief pseudo-ver-gleyte Parabraun-erde-Braunerde	
P2	Profil	-	Zuwegung Nord	3509156	5646702	N2	n.b.	Forst	Laub-Misch-wald	>20	+3 +1 -10 -43 -64+	L Oh Ah Sg II Sg	n.b. n.b. h4 h0 h0	- - e,r e,r	n.b. feu3 feu3 feu3 feu3	n.b. n.b. pol n.b. n.b.	n.b. n.b. Us Us Su3	n.b. n.b. 1-2 3 2-3	- - mGr2 fGr2, mGr2, gGr, fX1, mX1 gGr2	- - 5% 10% 10%			nach unten dichter werdend	auffällig schwach durchwurzelt, oberer Mittelhang

Als Kenngrößen, die sich auf die Verdichtungsempfindlichkeit von Böden auswirken, zählen neben der Bodenart u.a. auch Informationen zum Humusgehalt und zum Wasserhaushalt.

Grundsätzlich sind die vorhandenen Bodenarten mittel verdichtungsempfindlich. Eine zusätzliche Gefährdung der Böden ergibt sich jedoch aus dem Stauwassereinfluss, wodurch die Einzelkörner bei Befahrung eng zusammenrutschen und verdichtet werden können. Angesichts der zu erwartenden Lasten durch die Transporte oder Maschinen ist die Gefahr der Bodenverdichtung als **mittel bis hoch** einzuschätzen. Lediglich bei sehr trockenen Verhältnissen reduziert sich die Gefahr der Verdichtung, da die trockenen Böden größeren Lasten standhalten können. Zwar sind an fast allen untersuchten Punkten bereits verdichtete Stauhorizonte im Unterboden in Tiefen ab 60-90, teils ab ca. 130 cm vorhanden, doch die darüber liegenden Bodenschichten sollen möglichst vor einer weiteren Verdichtung bewahrt werden.

3.2 POTENTIELLE EROSIONSGEFÄHRDUNG UND VERSCHLÄMMUNGSNEIGUNG

Für den Standort ist im BodenViewer Hessen keine Gesamtbewertung eingetragen. Aus den vorliegenden Daten sowie den Ortskenntnissen ist eine Einschätzung der Erosionsgefährdung möglich.

Die Erosionsempfindlichkeit ermittelt sich aus dem Faktor Bodenerodierbarkeit und Hangneigung. Der Bodenerodierbarkeitsfaktor (K-Faktor) wird nach DIN 19708 berechnet, dabei gehen Größen wie Bodenart, Humus- und Grobbodengehalt. Der Hangneigungsfaktor S repräsentiert das reliefspezifische Erosionspotenzial eines Standortes. Je steiler ein Hang ist, desto größer ist die potenzielle Erosionsgefährdung durch abfließendes Wasser.

Die Ermittlung in Tab. 3-2 erfolgt jeweils für die geplanten WEA-Standorte sowie für die zusätzlich untersuchten Bereich der Zuwegung.

Für das westliche Vorhabensgebiet (WEA3 sowie die Zuwegung) ist der K-Faktor (Erodierbarkeit) überwiegend als gering eingestuft (KA5; Tab. 91), die beiden östlichen Standorte (WEA1 und 2) weisen mit Werten von >0,3-0,4 hohe Werte auf. Die Hangneigung ist im Gelände für die Standorte mit nicht bis schwach geneigt bestimmt worden, Randbereiche der Zuwegung sind dagegen als schwach bis mittel geneigt einzustufen.

Tab. 3-2: Bewertung der Erosionsgefährdung anhand ausgewählter Parameter aus der Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) (BodenViewer)

Standort	WEA1	WEA2	WEA3	WKA 3 Zuwegung	Zuwegung	Zuwegung Nord
K-Faktor	>0,3-0,4	>0,3-0,4	>0,1-0,2	>0,1-0,2	>0,1-0,2	>0,1-0,2
S-Faktor	≤0,4 bis >0,8-1	≤0,4 bis >0,6-0,8	≤0,4, teils >0,4-0,6	>0,4-0,6 bis >0,6-0,8	>2,0	>1,2-1,5, teils bis >2,0
L-Faktor	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Standort	WEA1	WEA2	WEA3	WKA 3 Zuwe- gung	Zuwe- gung	Zuwe- gung Nord
Wassererosion Nach DIN 19708	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	sehr hoch
Verschlammungsnei- gung nach Tabelle 88 KA5	sehr schwach	sehr schwach	sehr schwach	schwach	sehr schwach	sehr stark

Die Gefährdung des Standortes durch **Wassererosion** ist aufgrund der Bodenart als hoch einzustufen (siehe Tab. 3-2). Da die Stellflächen für die Windkraftanlagen selbst jedoch nur sehr schwach bis nicht geneigt sind und der umgebende Wald Starkregenereignisse abmildern sollte, ist nicht von einem starken Bodenabtrag auszugehen. Die **Verschlammungsneigung** der untersuchten Böden ist entsprechend dem vorherrschenden geringen Schluffgehalt als sehr schwach bis schwach einzustufen.

Für den Bereich der Zuwegung, der Gegenstand eines eigenständigen Verfahrens ist, wurde im Rahmen der bodenkundlichen Untersuchungen festgestellt, dass die Gefährdung durch **Wassererosion** aufgrund der schwachen bis mittleren Neigung höher ist. Für die **Verschlammungsneigung** gilt, dass der Standort von Profil 2 eine Ausnahme bildet, da dieser wegen der Bodenart (sandiger Schluff) sehr stark verschlammungsgefährdet ist. Zudem kann es beim Zwischenlagern von Oberböden in der Bauphase aufgrund unsachgemäß hoher Aufschüttungen und damit verbundener Steilheit bei stärkeren Regengüssen durchaus zu erheblichen Verschlammungen kommen. Für den hier betrachteten Standort trifft dies aufgrund des hohen Schluffanteils überwiegend auf den Zuwegungsbereich zu (vgl. Tab. 3-1).

4 BODENMANAGEMENT

4.1 VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMAßNAHMEN

Vorrangiges Ziel des Bodenmanagements ist die Vermeidung bzw. die Reduzierung vorhersehbarer Beeinträchtigungen des Schutzguts Boden.

Grundsätzliche Vermeidungsmaßnahmen, die bei der Planung aller Standorte relevant sind, sind zum einen die Lage des Kranauslegers, der möglichst parallel zur notwendigen Wegeanbindung liegen sollte. Weiter sind die Optimierung der Kranstell- und Montageflächenpositionen besonders unter Berücksichtigung der zu erwartenden Böschungsbereiche relevant, um den Eingriff möglichst gering zu halten und um gleichzeitig einen sicheren und praktikablen Bauablauf gewährleisten zu können. Um die Flächeninanspruchnahme und die Rodungsmaßnahmen weiter zu reduzieren, wird auf eine vollständige Montage des Rotors (Rotornabe und Rotorblätter) am Boden verzichtet. Stattdessen kommt die Technik der „Einzelblattmontage“ zum Einsatz, bei der jedes einzelne Rotorblatt erst auf Nabenhöhe mit der zuvor am Triebstrang montierten Rotornabe verschraubt wird.

Neben der Vermeidung, die sich aus dem Planungsprozess ergeben hat, sind weitere Maßnahmen zur Vermeidung während der Baumaßnahme geplant.

- **Bodenbaubegleitung** - Zur Sicherstellung des fachgerechten Umgangs mit dem Schutzgut Boden ist eine Bodenbaubegleitung vorgesehen.
- **Einmessung des Baufeldes** - Differenziert nach dauerhafter Versiegelung, temporärer Teilversiegelung und Flächen ohne temporäre oder dauerhafte Teilversiegelung, um zu vermeiden, dass Stockrodungen oder Bodenarbeiten in den Bereichen durchgeführt werden, in denen lediglich die Fläche von Gehölzaufwuchs frei zu halten ist. Vor Beginn der Gehölzfällung sind die Grenzen der Flächen abzustecken und mit Farbe zu markieren. Vermessungspflöcke sind im Abstand von max. 50 m, in Kurvenbereichen und schlecht einsehbaren Baum- und Gehölzbeständen in geringeren Abständen zu setzen.
- **Sachgerechter Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (V5)** - Zum Schutz von Böden und Grundwasser ist ein sachgerechter Umgang mit wassergefährdenden Betriebsstoffen wie Schmiermittel und Ölen einzuhalten (vgl. Unterlage 19.3.1 - LBP; Maßnahmenblatt V5).
- **Bodenschutz (V6)** – (vgl. DIN18915, DIN 19731 & BVB-Merkblatt).
 - Vor Beginn der Arbeiten wird der Oberboden im Bereich der beanspruchten Flächen abgeschoben
 - und fachgerecht zwischengelagert; Oberbodenmieten mit max. 2 m Mietenhöhe, Unterbodenmieten mit i.d.R. max. 3 m Mietenhöhe.
 - Ansaat der Mieten bei längeren Lagerungszeiten (2 – max. 6 Monate) in Abhängigkeit der jahreszeitlichen Bauphase.
 - Vermeidung von schädlichen Bodenverdichtungen unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse (Bodenarbeiten bei trockenen bis feuchten bzw. halbfest bis steifplastischen Konsistenzen).
 - Befahrung ungeschützter Böden ausschließlich mit bodenschonenden Laufwerke (Band- bzw. Kettenlaufwerke).
 - Nach Abschluss der Arbeiten erfolgen eine Bodenlockerung auf den temporär beanspruchten Flächen sowie das Aufbringen des zwischengelagerten Bodens (vgl. Unterlage 19.3.1 - LBP; Maßnahmenblatt V6).

4.2 BODENMASSEN

Innerhalb der Baustelle wird ein Massenausgleich angestrebt. Die hangseitig anfallenden Abgrabungsmassen werden talseitig wieder eingebaut.

Der Abtrag findet auf den Flächen für das Fundament und dem Arbeitsbereich um den Turm herum sowie auf den Kranstell- und Montageflächen statt. Der Aushub der Fundamentgruben stellt sich dabei je WEA-Standort wie in Tab. Tab. 4-1 aufgeführt dar.

Das Ergebnis der überschlägigen Massenbilanz der Stellflächen der Standorte entsprechend der Volumenabschätzung (vgl. Anlage) ist nachfolgend zusammengefasst.

Tab. 4-1: Massenabschätzung je WEA (s. Anlage)

	WEA1	WEA2	WEA3	Zuwegung	Summe
Mutterboden					
Oberboden in m ³	1.307	1.153	1.142	-	3.602
Unterboden					
Baugrube in m ³	2.145	1.190	495	-	3.830
Fundament in m ³	1.309	1.309	1.309	-	3.927
Massenbilanz Stellfläche in m ³	-2.878	-2.014	-1.119	239	-5.771
Summe	576	486	686	239	1.987

Zur Herstellung der Stellflächen werden Bodenmassen benötigt, die bei günstigem Baugrund aus den Baugruben genutzt werden können. Während der Bauzeit ergeben sich aus der Baugrube Bodenmassen für die drei WEA von insgesamt 7.757 m³. Diese können zur Herstellung der Stellflächen und zur Fundamentdeckung herangezogen werden. Insgesamt ergibt sich ein Überschuss von rd. 2.000 m³.

Die um die Stellflächen und Fundamente vorgesehenen Bauflächen sind für die Lagerung des Oberbodens ausreichend dimensioniert. Zusätzliche Lagerflächen für Boden stehen im Bereich der Kranausleger zur Verfügung, zudem ist eine kurzfristige Lagerung an WEA 2 im Bedarfsfall möglich. Überschüssiges Aushubmaterial ist ansonsten direkt aufzunehmen und zu verwerten.

Eine projektinterne Verwertung ist vorzuziehen, soweit diese nicht möglich ist, sind die Überschussmassen sach- und fachgerecht zu verwerten oder zu entsorgen. Beim Wiedereinbau sowie der Verwertung von Überschussmassen ist § 12 BBodSchV bzw. sind die Bestimmungen der LAGA M20 zu beachten.

Wiederherstellung

Der vor Baubeginn abgeschobene und auf Mieten gelagerte Oberboden wird nach Bauende und Geländemodellierung auf die wieder aufzuforstenden und zu begrünenden Flächen aufgetragen.

Die temporär beanspruchten Flächen werden nicht dauerhaft versiegelt, im Anschluss an die Bauphase werden diese wieder eingegrünt bzw. der Sukzession überlassen. Auf Teilflächen ist während der Bauzeit eine vorübergehende Versiegelung vorgesehen (Montageflächen), diese wird nach dem Bau ausgebaut. Teils erfolgt eine Modellierung durch Brechen von Böschungskanten oder Auffüllen von Böschungen sowie ein anschließendes Aendecken mit Oberboden.

5 LITERATUR

Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. Mit 103 Tabellen und 31 Listen. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

BVB-Merkblatt – Band 2 (2013): Bodenkundliche Baubegleitung BBB. Leitfaden für die Praxis. Bundesverband Boden e. V.

HESSISCHES Landesamt für Umwelt und Geologie (HLNUG 2016): BodenViewer Hessen <http://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de>

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ - HMUKLV (2014): Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen. Arbeitshilfe, Wiesbaden.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM KASSEL - RP KASSEL (2017): Teilregionalplan Energie Nordhessen.