

Anforderungen des Bodenschutzes an den Rückbau von Windenergieanlagen



Impressum

Anforderungen des Bodenschutzes an den Rückbau von Windenergieanlagen

Länderfinanzierungsprogramm Wasser, Boden und Abfall 2020

LABO-Projekt B 2.20: „Erarbeitung eines Leitfadens zu bundesweit einheitlichen
Anforderungen des Bodenschutzes beim Rückbau von Windenergieanlagen“

03. März 2021, redaktionelle Änderungen 15. Juli 2021, 18.08.2023

im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)

Bearbeitung

Dipl.-Ing. agr. Ricarda Miller
M.Sc. Lena Glaum
Dr. Matthias Peter
Ingenieurbüro Schnittstelle Boden
Belsgasse 13
61239 Ober-Mörlen
Tel. 06002-99250-0
Fax 06002-99250-29
info@schnittstelle-boden.de
www.schnittstelle-boden.de



Projektbetreuung

LABO

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz

Jörn Fröhlich, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft,
Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein

Projektbegleitende Arbeitsgruppe

Marius Diehl, Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und
Forsten Rheinland-Pfalz

Dr. Olaf Düwel, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt,
Energie, Bauen und Klimaschutz

Martin Elsner, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt,
Energie, Bauen und Klimaschutz

Uwe Hammerschmidt, Landesamt für Bergbau, Energie und
Geologie, Niedersachsen

Dr. Dieter Koch, Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie
und Naturschutz

Dr. Patrick Lantzsch, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt
und Klimaschutz, Brandenburg

Dr. Heinz Neite, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucher-
schutz Nordrhein-Westfalen

Frank Scholz, Landkreis Nordwestmecklenburg, Mecklenburg-
Vorpommern

Inhaltsverzeichnis

1 Anlass und Hintergrund	7
2 Rechtlicher und verfahrensbezogener Rahmen	9
2.1 Überblick über Genehmigungswege bei der Errichtung von Windenergieanlagen und deren Folgen für den Rückbau	9
2.2 Baurechtliche Voraussetzungen	10
2.3 Immissionsschutzrechtliche Voraussetzungen	12
2.4 Bedeutung des Bodenschutzrechts und Handlungsmöglichkeiten der Bodenschutzbehörden	13
2.5 Technische Normen	15
3 Beschreibung der Rückbauverfahren und -praktiken	17
3.1 Vorbereitungsarbeiten	18
3.2 Rückbau der Hochbauten	18
3.3 Rückbau der Tiefbauten	22
3.4 Rückverfüllung von Bodenmaterial und Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht	24
4 Bodenschutzfachliche Anforderungen an den ober- und unterirdischen Rückbau	25
4.1 Allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen (AM) zum Bodenschutz	25
4.2 Arbeitsschrittsspezifische Ziele, Anforderungen und Maßnahmen (SM) zum Bodenschutz	29
4.2.1 Vorbereitungsarbeiten	29
4.2.2 Rückbau der Hochbauten	30
4.2.3 Rückbau der Tiefbauten	35
4.2.4 Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht	38
4.3 Spezielle Anforderungen in Abhängigkeit der Bodeneigenschaften und Empfindlichkeiten	40
4.4 Spezielle Anforderungen aufgrund stofflicher Gefahrenpotenziale	44
5 Bewertung der Rückbauverfahren und -praktiken	47
5.1 Steckbriefe Vorbereitungsarbeiten	48
5.2 Steckbriefe Rückbau Hochbauten	51
5.3 Steckbriefe Rückbau der Tiefbauten	56
6 Auflagen im Genehmigungsbescheid	60
7 Checklisten	63
8 Literatur- und Quellenverzeichnis	71
8.1 Literatur	71
8.2 Rechtsvorschriften und technische Normen	73

9 Glossar	75
10 Anhang	77
10.1 Übersicht über Erlasse zu Rückbau und Windenergieanlagen und Angaben zum Umfang des Rückbaus in den Bundesländern.....	78
10.2 Bodenschutzkonzept und baubegleitender Bodenschutz	80

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auflagen im Genehmigungsbescheid
AM	Allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz
BauGB	Baugesetzbuch
BBB	Bodenkundliche Baubegleitung
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
©	Copyright
CFK	carbonfaserverstärkter Kunststoff
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
GFK	glasfaserverstärkter Kunststoff
i. V. m.	in Verbindung mit
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LBodSchG	Landes-Bodenschutzgesetz
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
UBA	Umweltbundesamt
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz
WEA	Windenergieanlage

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Aufbau und Hauptinhalte des Leitfadens.....	7
Abb. 2:	Überblicksschema zu den rechtlichen und verfahrensbezogenen Rahmenbedingungen beim Rückbau von Windenergieanlagen (für weitere Details siehe Kap. 2.2 bis 2.5)	9
Abb. 3:	Ablaufschema zum Rückbau von Windenergieanlagen	17
Abb. 4:	Baustelleneinrichtung in einem Windpark (© Schnittstelle Boden)	18
Abb. 5:	Abbau der Rotorblätter als ganzer Rotorstern (© Neowa GmbH, www.rdrwind.de)	19
Abb. 6:	Gittermastturm (© SPBer in Wikipedia, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Windkraftanlage_Laasow.jpg)	20
Abb. 7:	Stahlrohrturm (© Schnittstelle Boden)	20
Abb. 8:	Betonturm beim Abbau der Rotorblätter als ganzer Rotorstern (© Hagedorn Unternehmensgruppe, www.unternehmensgruppe-hagedorn.de)	21
Abb. 9:	Flachfundament (© F. Steinmann, LLUR)	22
Abb. 10:	Kabeltrasse einer WEA (© wind.bau GmbH & Co. KG, www.wind-bau.de).....	23
Abb. 11:	Aufbau einer durchwurzelbaren Bodenschicht (© Schnittstelle Boden)	24
Abb. 12:	Verdichtung und Vernässung infolge Befahrung bei zu feuchtem Boden (© Schnittstelle Boden)	27

Abb. 13:	Messung der Bodenfeuchte mittels Tensiometer (© Schnittstelle Boden)	27
Abb. 14:	Bodenschutzplatten (Lastverteilungsplatten) zur Vermeidung von Bodenverdichtungen (© Schnittstelle Boden)	28
Abb. 15:	Geotextil und Schotterschicht zur Vermeidung von Bodenverdichtungen (© Schnittstelle Boden)	28
Abb. 16:	Demontage eines Rotorblattes mittels Säge und Schutz des Bodens vor Staubeinträgen im unmittelbaren Umfeld durch Ausbreiten eines Geotextils (© Wörmann-Team GmbH & Co. KG, www.woermann-team-verkehr.de)	31
Abb. 17:	Demontage der Nabe (© wiwi consult GmbH & Co. KG, www.wiwiconsult.de)	32
Abb. 18:	Mechanischer Rückbau eines Betonturmes (© Hagedorn Unternehmensgruppe, www.unternehmensgruppe-hagedorn.de)	33
Abb. 19:	Rückbau eines Flachfundaments (© wiwi consult GmbH & Co. KG, www.wiwiconsult.de)	36
Abb. 20:	Planbeispiel für eine Spezifizierung dauerhaft und temporär in Anspruch genommener Teilflächen bei Errichtung bzw. Betrieb einer Windenergieanlage	37
Abb. 21:	WEA-Komponenten und verbaute Stoffe/Stoffgruppen	44
Abb. 22:	Betonturm im Fallbett nach erfolgter Sprengung (© Hagedorn Unternehmensgruppe, www.unternehmensgruppe-hagedorn.de)	61
Abb. 23:	Beeinträchtigungen des Bodens durch Baumaßnahmen (© Schnittstelle Boden)	80
Abb. 24:	Bodenkundliche Baubegleitung als Schnittstelle des Bodenschutzes	81

Tabellenverzeichnis

Übersicht 1:	Eignungsbewertung von Böden mit unterschiedlichen Eigenschaften für unterschiedliche Inanspruchnahmen beim Rückbau von WEA und Empfehlungen von Maßnahmen zum Bodenschutz (in Anlehnung an Tabelle 4 DIN 19639, 2019)	41
Übersicht 2:	Beschreibung von Materialien und Stoffgruppen einer WEA und deren Gefahrenpotenziale sowie Maßnahmen zum Bodenschutz	45

Verzeichnis der Checklisten

Checkliste 1:	Vorbereitungsarbeiten	63
Checkliste 2:	Rückbau der Hochbauten	64
Checkliste 3:	Rückbau der Tiefbauten	67
Checkliste 4:	Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht	68
Checkliste 5:	Spezielle Anforderungen	69

1 Anlass und Hintergrund

Der Rückbau bestehender Windenergieanlagen (WEA) in Deutschland wird ab 2021 aufgrund auslaufender Betriebsgenehmigungen und fortschreitender Lebensdauer (20-25 Jahre), unökonomischer Bedingungen des Weiterbetriebs nach einem Wegfall der Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sowie verstärktem Ersetzen alter Anlagenteile durch neuere Technik (so genanntes Repowering) deutlich ansteigen (UBA 2019).

Bislang fehlen verbindliche Regelungen, um technische und umweltbezogene Belange, insbesondere in Bezug auf das Schutzgut Boden, in die Anforderungen an den Rückbau von WEA einzubringen. Zwar legt die im Oktober 2020 veröffentlichte DIN SPEC 4866 „Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen“ erstmalig umweltbezogene Standards für die Demontage und das Recycling von WEA fest. Diese gehen allerdings aus Sicht des Bodenschutzes nicht ausreichend ins Detail und sollen im vorliegenden Leitfaden konkretisiert werden.

Ziel dieses Leitfadens ist es, fachliche Empfehlungen aus Sicht des Bodenschutzes zur Etablierung von bundesweit einheitlichen Anforderungen und Regelungen an einen quantitativ und qualitativ bodenschonenden Rückbau, unter Beachtung der bislang praktizierten Rückbaumethoden, aufzustellen. Zur Erleichterung der Handhabung ist der Leitfaden aus fünf Bausteinen aufgebaut (vgl. Abb. 1):



Abb. 1: Aufbau und Hauptinhalte des Leitfadens

Der Leitfaden richtet sich an die unterschiedlichen Akteure bei der Planung und Durchführung von WEA-Rückbauten:

- Bodenschutzbehörden (obere/untere Bodenschutzbehörden),
- Genehmigungsbehörden,
- mit dem Betrieb, dem Bau oder der Projektierung von WEA befasste Unternehmen,
- Träger*innen öffentlicher Belange,
- mit dem Rückbau beauftragte Unternehmen sowie
- bodenkundliche Baubegleiter*innen.

Für diese Zielgruppen werden deren bodenbezogene Aufgabenbereiche beschrieben und konkrete Hilfestellungen gegeben:

Die Berücksichtigung aller Anforderungen und Maßnahmen des Bodenschutzes kann mit Hilfe von [Checklisten](#) überprüft werden (vgl. [Kap. 7](#)). Für die Formulierung von Auflagen im Genehmigungsbescheid wurden kopierbare Textbausteine entwickelt (vgl. [Kap. 6](#)) und für die Bewertung der verschiedenen Rückbauverfahren und -praktiken stehen Steckbriefe zur Verfügung (vgl. [Kap. 5](#)).

Für eine erleichterte Anwendung des Leitfadens sind **wichtige Punkte** in grau umrandeten Textbereichen beschrieben. Tabellen und Grafiken sollen den Überblick erleichtern und ein **Glossar** soll die wesentlichen Begriffe erklären. Die erläuterten Bezeichnungen sowie **Verweise** auf andere Kapitel und Inhalte sind als farbige [Links](#) dargestellt, die in den folgenden Kapiteln eingeführt werden und die Navigation im Leitfaden vereinfachen sollen. Um nach dem Ausführen eines Links zur letzten Ansicht zurückzukehren, kann die Tastenkombination Alt + Nachlinks-Taste oder die Rückwärtsschaltfläche im PDF-Reader verwendet werden.

Der Stand der Rechtsgrundlagen ist Juli 2021.

2 Rechtlicher und verfahrensbezogener Rahmen

2.1 Überblick über Genehmigungswege bei der Errichtung von Windenergieanlagen und deren Folgen für den Rückbau

Die nachfolgende Beschreibung der rechtlichen und verfahrensbezogenen Grundlagen beim Rückbau von WEA soll einerseits einen Überblick über die Rahmenbedingungen geben. Andererseits gibt dieser Rahmen auch Verankerungs- und Umsetzungsmöglichkeiten für die bodenschutzfachlichen Anforderungen in den verschiedenen Verfahren vor. Diese Verknüpfungen werden kurz erwähnt und auf die entsprechenden ausführlicheren Kapitel im Leitfaden verwiesen.

WEA werden je nach Gesamthöhe entweder als bauliche Anlagen im Sinne des Baurechts (Landesbauordnungen) oder als Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) betrachtet.

Daraus ergeben sich zwei **Genehmigungswege bei der Errichtung der Anlagen** (vgl. Abb. 2):

- **Baugenehmigung** nach den Bauordnungen der Bundesländer bei einer Gesamthöhe der WEA von bis zu 50 m und
- immissionsschutzrechtliche Genehmigung bei einer Gesamthöhe der WEA von mehr als 50 m.

Die Rückbauverpflichtung richtet sich im Einzelfall nach der Rechtsgrundlage und dem Zeitpunkt der Genehmigung. Zu den Zusammenhängen wird nachfolgend ein kurzer Überblick gegeben. Weitere Details zu den rechtlichen Vorschriften und technischen Normen finden sich in [Kap. 2.2](#) bis [2.5](#).

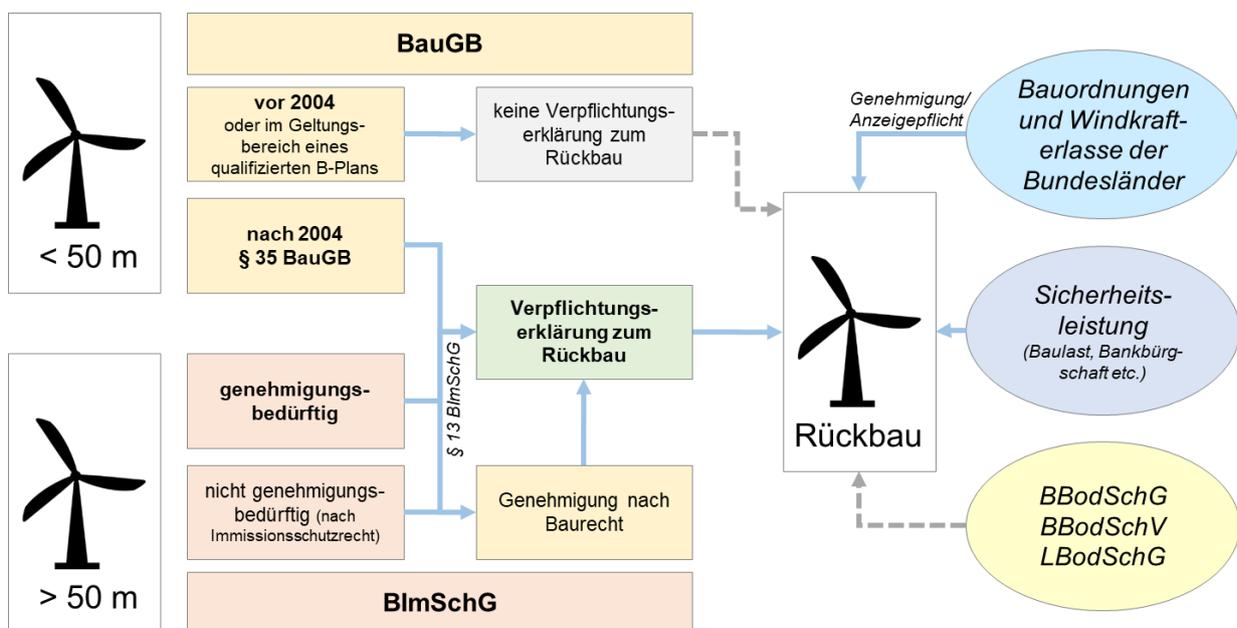


Abb. 2: Überblicksschema zu den rechtlichen und verfahrensbezogenen Rahmenbedingungen beim Rückbau von Windenergieanlagen (für weitere Details siehe [Kap. 2.2](#) bis [2.5](#))

Kurzerläuterung zu Abb. 2:

Das **BauGB** fordert seit dem 20.07.2004 eine **Verpflichtungserklärung** des Vorhabenträgers bzw. Bauherrn zum **Rückbau** der Anlage nach dauerhafter Aufgabe der Nutzung als Voraussetzung für die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit im **Außenbereich** (§ 35 Abs. 5 Satz 2 BauGB). Diese Verpflichtung zum **Rückbau** umfasst grundsätzlich die gesamte bauliche Anlage einschließlich aller Nebenanlagen und die Beseitigung aller Bodenversiegelungen einschließlich der Gründungsbauwerke.

Bei einer Genehmigung nach **BlmSchG** wird infolge der immissionsschutzrechtlichen Konzentrationswirkung gemäß § 13 BlmSchG gleichzeitig die baurechtliche Zulässigkeit geprüft sowie eine **Baugenehmigung** erteilt. Dadurch müssen die Vorschriften des BauGB sowie der jeweiligen Landesbauordnung berücksichtigt werden. Demzufolge gilt die Erforderlichkeit einer **Verpflichtungserklärung** zum **Rückbau** nach § 35 Abs. 5 Satz 2 BauGB auch für nach BlmSchG genehmigte WEA.

Für vor dem 20.07.2004 genehmigte Anlagen findet § 35 Abs. 5 Satz 2 BauGB keine Anwendung, ebenso wie für Anlagen, die im Geltungsbereich eines **qualifizierten Bebauungsplans** (§ 30 BauGB) oder im Innenbereich (§ 34 BauGB) liegen. In diesen Fällen kann nur über Festsetzungen im Bebauungsplan oder über bauordnungsrechtliche Beseitigungs-/Abrissanordnung Einfluss genommen werden.

Details zu den hier nur kurz aufgeführten Rechtsbereichen finden sich in **Kap. 2.2** und **2.3**.

Zur Bedeutung des BBodSchG im Rahmen des **Rückbaus** von WEA sind die wichtigen Punkte in **Kap. 2.4** gesondert zusammengestellt.

2.2 Baurechtliche Voraussetzungen

Verpflichtungserklärung

Die Verpflichtungserklärung des Betreibers (mit Wirkung auch für seine Rechtsnachfolger) zum **Rückbau** der WEA nach dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung ist eine bauplanungsrechtliche Zulässigkeitsvoraussetzung (§ 35 Abs. 5 Satz 2 BauGB).

Einhaltung der Verpflichtung

Die Einhaltung der Verpflichtung des Vorhabenträgers bzw. Bauherrn zum **Rückbau** der Anlage soll nach § 35 Abs. 5 Satz 3 BauGB die Baugenehmigungsbehörde sicherstellen. Diese Sicherstellung kann auf verschiedene Arten, durch nach Landesrecht vorgesehene Baulast oder z. B. durch Bankbürgschaft, Festgeldkonto oder Ausfallversicherung erfolgen (Gaßner & Viezenz 2018). Die Möglichkeiten hierzu sowie ggf. die Höhe der Sicherheitsleistung sind in Erlassen zu Landesbauordnungen oder ggf. in Windenergieerlassen der Bundesländer festgelegt (BWE 2018).

Fälle ohne Verpflichtungserklärung

In Fällen, in denen eine WEA innerhalb des Geltungsbereichs eines [qualifizierten Bebauungsplans](#) (§ 30 BauGB) oder im Innenbereich (§ 34 BauGB) liegt, muss keine Verpflichtungserklärung abgegeben werden, da die Vorschriften des § 35 BauGB ausschließlich den [Außenbereich](#) betreffen. Dennoch können auch hier Regelungen zum [Rückbau](#) über Festsetzungen im Bebauungsplan (Festlegung von Bedingungen nach § 9 Abs. 2 BauGB oder Sonderregelungen zur Windenergie nach § 249 Abs. 2 BauGB) getroffen werden (UBA 2019).

Bei Genehmigungen vor dem 20.07.2004 existierte die Verpflichtungserklärung im § 35 BauGB nicht. Generell sah das damalige BauGB eine zeitlich beschränkte oder Bedingungen unterwerfene Nutzung nicht vor. Nach Seibert (2019) ist in diesen Fällen bei im [Außenbereich](#) errichteten Anlagen nur der Rückgriff auf die bauordnungsrechtliche Beseitigungs-/Abrissanordnung nach den Bauordnungen der Länder möglich. Für Anlagen, die im Bereich eines [qualifizierten Bebauungsplans](#) (§ 30 BauGB) oder im Innenbereich (§ 34 BauGB) liegen, gelten die im vorherigen Absatz beschriebenen Möglichkeiten.

Anzeigepflicht oder Baugenehmigung für Rückbau und Demontage

In den meisten Bundesländern ist eine Anzeigepflicht für den [Rückbau](#) und die [Demontage](#) von WEA ausreichend – eine Übersicht hierzu gibt die DIN SPEC 4866 (2020). In Hessen und Rheinland-Pfalz z. B. ist eine [Baugenehmigung](#) für den [Rückbau](#) erforderlich, in Bremen kann die Bauaufsichtsbehörde oder die Kommune ein Baugenehmigungsverfahren fordern. In Baden-Württemberg kann auf Antrag des Bauherrn ein Baugenehmigungsverfahren durchgeführt werden, wohingegen in Hamburg eine Abbruchgenehmigung nach Landesbauordnung notwendig ist.

Exkurs Windenergieerlasse der Bundesländer

Hinsichtlich des Umfangs des [Rückbaus](#) ist in § 35 Abs. 5 BauGB als Inhalt der Verpflichtungserklärung formuliert, „das Vorhaben nach dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung zurückzubauen und Bodenversiegelungen zu beseitigen“. Weitere Details enthält das Baurecht dazu nicht. Zum Ausmaß der Entsiegelung und des [Rückbaus](#) sowie auch zur Durchsetzung der Rückbauverpflichtung finden sich häufig genauere Angaben in den Erlassregelungen (untergesetzliche Regelungen, z. B. zum [Rückbau](#) von WEA) der Bundesländer. In 13 Bundesländern bestehen derzeit Erlasse mit einem Bezug zu WEA und/oder zum [Rückbau](#) von Anlagen. Eine entsprechende Übersicht ist in [Kap. 10.1](#) dokumentiert.

Die Rückbautiefe ist in bestehenden Genehmigungen teilweise nur auf 1,5 m unter der Geländeoberfläche festgelegt, da davon ausgegangen wurde, dass diese Tiefe eine landwirtschaftliche Nutzung zulässt. Darüber hinaus finden sich auch in den Nutzungsverträgen mit Grundstückseigentümern Regelungen. In neueren Genehmigungen ist eine Pflicht zum vollständigen [Rückbau](#) des Fundamentes enthalten.

2.3 Immissionsschutzrechtliche Voraussetzungen

Wie in [Kap. 2.1](#) beschrieben, besitzt die immissionsschutzrechtliche Genehmigung nach § 13 BImSchG Konzentrationswirkung, wodurch grundsätzlich andere die Anlage betreffende Zulassungen, wie z. B. die [Baugenehmigung](#), mit eingeschlossen sind. Eine gesonderte Beantragung der [Baugenehmigung](#) ist deshalb nicht notwendig, die erforderlichen Unterlagen müssen aber mit vorgelegt sowie die baurechtlichen Vorschriften nach BauGB (wie die Verpflichtungserklärung zum [Rückbau](#) nach § 35 Abs. 5 Satz 2 BauGB) oder den Landesbauordnungen beachtet werden.

Die „Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV“ listet alle nach Immissionsschutzrecht genehmigungsbedürftigen Anlagen auf. Ist die geplante Anlage dort nicht aufgeführt, ist in der Regel eine Genehmigung nach anderen Rechtsvorschriften erforderlich. Im Fall von WEA sind Anlagen bis zu 50 m Gesamthöhe immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftig und fallen allein unter das Baurecht (vgl. [Abb. 2](#)).

§ 67 Abs. 9 BImSchG enthält eine Übergangsvorschrift, nach der [Baugenehmigungen](#) für WEA mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 m, die bis zum 1. Juli 2005 erteilt worden sind, als Genehmigungen nach dem BImSchG gelten.

Im BImSchG ist zudem die Verpflichtung festgelegt, genehmigungsbedürftige Anlagen so stillzulegen, „dass auch nach einer Betriebseinstellung die Wiederherstellung eines ordnungsgemäßen Zustandes des Anlagengrundstücks gewährleistet ist“ (§ 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG)¹.

Unbestritten ist die Möglichkeit einer Anordnung zur Durchsetzung der Nachsorgepflichten der Behörde zur Wiederherstellung eines ordnungsgemäßen Zustandes des Anlagengrundstücks (§ 17 Abs. 1, 4a Satz 2 i. V. m. § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG). Dabei ist zu beachten, dass nachträgliche Anordnungen nur während eines Zeitraums von einem Jahr erlassen werden können.

¹ Ob daraus eine Rückbauverpflichtung abgeleitet werden kann, wird in der Literatur unterschiedlich gesehen (Gaßner & Viezens 2018, Schmelting 2018, Seibert 2019, UBA 2019). Zudem existieren noch keine Rechtsurteile, die zur Klärung dieser Fragen beitragen könnten.

- *Contra*: Gaßner & Viezens (2018) sowie Schmelting (2018) argumentieren, dass der gemäß § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG nach der Stilllegung zu erreichende „ordnungsgemäße Zustand“ der Zustand ist, bei welchem alle auf den Stilllegungsvorgang anwendbaren Vorschriften eingehalten werden. Da keine gesetzliche Rückbaupflicht für dauerhaft eingestellte WEA existiert, wird mit dieser Regelung der vollständige [Rückbau](#) nicht umfasst.
- *Pro*: Nach Seibert (2019) kann dagegen aus § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG grundsätzlich auch eine Rückbaupflicht zwecks Sicherstellung der Umweltverträglichkeit stillgelegter Anlagen abgeleitet werden. Dabei sieht Seibert eine pauschale Annahme als nicht zulässig an, sondern zielt auf eine Ermittlung im Einzelfall ab, ob der [Rückbau](#) der betreffenden Anlage für die Zwecke des Immissionsschutzrechts erforderlich ist.

2.4 Bedeutung des Bodenschutzrechts und Handlungsmöglichkeiten der Bodenschutzbehörden

Des Öfteren werden am Bodenschutzrecht die meist fehlenden eigenständigen Anordnungsmöglichkeiten durch die Bodenschutzbehörde bemängelt. Um die dennoch bestehenden Handlungsmöglichkeiten der Bodenschutzbehörden hinsichtlich der Belange des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA auszuschöpfen, werden diese im Anschluss an einen kontextbezogenen Kurzüberblick zum Bodenschutzrecht aufgezeigt.

Zweck des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) ist der Schutz bzw. die Wiederherstellung der in § 2 definierten Bodenfunktionen sowie die Vorsorge gegenüber nachteiligen Einwirkungen auf den Boden. Vorschriften zur Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen enthalten insbesondere die §§ 7 und 17 BBodSchG sowie die §§ 9 bis 12 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Unter anderen sind dort Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien sowie entsprechende Untersuchungspflichten und Bewertungskriterien festgelegt.

Vorrang anderer rechtlicher Regelungen

Das BBodSchG tritt hinter anderen in § 3 BBodSchG genannten Rechtsvorschriften zurück, soweit diese Einwirkungen auf den Boden regeln. Dabei werden unter „Einwirkungen auf den Boden“ Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die schädliche Bodenveränderungen zur Folge haben können, verstanden.

So müssen Vorschriften des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts, des Immissionsschutzrechts (BImSchG) oder des Abfallrechts (KrWG) in Bezug auf Bodenbelange eingehalten werden: Beispielsweise ist im BauGB für die Bauleitplanung in der so genannten „Bodenschutzklausel“ (§ 1a BauGB) der sparsame und schonende Umgang mit dem Boden und damit eine Begrenzung der Flächeninanspruchnahme festgeschrieben. Der Umgang mit Bodenaushub fällt neben dem Bodenschutzrecht auch unter das KrWG und unterliegt den Grundsätzen der Vermeidung, Wiederverwendung, Verwertung und zuletzt Beseitigung. Für nicht kontaminiertes Bodenmaterial, das am Herkunftsort für Bauzwecke verwendet wird, gilt § 2 Abs. 2 Nr. 11 KrWG. Für die Zwischen- und Umlagerung von Bodenmaterial, das im Rahmen der Errichtung oder des Umbaus von baulichen und betrieblichen Anlagen am Herkunftsort wiederverwendet wird, gelten – im Gegensatz zur externen Verwertung von Bodenmaterial – auch nicht die Regelungen des § 12 BBodSchV (siehe § 12 Abs. 2 S. 2 BBodSchV). Dennoch müssen die technischen Regeln (z. B. DIN 19731) beachtet werden.

Ob Spezialgesetze im Einzelfall Regelungen zum Boden umfassen und ob sie eine entsprechende Rechtsgrundlage für die jeweils zuständige Verwaltungsbehörde beinhalten, Anordnungen hinsichtlich schädlicher Bodenveränderungen durchzusetzen, muss jeweils geprüft werden.

Anordnungen der Bodenschutzbehörde nach § 10 Abs. 1 BBodSchG

Inwieweit Anordnungen der Bodenschutzbehörde zum Rückbau von WEA, namentlich auf der Basis von § 10 BBodSchG, möglich sind, ist bislang nicht geklärt (UBA 2019). Grundsätzlich können im Zusammenhang mit der Gefahrenabwehrpflicht nach § 4 Abs. 1 und 2 BBodSchG oder der Vorsorgepflicht nach § 7 BBodSchG, soweit sie durch die BBodSchV konkretisiert ist,

Anordnungen der Bodenschutzbehörde nach § 10 Abs. 1 BBodSchG getroffen werden, um die Erfüllung der bodenschutzrechtlichen Pflichten im Einzelfall durchzusetzen. Dies gilt auch, wenn die Phase nach der Stilllegung einer Anlage ebenso den Regelungen des BImSchG unterliegt (Gröhn 2018, vgl. [Kap. 2.3](#)). In Betracht kämen daher z. B. Anordnungen nach § 10 i. V. m. § 4 Abs. 1 und 2 BBodSchG oder konkreten Anforderungen der BBodSchV, die die Art des Rückbaus betreffen. Darüber hinaus wären auch Anordnungen denkbar, dabei eintretende schädliche Bodenveränderungen zu beseitigen (§ 10 i. V. m. § 4 Abs. 3 BBodSchG).

Vorrangig sind jedoch etwaige Befugnisse nach Bau- oder Immissionsschutzrecht (§ 3 BBodSchG, siehe oben). Seibert (2019) und Schmelting (2018) sehen grundsätzlich die Möglichkeit, einen Rückbau materiell baurechtswidrig gewordener Anlagen anzuordnen (vgl. [Kap. 2.2](#) – Fälle ohne Verpflichtungserklärung), erwähnen aber die Anordnungsbefugnis nach § 10 Abs. 1 BBodSchG nicht. Kohls (2018) und Schmelting (2018) meinen, ohne Hinzutreten besonderer Umstände liege keine Gefahrensituation im Sinne einer schädlichen Bodenveränderung vor.

Weitere Handlungsmöglichkeiten der Bodenschutzbehörden

Aus dem Bodenschutzrecht ergeben sich bezogen auf den Rückbau keine konkreten Vorgaben. Gleichwohl sollten sich die Bodenschutzbehörden im Rahmen von behördlichen Stellungnahmen insbesondere zu folgenden Themen äußern:

- quantitativer Bodenschutz (sparsamer und schonender Umgang mit Boden, z. B. durch Reduzierung und Lenkung der Flächeninanspruchnahme) sowie
- qualitativer Bodenschutz (Schutz vor Beeinträchtigungen durch Stoffe, Erosion und Verdichtungen).

Bezogen auf den [Rückbau](#) von WEA umfasst das v.a. folgende Fragestellungen:

- Ausmaß der Entsiegelung und des [Rückbaus](#),
- Begrenzung der Flächeninanspruchnahme,
- Vermeidung von Bodenverdichtungen und stofflichen Beeinträchtigungen,
- Umgang mit Bodenmaterial,
- Aufbau einer durchwurzelbaren Bodenschicht und Vorgaben zur Rekultivierung.

Die weiteren bodenschutzfachlichen Anforderungen, die hinter diesen Punkten stehen, sind in [Kap. 4](#) beschrieben, während die Möglichkeiten der Verankerung und Umsetzung der bodenschutzfachlichen Anforderungen, z. B. in den Genehmigungs- und Nebenbestimmungen in [Kap. 6](#) zu finden sind.

2.5 Technische Normen

DIN SPEC 4866 „Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen“

Die im Oktober 2020 veröffentlichte DIN SPEC 4866 legt zum ersten Mal Standards für die [Demontage](#) und das Recycling von WEA fest.

Neben einer allgemeinen Einführung, Begriffserklärungen und Grundlagen der behördlichen Genehmigung benennt die DIN SPEC 4866 die Verantwortlichkeit beim [Rückbau](#): „Der Betreiber der WEA bzw. der Bauherr der Rückbaumaßnahme trägt die Gesamtverantwortung der Rückbaumaßnahme.“

Des Weiteren werden Hinweise zu Ausschreibung und Vergabe sowie der Erstellung eines Rückbau- und Entsorgungskonzeptes im Vorfeld der Umsetzung gegeben. Für die konkrete Durchführung des [Rückbaus](#) formuliert die DIN SPEC 4866 Anforderungen an die einzelnen Arbeitsschritte vom z. B. Baustellenstartgespräch, Baustelleneinrichtung und Vorbereitung des [Rückbaus](#) bis hin zur [Demontage](#) der einzelnen Komponenten, Schließen der Baugruben, Abtransport und Dokumentation. Hinsichtlich des Schutzguts Boden werden vor allem der Schutz vor Stoffeinträgen beim Brennen, Schneiden oder Zerkleinern der Bestandteile erwähnt. Zum Ausmaß des [Rückbaus](#) wird die vollständige Entfernung des Fundaments inklusive der Sauberkeitsschicht definiert.

Zu den Inhalten der einzelnen bodenschutzrelevanten Vorgaben wird auf [Kap. 4](#) verwiesen.

DIN 19639 „Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben“

Die DIN 19639 aus dem Jahr 2019 legt Anforderungen des baubegleitenden Bodenschutzes hinsichtlich der fachlichen Grundlagen sowie der praktischen Planung, Umsetzung und Dokumentation fest. Ein Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der einzelnen Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung physikalischer Bodenbeeinträchtigungen und des Verlustes von Bodenfunktionen durch mechanische Einwirkungen. Die Aufgaben, Anforderungen und notwendigen Fachkenntnisse einer [bodenkundlichen Baubegleitung](#) werden vorgestellt und die Erstellung von [Bodenschutzkonzept](#) sowie [Bodenschutzplan](#) erläutert. Hinsichtlich stofflicher und bodenchemischer Belange bei der Verwertung von Bodenmaterial soll ergänzend die DIN 19731 sowie bei Bodenarbeiten im Landschaftsbau die DIN 18915 angewendet werden.

DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“

In der DIN 18915 werden Vorgaben für alle Bodenarbeiten, bei denen die natürlichen Bodenfunktionen zu erhalten oder herzustellen sind, formuliert. Für die Arbeitsschritte Bodenabtrag, Zwischenlagerung und Befahrung werden die Möglichkeiten der bodenschonenden Maßnahmen ebenso erläutert wie für Auftrag von Ober- und Unterboden für vegetationstechnische Zwecke, zur Bodenverbesserung sowie zur Rekultivierung.

DIN 19731 „Verwertung von Bodenmaterial und Baggergut“

Mit der DIN 19731, die vermutlich im Jahr 2021 in einer aktualisierten Auflage vorliegen wird, werden Anforderungen für einen schonenden Umgang mit Böden im Rahmen von Verwertungs-

maßnahmen benannt. Dazu werden Vorgaben zur Bodenansprache, zu notwendigen Stoffuntersuchungen und zur Klassifizierung von Bodenmaterial sowie von Böden am Verwertungsort formuliert. Es werden Mindestanforderungen an die technische Durchführung von Maßnahmen zur Bodenverbesserung bzw. Rekultivierung aufgestellt, mit dem Ziel die natürlichen Bodenfunktionen so weit wie möglich zu erhalten oder wiederherzustellen.

3 Beschreibung der Rückbauverfahren und -praktiken

Der **Rückbau von Windenergieanlagen** ist stark von der Art der WEA und dem gewählten Rückbauverfahren abhängig. Somit kann der Rückbau auf sehr unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Die nachfolgende Beschreibung der Rückbauverfahren- und -praktiken entspricht einer Best-Practice-Darstellung und wurde aus dem Abschlussbericht „Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen für einen ressourcensichernden Rückbau von Windenergieanlagen“ UBA (2019) zusammengefasst. Die ersten Arbeitsschritte beim Rückbau von WEA sind die vorgelagerten bzw. **Vorbereitungsarbeiten** (Trennung vom Netz, Baustelleneinrichtung, Ablassen der Betriebsflüssigkeiten). Danach folgt der **Rückbau der Hochbauten** (Rotorblätter, Nabe, Gondel, Turm), der **Rückbau der Tiefbauten** (Fundamente, Kranstellflächen, Lager- und (De-)Montageflächen sowie Kabeltrasse und ggf. Teile der Zuwegung; vgl. Planbeispiel zur Flächeninanspruchnahme einer WEA in Abb. 20) und abschließend im Optimalfall und in Abhängigkeit der geplanten Folgenutzung die **Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht**. In Frage kommen z. T. unterschiedliche Verfahren und Praktiken. Die Kombinationsmöglichkeiten aller Arbeitsschritte beim Rückbau von WEA sind vielfältig. Im Folgenden werden die einzelnen Arbeitsschritte beim Rückbau einer WEA kurz dargestellt.

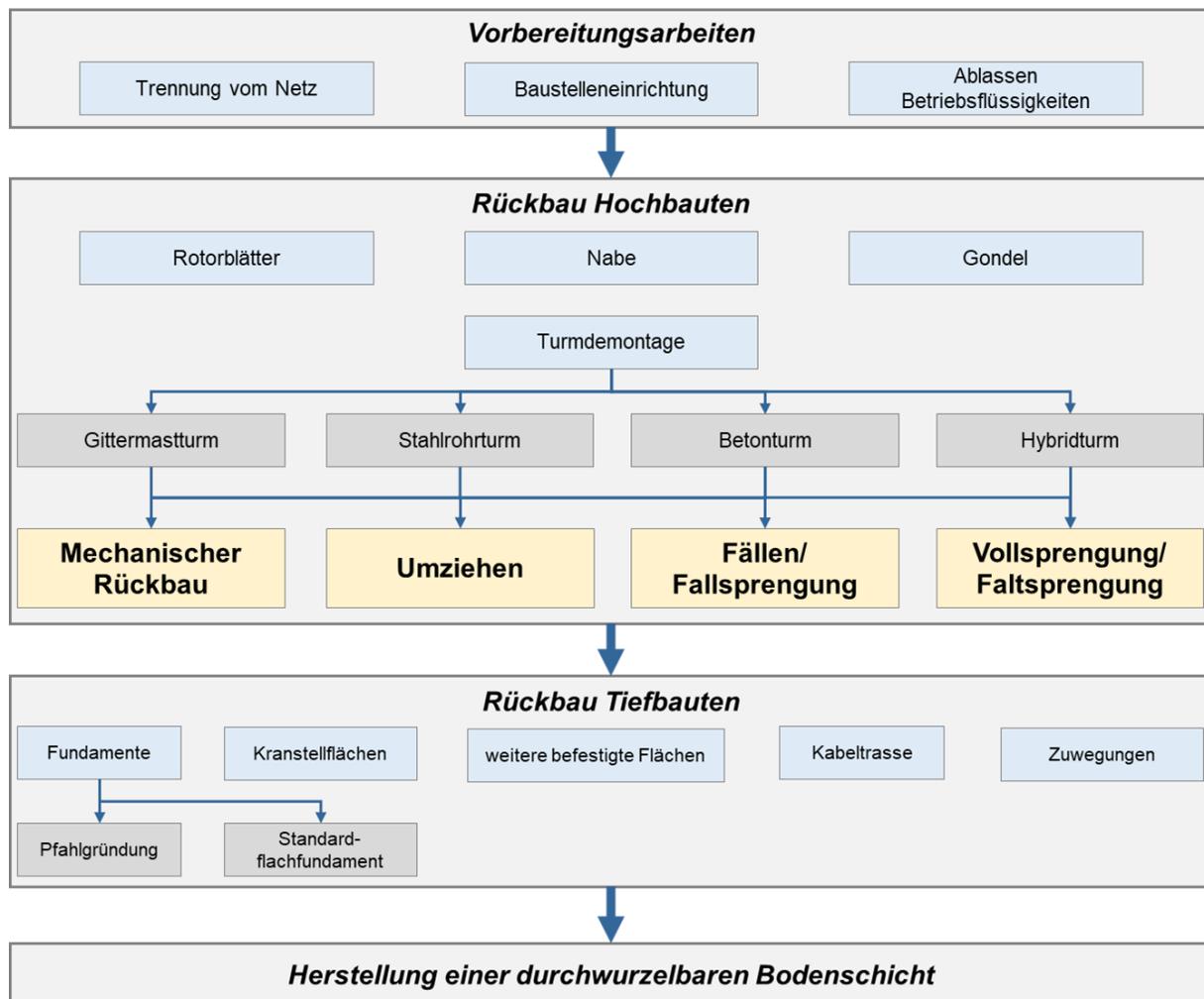


Abb. 3: Ablaufschema zum Rückbau von Windenergieanlagen

3.1 Vorbereitungsarbeiten

Der erste Schritt beim **Rückbau** einer WEA ist die **Trennung vom Netz**. Ein weiterer Schritt ist die **Baustelleneinrichtung** (vgl. Abb. 4), bei der insbesondere bei einer zusätzlichen Flächeninanspruchnahme von bislang unversiegelten Flächen auf den Schutz des Bodens hingewirkt werden muss.



Abb. 4: Baustelleneinrichtung in einem Windpark (© Schnittstelle Boden)

Auch beim **Ablassen von Betriebsflüssigkeiten**, die in der Regel wassergefährdende Stoffe darstellen, müssen die Arbeiten sorgfältig durchgeführt und Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten sind insbesondere bei der Baustelleneinrichtung und beim Ablassen der Betriebsflüssigkeiten Maßnahmen zum Bodenschutz erforderlich.

Maßnahmen zum Bodenschutz bei den Vorbereitungsarbeiten werden in [Kap. 4.2.1](#) beschrieben. In [Kap. 5.1](#) werden die Arbeitsschritte der Vorbereitungsarbeiten charakterisiert und aus Sicht des Bodenschutzes bewertet.

3.2 Rückbau der Hochbauten

Die Abfolge des **Rückbaus** der Hochbauten verläuft in umgekehrter Reihenfolge des Aufbaus. Je nach Art des Rückbauverfahrens ist für den **Rückbau** der Hochbauten der **Aufbau eines Krans** notwendig. Häufig wird zusätzlich ein Hilfskran benötigt, der vielfach auch bei einzelnen Demontageschritten, zur Zerkleinerung und zum Verladen verwendet wird. Die bodenmechanischen Voraussetzungen zum Aufbau der Krane sind in der Regel gegeben oder müssen geschaffen werden.

Der eigentliche **Rückbau** beginnt mit dem **Abbau der Rotorblätter** (vgl. Abb. 5). Bei älteren Modellen wird zumeist der Rotorstern im Ganzen demontiert (Sterndemontage). Bei neueren

Modellen muss sehr wahrscheinlich eine Einzelblatt-Demontage erfolgen. Die Wahl des Verfahrens ist unter anderem auch abhängig von den Ablagemöglichkeiten am Boden sowie den Kran-Kosten. Bei einer Sterndemontage passiert die Zerlegung in Gondel und Rotorblätter am Boden. Die Einzelteile werden dann entweder im Ganzen zwischengelagert, direkt vor Ort zerkleinert oder abtransportiert.



Abb. 5: Abbau der Rotorblätter als ganzer Rotorstern (© Neowa GmbH, www.rdrwind.de)

Häufig findet eine **Zerkleinerung der Rotorblätter** vor Ort statt. Dies wird meist durch Sägen vorgenommen. Eine weitere Möglichkeit ist die mechanische Zerkleinerung mit den Abbruchzangen/-scheren eines Baggers. Als Alternative wird ein Verfahren entwickelt, bei dem eine energetische Zerlegung der Rotorblätter mittels Explosivstoffen erprobt wird (Seiler & Teipel 2017). Problematisch bei der Zerkleinerung der Rotorblätter sind das Entstehen von Splintern und/oder Stäuben und das Anfallen von **GFK**- oder **CFK**-Abfällen (**GFK**: glasfaserverstärkter Kunststoff, **CFK**: carbonfaserverstärkter Kunststoff), da diese als Fremdstoffe in den Boden eingetragen werden können. Um zu verhindern, dass Stäube in die unmittelbare Umgebung gelangen, werden die Rotorblätter oft „eingehaust“ (**Einhausungen**). In weiteren Verfahren werden die Stäube mit Wasser gebunden und anschließend aus dem Wasser gefiltert.

Die **Entfernung der Gondel** inklusive des Triebstrangs erfolgt analog zu den Rotorblättern und wird ebenfalls im Ganzen zwischengelagert, vor Ort in seine Einzelteile zerlegt oder direkt abtransportiert. Auch hier können **GFK**- oder **CFK**-Abfälle anfallen. Weitere Bestandteile sind elektrotechnische Komponenten.

Nicht immer werden Gondel und Rotorblätter vor dem folgenden Schritt, der Turmdemontage, entfernt. In diesen Fällen wird ein Umziehen oder Sprengen von WEA samt Gondel und Rotorblättern vorgenommen, wodurch ein Eintrag von Splintern, insbesondere von **GFK** und **CFK** in den Boden verursacht wird.

Im nächsten Schritt findet die **Turmdemontage** statt. Die Vorgehensweise ist grundsätzlich abhängig von der Art des Turms. Unterschieden werden Gittermastturm, Stahlrohrturm, Betonturm und Hybridturm, der im unteren Bereich aus einem Betonturm und im oberen Bereich aus Stahl besteht.

Bei der Turmdemontage wird zwischen vier Verfahren differenziert. Hierzu zählen der **mechanische Rückbau**, bei dem einzelne WEA-Segmente mit Hilfe eines Krans zurückgebaut werden, das **Umziehen**, bei dem die WEA mittels Seil und Kraftfahrzeug umgelegt wird sowie zwei verschiedene Arten der **Sprengung**. Hier wird zwischen einer **Fallrichtungssprengung**, (auch Fällen/Umlegen genannt), bei der ein Keil in den Sockel gesprengt wird, um den Turm kontrolliert zu Fall zu bringen sowie einer **Faltsprengung** (auch Vollsprengung genannt), bei der einzelne Segmente nacheinander gesprengt werden, um den Turm in sich zusammen fallen zu lassen, unterschieden.



Abb. 6: Gittermastturm (© SPBer in Wikipedia, CC BY-SA 2.0, via Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Windkraftanlage_Laasow.jpg)

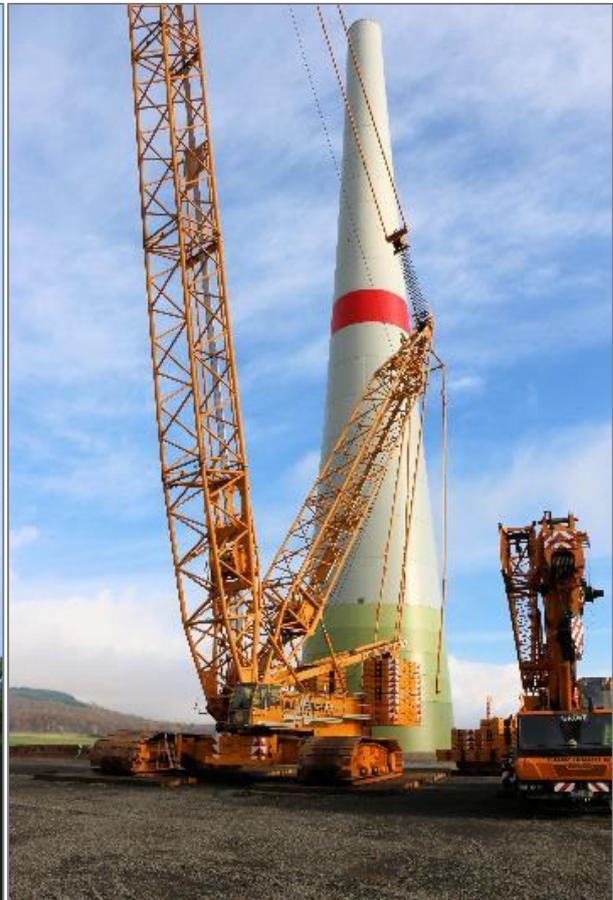


Abb. 7: Stahlrohrturm (© Schnittstelle Boden)

Bei der **Demontage** eines **Gittermastturms** (vgl. Abb. 6) werden zunächst die Verbindungselemente gelöst. Danach können einzelne Segmente abgesenkt werden und die weitere **Demontage** am Boden erfolgen. Dies entspricht einem mechanischen **Rückbau**. Es kommt jedoch auch

vor, das Gittermasttürme „umgezogen“ oder gesprengt werden, bevor ein weiterer Rückbau vom Boden aus durchgeführt wird.

Bei einem **Stahlrohrturm** (vgl. Abb. 7) ist es oft möglich, dass übereinander angeordnete Stahlsektionen einzeln mechanisch rückgebaut werden können. Diese werden dann mit dem Hauptkran abgesenkt. Auch hier besteht wieder die Möglichkeit, dass diese direkt abtransportiert, vor Ort zerkleinert (z. B. mit Schneidbrennern oder Zerschneiden mit Hilfe eines Baggers) oder im Ganzen zwischengelagert werden. Stahlrohrtürme werden ebenso „umgezogen“ oder gesprengt.

Bei **Betontürmen** (vgl. Abb. 8) können, im Gegensatz zu Stahlrohrtürmen, die einzelnen Segmente häufig nicht ohne weiteres voneinander getrennt werden, da sie vermörtelt sind. Das Zerteilen des Turms in Segmente ist nur bei einer freiliegenden, nicht vergossenen Abspannung möglich. Auch ein nachträgliches Schneiden von Betontürmen ist technisch schwierig. Hierfür befinden sich Roboter in der Entwicklung (DBU 2018).



Abb. 8: Betonturm beim Abbau der Rotorblätter als ganzer Rotorstern (© Hagedorn Unternehmensgruppe, www.unternehmensgruppe-hagedorn.de)

Mit einem weiteren neuartigen Verfahren wird ein mechanischer Träger mittels Kran in den Turm eingeführt und dieser von innen mit Hydraulikstempeln auseinandergedrückt (WDR 2020). Bislang wird jedoch häufig eine gezielte Sprengung von Betontürmen eingesetzt (vgl. Abb. 22), entweder mittels einer Fallrichtungssprengung, die zwar eine geringere Staubbelastung zur Folge hat, jedoch eine größere Verdichtungsgefährdung birgt, oder einer Faltsprengung, bei der die beanspruchte Fläche kleiner ist und Flurschäden teilweise vermieden werden können, jedoch die Staubbelastung größer ist.

Am Boden folgen meist eine weitere Zerkleinerung mit dem Bagger sowie eine Separierung in die einzelnen Bestandteile wie Bewehrungsstahl, Stahlbeton und Metalle.

Bei der **Demontage** aller Turmarten ist es problematisch, dass die Türme in der Regel Beschichtungen aufweisen, deren Zusammensetzung häufig nicht bekannt bzw. dokumentiert ist. Es besteht die Gefahr eines Eintrags von ggf. schadstoffhaltigen Beschichtungen in den Boden.

Hinsichtlich der oben beschriebenen Verfahren und Praktiken werden in **Kap. 4.2.2** Maßnahmen zum Bodenschutz beschrieben und in **Kap. 5.2** eine Charakterisierung sowie Bewertung aus Bodenschutzsicht in Form von Steckbriefen vorgenommen.

3.3 Rückbau der Tiefbauten

Bei den zurückzubauenden Tiefbauten spielt insbesondere der **Rückbau der Fundamente** im Hinblick auf die Sicherung der Bodenfunktionen im Baustellenbereich und die Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen im Bereich der rückgebauten Fundamente eine entscheidende Rolle. Unterschieden wird zwischen **Standardflachfundamenten** (Flachgründungen, vgl. Abb. 9), entweder ohne oder bei hohem Grundwasserstand mit Auftriebssicherung sowie **Pfahlgründungen** (Tiefgründungen) an Standorten mit schwierigen Gründungsverhältnissen. Dies können beispielsweise Moor-, Sumpflandschaften oder Marschen sein. Dazu gehören ebenso Böden, die als „nicht standsicherer oder kompressibler **Untergrund**“ eingestuft werden und bei denen aufgrund dieser Baugrundbeurteilung eine Pfahlgründung empfohlen wird. Eine Pfahlgründung reicht tiefer in den **Untergrund**. Die Fundamentlasten werden hierbei auf tiefer in den Boden eingebrachten Bauteilen (Pfähle, Spundwände, Senkkästen) abgeleitet. Aufgrund des tiefen Einbaus werden diese teilweise nicht vollständig zurückgebaut.



Abb. 9: Flachfundament (© F. Steinmann, LLUR)

Der **Rückbau** kann mittels Sprengung und anschließendem Abtransport oder direkt mittels Bagger durchgeführt werden. Bei einer Sprengung werden Bohrungen ins Fundament für die Sprengladungen vorgenommen. Um ein Umherfliegen von Gesteinsbrocken zu verhindern, wird das Fundament mit Matten abgesichert. Ebenso ist es gängig, das Fundament mittels Bagger mit einem Meißel aufzubrechen. Ein vollständiger **Rückbau** von Pfahlgründungen erfordert

einen sehr viel tieferen Eingriff in den Boden. In diesem Fall kann im Rahmen einer Einzelfallprüfung entschieden werden, ob bei einem solchen Eingriff die negativen Auswirkungen auf die Umwelt und insbesondere den Boden überwiegen. Liegen Anhaltspunkte dafür vor, dass der vollständige Rückbau schädliche Bodenveränderungen hervorrufen kann, soll die Tiefe des Rückbaus einzelfallabhängig und in Abstimmung mit der zuständigen (Bodenschutz-)Behörde festgelegt werden. Bei der zurückzubauenden Tiefe sind der Ausgangszustand und die Folgenutzung zu berücksichtigen.

Beim **Rückbau von Kranstellflächen und weiteren befestigten Flächen** wird die Schottertragschicht mit der Baggerschaufel aufgenommen und abtransportiert. Das Material kann, entsprechend den aktuellen rechtlichen Regelungen, an anderer Stelle weiter verwertet werden oder muss entsorgt werden.

Gleiches gilt für die **Zuwegung**. Hier ist zwischen dem internen Teil der Zuwegung, der direkt der WEA zugeordnet werden kann und häufig zurückgebaut wird und der externen Zuwegung, die zumeist auch anderweitig, z. B. als land- oder forstwirtschaftlicher Weg genutzt wird, zu differenzieren.

Zum **Rückbau** der Tiefbauten zählt auch der Rückbau der **Kabeltrasse** (vgl. Abb. 10). Hier ist aufgrund der betroffenen Länge sowie der unterschiedlichen Genehmigungsarten zwischen der internen Kabeltrasse, die der jeweiligen WEA zuzuordnen ist und der externen Kabeltrasse, die einen Windpark mit dem Netzanschlusspunkt verbindet, zu unterscheiden. Beim Ausbau der Kabel wird der Boden innerhalb des Kabelgrabens abgetragen, zwischengelagert und nach Beendigung des Kabelrückbaus wieder eingebaut. Kabelbettungen aus standortfremden Material sowie Verfüllmaterial werden entweder an anderer Stelle weiterverwendet oder entsorgt.



Abb. 10: Kabeltrasse einer WEA (© wind.bau GmbH & Co. KG, www.wind-bau.de)

Für die zuvor genannten Verfahren und Praktiken beim **Rückbau** der Tiefbauten werden in **Kap. 4.2.3** Maßnahmen zum Bodenschutz aufgeführt und in **Kap. 5.3** werden die Verfahren und Praktiken aus Sicht des Bodenschutzes charakterisiert und bewertet.

3.4 Rückverfüllung von Bodenmaterial und Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht

Im Optimalfall erfolgt abschließend, in Abhängigkeit der geplanten Folgenutzung, die **Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht** (vgl. Abb. 11). Als erste Arbeiten müssen bestehende Verdichtungen durch geeignete Methoden beseitigt werden, sobald dies die aktuelle Bodenfeuchte zulässt. Erst danach kann der Einbau von geeignetem standortgerechtem Bodenmaterial stattfinden. Hierbei müssen die geltenden bodenschutzrechtlichen Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien in und auf Böden, insbesondere an die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (§ 12 BBodSchV) eingehalten werden.

Maßnahmen zum Bodenschutz bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht werden in **Kap. 4.2.4** beschrieben.



Abb. 11: Aufbau einer durchwurzelbaren Bodenschicht (© Schnittstelle Boden)

4 Bodenschutzfachliche Anforderungen an den ober- und unterirdischen Rückbau

Aus den unterschiedlichen Rückbauverfahren und -praktiken, beginnend mit den **Vorbereitungsarbeiten**, über den **Rückbau der Hochbauten** bis zum **Rückbau der Tiefbauten** ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an eine bodenschonende Umsetzung. Diese sind sowohl von der Turmart (**Gittermastturm**, **Stahlrohrturm**, **Betonturm** und **Hybridturm**), dem Rückbauverfahren (**mechanischer Rückbau**, **Umziehen**, **Fällen/Fallsprengung**, **Vollsprengung/Faltsprengung**), den standörtlichen Bedingungen und Gegebenheiten als auch von den Bodeneigenschaften und -empfindlichkeiten abhängig.

Im Folgenden werden zunächst allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz aufgeführt ([Kap. 4.1](#)). Darauf aufbauend werden konkrete arbeitsschrittsspezifische Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz formuliert ([Kap. 4.2](#)). Diese umfassen die Vorbereitungsarbeiten ([Kap. 4.2.1](#)), den [Rückbau](#) der Hochbauten ([Kap. 4.2.2](#)), den [Rückbau](#) der Tiefbauten ([Kap. 4.2.3](#)) sowie der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht ([Kap. 4.2.4](#)).

Des Weiteren werden Anforderungen in Abhängigkeit der Bodeneigenschaften und -empfindlichkeiten ([Kap. 4.3](#)) sowie stoffliche Gefahrenpotenziale ([Kap. 4.4](#)) berücksichtigt.

Innerhalb der nachfolgenden Kapitel wird auf standortabhängige Ausnahmen hingewiesen. Auch stoffliche Aspekte, insbesondere Belastungspotenziale werden angesprochen.

Darstellung der Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz

Die Maßnahmen zum Bodenschutz beim [Rückbau](#) von WEA sind im Folgenden in zwei Kategorien eingeteilt: **Allgemein** gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen **AM** sind in [Kap. 4.1](#) hellgrün dargestellt, während arbeitsschritt**spezifische** Ziele, Anforderungen und Maßnahmen **SM** in [Kap. 4.2](#) dunkelgrün abgebildet sind. Innerhalb des Leitfadens wird an den entsprechenden Stellen immer wieder auf die nachfolgenden Maßnahmen verwiesen und zu diesen verlinkt. Bei jeder Maßnahme werden die relevanten **Stoffe/Stoffgruppen/Materialien** in orangefarbener Schrift aufgeführt. Durch jeweilige Verweise gelangt man zu einer Beschreibung und Abschätzung der stofflichen Gefahrenpotenziale in [Kap. 4.4](#). Des Weiteren wird auf entsprechende Textbausteine für Auflagen im Genehmigungsbescheid **AG** in [Kap. 6](#) verwiesen.

4.1 Allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen (AM) zum Bodenschutz

Nachfolgend werden allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz beschrieben, die grundsätzlich bei allen Arbeitsschritten des [Rückbaus](#) einer WEA zu berücksichtigen sind, um eine Umsetzung im vorsorgenden und nachsorgenden Bodenschutz sicherzustellen. Aufgrund der Allgemeingültigkeit der beschriebenen Anforderungen, wird innerhalb des Leitfadens an den entsprechenden Stellen auf sie verwiesen, um Wiederholungen zu

vermeiden. Bei allen Arbeiten in Zusammenhang mit dem Rückbau einer WEA gelten folgende Grundsätze:

- Schutz des Bodens vor Verdichtung und daraus resultierender Vernässung,
- Schutz des Bodens vor Einträgen von Schadstoffen und unerwünschten Fremdstoffen (Verschmutzung) und
- Schutz des Bodens vor Erosion.

Die allgemein gültigen Anforderungen zum Bodenschutz resultieren aus den Vorgaben einschlägiger Normen (DIN 19639 2019, DIN 18915 2018, DIN 19731 1998) und weiterführender Literatur (Bundesverband Boden 2013, Meyer & Wienigk 2016) sowie internen Dokumentationen verschiedener Bodenschutzprojekte (Schnittstelle Boden 2020).

AM1 Flächeninanspruchnahme

- Die Flächeninanspruchnahme ist auf das Nötigste zu beschränken. Dies gilt insbesondere für Flächen, die für den Rückbau einer WEA zusätzlich zur bestehenden Flächeninfrastruktur in Anspruch genommen werden.
- Für den Rückbau (zusätzlich zur bestehenden Infrastruktur) in Anspruch genommene Flächen müssen Schutzmaßnahmen ergriffen werden, um die Böden vor Verdichtung und Vernässung (→ AM2, AM5, SM1), Stoffeinträgen und Verschmutzung (→ AM6, SM2) sowie Erosion (→ AM7) zu schützen.
- vgl. AG1

AM2 Maschineneinsatz und Maschineneinsatzgrenze

- Bodenschonendes Arbeiten auf und mit Bodenmaterial kann nur bei ausreichend trockenen Witterungsbedingungen und Bodenverhältnissen sowie bei Bodenfrost erfolgen.
- Nach Möglichkeit sind Maschinen mit möglichst geringem Gesamtgewicht und möglichst geringer Bodenpressung einzusetzen.
- Maschinen mit hohem Gesamtgewicht und hoher Flächenpressung dürfen nur in Verbindung mit Maßnahmen zum Schutz von Böden vor Verdichtungen (→ AM5, SM1) eingesetzt werden.
- Schutzmaßnahmen zum Maschineneinsatz dienen dazu, den Druckeintrag in den Boden zu verringern und Verdichtungen und Vernässungen (vgl. Abb. 12) zu vermeiden.
- Auf ungeschütztem Boden sind Maschinen mit bodenschonenden Laufwerken (Kettenfahrzeuge mit möglichst geringem Gesamtgewicht und niedriger Flächenpressung oder Radfahrzeuge mit Breit- und Terrareifen) einzusetzen.
- Die Grenzen der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden sowie die spezifische Maschineneinsatzgrenze können nach DIN 19639 (2019) in Abhängigkeit von Bodenfeuchte und Konsistenzbereichen ermittelt werden (vgl. Abb. 13).



Abb. 12: Verdichtung und Vernässung infolge Befahrung bei zu feuchtem Boden (© Schnittstelle Boden)



Abb. 13: Messung der Bodenfeuchte mittels Tensiometer (© Schnittstelle Boden)

AM3 Bodenarbeiten

- Bei Bodenarbeiten sind grundsätzlich die Vorgaben zum Maschineneinsatz und zur Maschineneinsatzgrenze (→ AM2) zu beachten.
- Bodenabtrag wird rückschreitend und getrennt nach Oberboden, Unterboden und Untergrund durchgeführt. Der freigelegte Unterboden wird nicht befahren.
- Bodenauftrag/Wiedereinbau von Bodenmaterial erfolgt vor Kopf und entsprechend der ursprünglichen Horizontierung/Schichtung.

AM4 Zwischenlagerung von WEA-Segmenten, Baumaterial und Bodenmaterial

- Für die Zwischenlagerung unterschiedlicher Art (WEA-Segmente, Baumaterial, Bodenmaterial) sind geeignete Flächen vorzusehen (→ AM1, SM1).
- WEA-Segmente müssen auf befestigten Flächen gelagert werden.
- Baumaterial ist ebenfalls auf befestigten Flächen zu lagern.
- Bodenmaterialien unterschiedlicher Qualität und Eigenschaften (humoser Ober- und humusarmer bzw. humusfreier Unterboden) müssen deutlich getrennt voneinander gelagert werden (ggf. durch ein robustes Trennvlies).
- Oberbodenmieten dürfen maximal zwei Meter hoch sein.
- Unterbodenmieten dürfen maximal drei Meter hoch sein.
- Mietenlagerplätze dürfen auch vor dem Aufsetzen der Miete grundsätzlich nicht befahren werden.
- Bodenmieten dürfen grundsätzlich, auch während des Aufsetzens, nicht befahren werden.
- Bodenmieten werden bei einer Dauer der Zwischenlagerung > 2 Monate gezielt (Ansaat) begrünt.

AM5 Schutz des Bodens vor Bodenverdichtungen und Vernässungen

- Ein Befahren ungeschützten Bodens ist nur bei ausreichend trockenen Witterungs- und Bodenbedingungen und mit geeigneten Maschinen zulässig (→ **AM2**).
- Ein Befahren des Bodens mit schweren Maschinen sowie das Lagern von WEA-Segmenten und Baumaterial ist nur mit Schutzmaßnahmen möglich (→ **SM1**):
 - Bodenschutzplatten (Lastverteilungsplatten) bzw. Baggermatten aus Edelstahl, Aluminium oder Holz (vgl. Abb. 14),
 - Befestigung aus Schotter über Geotextil (vgl. Abb. 15) und ggf. Geokunststoffbewehrung (Geogitter).
- Wird eine WEA durch „Umziehen“ (→ **SM10**) oder eine „Fallrichtungssprengung“ (→ **SM11**) demontiert, ist ein „Fallbett“ zu errichten, um den Druckeintrag beim Aufprall der WEA am Boden zu reduzieren (vgl. Abb. 22). Alternativ können Flächen mit bestehenden Vorbelastungen (z. B. zurückzubauende Wege) als Aufprallfläche genutzt werden.
- vgl. **AG2**



Abb. 14: Bodenschutzplatten (Lastverteilungsplatten) zur Vermeidung von Bodenverdichtungen (© Schnitstelle Boden)



Abb. 15: Geotextil und Schotterschicht zur Vermeidung von Bodenverdichtungen (© Schnitstelle Boden)

AM6 Schutz des Bodens und des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen und Fremdstoffen

- Bodenmaterial darf nicht mit Baumaterial/Baustoffen vermischt/verunreinigt werden.
- Bodenmaterial und Baumaterial/Baustoffe müssen getrennt voneinander gelagert werden (→ **AM4**).
- Für das Zerlegen von WEA-Komponenten sind Schutzmaßnahmen zur Vermeidung des Eintrags von Stäuben in den Boden vorzusehen. Geeignete Schutzmaßnahmen sind die Verwendung von **Einhausungen** sowie das Auffangen und Filtern von Sägestaub und kontaminiertem Kühlwasser oder ausreichend dimensionierte Matten oder Geotextilien, die auf dem Boden ausgebreitet werden.

AM6 Schutz des Bodens und des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen und Fremdstoffen

- Wassergefährdende Stoffe dürfen nicht auf ungeschütztem Boden gelagert werden.
- Maschinen dürfen nicht auf ungeschütztem Boden geparkt oder betankt werden.
- Maschinen müssen vor jeder Benutzung auf die Dichtheit aller Leitungssysteme mit wassergefährdenden Stoffen geprüft werden.
- Es ist ein Lagerort für eine ausreichende Menge an Bindemittel auszuweisen und das Baustellenpersonal darüber zu informieren.
- Beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind Auffangwannen einzusetzen.
- vgl. **AG3**

AM7 Schutz des Bodens vor Erosion

- Auf erosionsgefährdeten Flächen ist für eine geregelte Wasserhaltung, durch eine gezielte Ableitung von Wasser aus dem Baufeld mittels Grabensystem, sowie Sammeln und Abpumpen des Wassers zu sorgen.
- Auf erosionsgefährdeten Flächen sorgt eine rasche Begrünung für einen Schutz vor Erosion.
- Bodenmieten müssen bei längerer Lagerungsdauer aktiv (Ansaat) begrünt werden (→ **AM4**).
- vgl. **AG4**

4.2 Arbeitsschrittsspezifische Ziele, Anforderungen und Maßnahmen (SM) zum Bodenschutz

4.2.1 Vorbereitungsarbeiten

Der Ablauf der Vorbereitungsarbeiten wird in [Kap. 3.1](#) beschrieben. Nachfolgend werden aus den bodenschutzfachlichen Anforderungen ableitbare Maßnahmen zum Bodenschutz bei den einzelnen Arbeitsschritten – Trennung vom Netz, Baustelleneinrichtung (**SM1**) sowie Ablassen der Betriebsflüssigkeiten (**SM2**) – aufgeführt.

Die spezifischen Maßnahmen zum Bodenschutz wurden insbesondere aus der Literatur zum [Rückbau](#) von WEA (DIN SPEC 4866 2020, UBA 2019) abgeleitet.

Trennung vom Netz

- *Es sind keine speziellen Maßnahmen zum Bodenschutz zu berücksichtigen.*

SM1 Baustelleneinrichtung

- Baustelleneinrichtungsflächen müssen ausreichend dimensioniert werden (Lagerkapazität, Maschinenbewegung auf den Flächen).
- Der standorteigene **Oberboden** wird rückschreitend mit einem Kettenbagger, unter Berücksichtigung der von der aktuellen Bodenfeuchte abhängigen Maschineneinsatzgrenze (→ **AM2**), abgetragen (→ **AM3**) und zwischengelagert (→ **AM4**).
- Es wird ein reißfestes und wasserdurchlässiges Geotextil mit Überlappung zwischen den Bahnen und Überstand am Flächenrand verlegt und eine 60 cm mächtige Schottertragschicht vor Kopf (ohne den ungeschützten Boden zu befahren) aufgetragen und verdichtet.
- relevante Stoffe/Materialien: **Geotextil, Schotter**

SM2 Ablassen der Betriebsflüssigkeiten

- Möglichst vollständiges Ablassen der Betriebsflüssigkeiten, um Kontaminationen des Bodens beim weiteren **Rückbau** zu vermeiden.
- Schutz des Bodens vor Stoffeinträgen (→ **AM6**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Betriebsflüssigkeiten**

4.2.2 Rückbau der Hochbauten

Ein Überblick über die Arbeitsschritte beim **Rückbau** der Hochbauten findet sich in **Kap. 3.2**. In den nachfolgenden Kapiteln werden Maßnahmen zum Bodenschutz beim **Rückbau** der Hochbauten – Rotorblätter (**SM3, SM4**), Nabe (**SM5, SM6**), Gondel (**SM7, SM8**) und Turm (**SM9, SM10, SM11, SM12**) – beschrieben.

SM3 Demontage der Rotorblätter

- bodenschonend: Einzelblattdemontage oder Sterndemontage mittels Kran²
- Zwischenlagerung der Rotorblätter auf geeigneten Flächen (→ **AM1, SM1**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen, CFK, GFK**

² nicht bodenschonend: Umziehen, Fallrichtungssprengung oder Faltsprengung ohne vorherige Demontage der Rotorblätter

SM4 Zerlegung der Rotorblätter

- bodenschonend: insbesondere bei GFK- oder CFK-haltigen Komponenten **Einhäufung** der Rotorblätter während der Segmentierung, z. B. mittels Säge, sowie Auffangen und Filtern von Sägestaub und kontaminiertem Kühlwasser oder ausreichend dimensionierte Wannen, Matten/Platten oder Geotextilien (vgl. Abb. 16), die auf dem Boden ausgebreitet werden
- Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse, z. B. Verwehung von Stäuben durch Wind oder Wegspülen von Stäuben durch Niederschlagswasser
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen, CFK, GFK**



Abb. 16: Demontage eines Rotorblattes mittels Säge und Schutz des Bodens vor Staubeinträgen im unmittelbaren Umfeld durch Ausbreiten eines Geotextils (© Wörmann-Team GmbH & Co. KG, www.woermann-team-verkehr.de)

SM5 Demontage der Nabe

- bodenschonend: **Demontage** mittels Kran³ (vgl. Abb. 17)
- Zwischenlagerung der Nabe auf geeigneten Flächen (→ **AM1**, **SM1**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen**, **Elektrokomponenten**, **GFK**, **Stahl**

SM6 Zerlegung der Nabe

- je nach Größe Zwischenlagerung im Ganzen oder direkter Abtransport
- bodenschonend: insbesondere bei **GFK**- oder **CFK**-haltigen Komponenten **Einhäusung** der Nabe während der Segmentierung, z. B. mittels Säge, sowie Auffangen und Filtern von Sägestaub und kontaminiertem Kühlwasser oder ausreichend dimensionierte Wannen, Matten/Platten oder Geotextilien, die auf dem Boden ausgebreitet werden
- Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse, z. B. Verwehung von Stäuben durch Wind oder Wegspülen von Stäuben durch Niederschlagswasser
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen**, **Elektrokomponenten**, **GFK**, **Stahl**



Abb. 17: Demontage der Nabe (© wiwi consult GmbH & Co. KG, www.wiwiconsult.de)

³ nicht bodenschonend: Umziehen, Fallrichtungssprengung oder Faltsprengung ohne vorherige Demontage der Nabe

SM7 Demontage der Gondel

- bodenschonend: **Demontage** mittels Kran⁴
- Zwischenlagerung der Gondel auf geeigneten Flächen (→ **AM1, SM1**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Aluminium, Beschichtungen, Betriebsflüssigkeiten, Elektrokomponenten, GFK, Kupfer, Stahl**

SM8 Zerlegung der Gondel

- je nach Größe Zwischenlagerung im Ganzen oder direkter Abtransport
- Sicherstellung, dass Betriebsflüssigkeiten möglichst vollständig entfernt wurden
- bodenschonend: insbesondere bei **GFK-** oder **CFK-**haltigen Komponenten **Einhau-**
sung während der Segmentierung, z. B. mittels Säge, sowie Auffangen und Filtern von Sägestaub und kontaminiertem Kühlwasser oder ausreichend dimensionierte Wannen, Matten/Platten oder Geotextilien, die auf dem Boden ausgebreitet werden
- Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse, z. B. Verwehung von Stäuben durch Wind oder Wegspülen von Stäuben durch Niederschlagswasser
- relevante Stoffe/Materialien: **Aluminium, Beschichtungen, Betriebsflüssigkeiten, Elektrokomponenten, GFK, Kupfer, Stahl**



Abb. 18: Mechanischer Rückbau eines Betonturmes (© Hagedorn Unternehmensgruppe, www.unternehmensgruppe-hagedorn.de)

⁴ nicht bodenschonend: Umziehen, Fallrichtungssprengung oder Faltsprengung ohne vorherige Demontage der Gondel

SM9 Turmdemontage: mechanischer Rückbau

- bodenschonendste Variante der Turmdemontage
- **Demontage** von Rotorblättern, Nabe und Gondel
- Ablassen aller Betriebsflüssigkeiten vor der Turmdemontage (→ **SM2**)
- Ausbau von Einbauten, z. B. Fahrstühle, Elektrotechnik vor der Turmdemontage
- klare Abgrenzung der in Anspruch genommenen Flächen (z. B. mittels Bauzaun) (→ **AM1, SM1**)
- ggf. fachgerechte Entfernung schadstoffhaltiger Beschichtungen
- mechanische Zerlegung der Segmente (vgl. Abb. 18)
- Auffangen von Stäuben und Beschichtungen mittels **Einhausungen**, Wannen, Maten/Platten oder Geotextilien (→ **AM6**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen, Beton, Bewehrungsstahl, Stahl**

SM10 Turmdemontage: Umziehen

- **Demontage** von Rotorblättern, Nabe und Gondel vor Durchführung der Turmdemontage
- Ablassen aller Betriebsflüssigkeiten vor der Turmdemontage (→ **SM2**)
- Ausbau von Einbauten, z. B. Fahrstühle, Elektrotechnik
- klare Abgrenzung der in Anspruch genommenen Flächen (z. B. mittels Bauzaun) (→ **AM1, SM1**)
- ggf. fachgerechte Entfernung und Auffangen schadstoffhaltiger Beschichtungen
- Schutz der Fläche, die für den Aufprall vorgesehen ist, durch Errichtung eines Fallbettes (vgl. Abb. 22) oder Aufprall auf bereits vorbelasteter Fläche (→ **AM5**)
- Auslegen eines Geotextils vor Errichtung des Fallbettes
- temporäre Zuwegung für die Errichtung des Fallbettes, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lasten und Bodenpressungen (→ **AM1, SM1**)
- temporäre Zuwegung zur am Boden liegenden WEA, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lasten und Bodenpressung errichten (→ **AM1, SM1**)
- Errichtung temporärer Demontageflächen außerhalb der bestehenden Infrastruktur, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lasten und Bodenpressung (→ **AM1, SM1**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen, Beton, Bewehrungsstahl, Stahl**

SM11 Turmdemontage: Fallrichtungssprengung

- **Demontage** von Rotorblättern, Nabe und Gondel vor Durchführung der Turmdemontage
- Ablassen aller Betriebsflüssigkeiten vor der Turmdemontage (→ **SM2**)
- Ausbau von Einbauten, z. B. Fahrstühle, Elektrotechnik
- klare Abgrenzung der in Anspruch genommenen Flächen (z. B. mittels Bauzaun) (→ **AM1, SM1**)
- ggf. fachgerechte Entfernung und Auffangen schadstoffhaltiger Beschichtungen
- Schutz der Fläche, die für den Aufprall vorgesehen ist, durch Errichtung eines Fallbettes (vgl. Abb. 22)
- Auslegen eines Geotextils vor Errichtung des Fallbettes oder Aufprall auf bereits vorbelasteter Fläche (→ **AM5**)
- temporäre Zuwegung für die Errichtung des Fallbettes, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lasten und Bodenpressungen (→ **AM1, SM1**)
- temporäre Zuwegung zur am Boden liegenden WEA, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lasten und Bodenpressung errichten (→ **AM1, SM1**)
- temporäre Demontageflächen außerhalb der bestehenden Infrastruktur, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lasten und Bodenpressung, errichten (→ **AM1, SM1**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen, Beton, Bewehrungsstahl, Stahl**

SM12 Turmdemontage: Faltsprengung

- **Demontage** von Rotorblättern, Nabe und Gondel vor Durchführung der Turmdemontage
- Ablassen aller Betriebsflüssigkeiten vor der Turmdemontage (→ **SM2**)
- Ausbau von Einbauten, z. B. Fahrstühle, Elektrotechnik
- klare Abgrenzung der in Anspruch genommenen Flächen (z. B. mittels Bauzaun) (→ **AM1, SM1**)
- ggf. fachgerechte Entfernung und Auffangen schadstoffhaltiger Beschichtungen
- Schutz von umliegenden Flächen vor Einträgen von Bruchstücken sowie von Staubemissionen mittels Matten/Platten oder Geotextilien, die auf dem Boden ausgebreitet werden (→ **AM6**)
- relevante Stoffe/Materialien: **Beschichtungen, Beton, Bewehrungsstahl, Stahl**

4.2.3 Rückbau der Tiefbauten

Die Arbeitsschritte beim **Rückbau** der Tiefbauten werden in **Kap. 3.3** beschrieben. In den nachfolgenden Kapiteln werden Maßnahmen zum Bodenschutz beim **Rückbau** der Tiefbauten – Fundamente (**SM13, SM14**), Kranstellflächen und weiteren befestigten Flächen (**SM15**) und Kabeltrasse (**SM16**) – aufgestellt. Ein Beispiel für die räumliche Flächenbeanspruchung einer WEA findet sich in Abb. 20.

SM13 Fundamente: mechanischer Rückbau

- getrennter Abtrag des überdeckten **Ober-** und **Unterbodens** und Zwischenlagerung (→ **AM2, AM3, AM4, AM5**)
- vollständiger **Rückbau** inkl. der **Sauberkeitsschicht**
- ggf. Bodenaustausch des anstehenden Bodens, wenn bei der Errichtung eine „Bodenverbesserung“ (Einbringung von Kalk und/oder Mischbinder und Verfestigung) erfolgt ist, welche die standörtlichen Bodeneigenschaften maßgeblich verändert haben
- ggf. Entfernung von Pfahlgründungen (Tiefgründungen)
- vgl. **AG5**
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial, Beton, Bewehrungsstahl, Stahl**



Abb. 19: Rückbau eines Flachfundaments (© wiwi consult GmbH & Co. KG, www.wiwiconsult.de)

SM14 Fundamente: Sprengung

- Absicherung des Fundamentes mittels z. B. Matten, um einen Eintrag von Bruchstücken in die umgebenden Flächen sowie Staubemissionen zu vermeiden
- vgl. **AG5**
- relevante Stoffe/Materialien: **Beton, Bewehrungsstahl, Stahl**

SM15 Kranstellflächen und weitere befestigte Flächen

- rückschreitender Abtrag von Schottermaterial oder auszubauendem Bodenmaterial
- ggf. Entfernen des Geotextils
- ggf. Entfernen von noch bestehenden Verunreinigungen
- vgl. **AG5**
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial, Geotextil, Schotter**

SM16 Rückbau der Kabeltrasse

- **Rückbau** von Kabeltrassen in Böden, die Bodenfunktionen übernehmen sollen und nicht versiegelt bleiben
- rückschreitender Abtrag des Bodens, getrennt nach **Ober-** und **Unterboden** und Zwischenlagerung seitlich des Kabelgrabens (→ **AM2, AM3, AM4, AM5**)
- ggf. Ausbau des Kabelbettes bei nicht standortgerechtem (Boden-)Material
- ggf. Austausch des Bodenmaterials bei ungeeignetem Material
- vgl. **AG5**
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial, Elektrokomponenten**

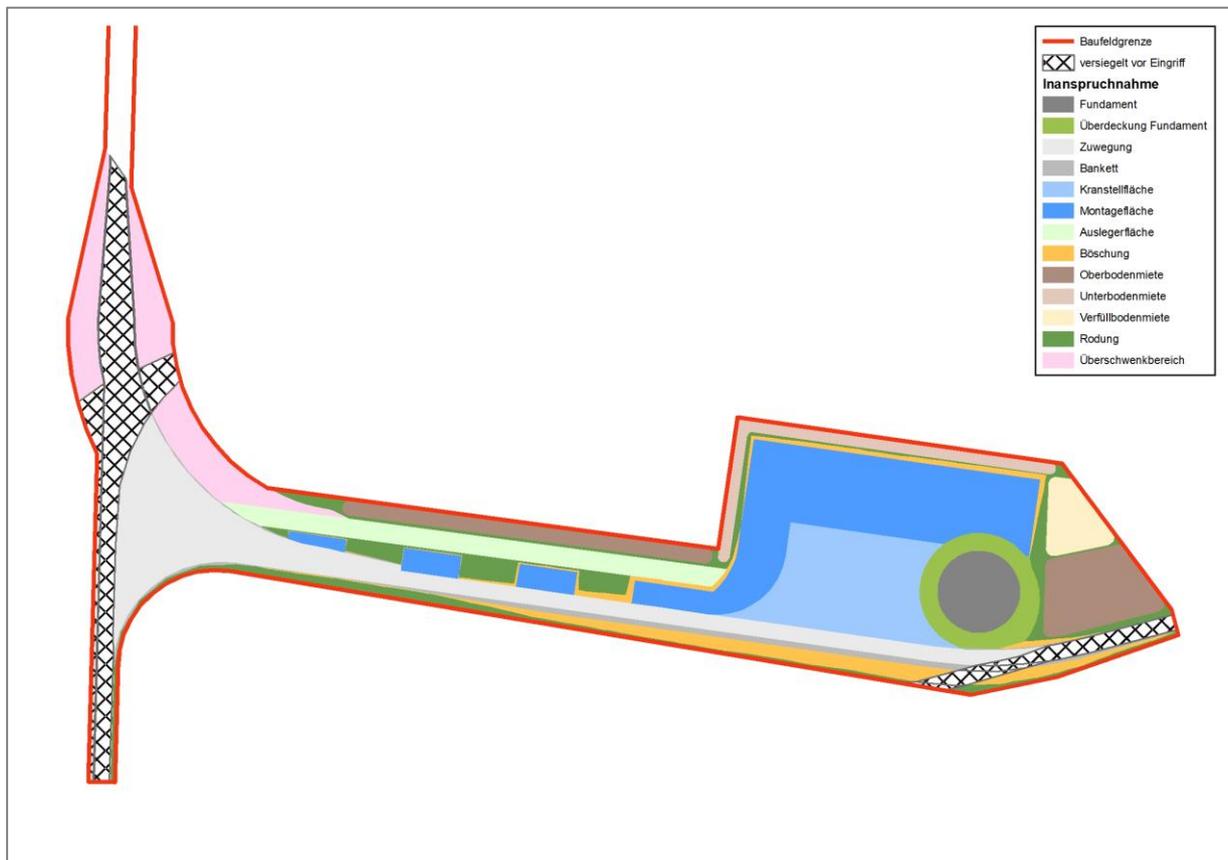


Abb. 20: Planbeispiel für eine Spezifizierung dauerhaft und temporär in Anspruch genommener Teilflächen bei Errichtung bzw. Betrieb einer Windenergieanlage

4.2.4 Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht

Eine Beschreibung der Arbeitsschritte bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht findet sich in [Kap. 3.4](#). In den nachfolgenden Kapiteln sind Maßnahmen zum Bodenschutz bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht – Bodenlockerung (**SM17**), Bodenauftrag (**SM18**), Zwischenbewirtschaftung (**SM19**), Folgebewirtschaftung (**SM20**) sowie Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen (**SM21**) – konkretisiert.

SM17 Bodenlockerung

- manuelle oder maschinelle Entfernung aller baubedingten Verunreinigungen
- bodenschonende Lockerung des freigelegten **Unterbodens** im Bereich von zurückgebauten Fundamenten, Kranstellflächen und weiteren zuvor befestigten Flächen bis zur Tiefe von vorliegenden Verdichtungen, sobald dies die aktuelle Bodenfeuchte zulässt (→ **AM2, AM3**)
- bei Verdichtungen bis ca. 30 cm Tiefe können gängige landwirtschaftliche Maschinen wie Pflug oder Grubber verwendet werden
- bei Verdichtungen zwischen 30 und 100 cm Tiefe sind spezielle Maschinen wie Abbruchlockerer, Stechhublockerer und Tiefengrubber zu verwenden
- im Anschluss möglichst wenige Überfahrten vornehmen, da Böden nach einer Lockerung verdichtungsempfindlicher sind
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial**
- vgl. **AG5**

SM18 Bodenauftrag

- bodenschonender Einbau von geeignetem Bodenmaterial (→ §12 BBodSchV, DIN 19731 1998) mittels Kettenbagger im Streifenverfahren (→ **AM2, AM3**)
- Einbau von zuerst **Unterboden** und anschließend **Oberboden**, ohne den Boden dabei übermäßig zu verdichten
- die Einbaumächtigkeit ist abhängig von der aufzufüllenden Tiefe, dem Ausgangszustand sowie der Zielnutzung
- Ziel ist es, eine durchwurzelbare und wasserdurchlässige Bodenschicht, die Bodenfunktionen ausüben kann, wiederherzustellen
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial**
- vgl. **AG5**

SM19 Zwischenbewirtschaftung

- an die Bodenverhältnisse und Folgenutzung angepasste Zwischenbewirtschaftung für drei Jahre
- Anbau tief wurzelnder Pflanzen (z. B. Luzerne oder Waldstaudenroggen) bzw. Anbau von Mischungen aus Pflanzen mit unterschiedlichen Wurzelsystemen und Durchwurzelungstiefen (z. B. Zwischenfruchtmischungen)
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial**

SM20 Folgebewirtschaftung

- möglichst erst nach einer dreijährigen Zwischenbegrünung/-bewirtschaftung
- möglichst wenige Überfahrten
- bodenschonende Bewirtschaftung (On-Land-Pflügen oder Direktsaat mit Maschinen mit möglichst geringer Bodenpressung)
- bei Ackernutzung: Verzicht auf Hackfrüchte
- bei Ackernutzung: getreidebetonte Fruchtfolge
- bei Ackernutzung: ganzjährige Begrünung (Zwischenfrüchte)
- bei Waldnutzung: Einsaat Waldstaudenroggen nach Lockerung und anschließend Aufforstung
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial**

SM21 Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen

- Bodenlockerung bei Verdichtungen des wiederhergestellten durchwurzelbaren Bodenraums (→ **SM17**)
- Entwässerung durch Drainage bei Staunässe von rekultivierten Böden
- Auffüllung von Sackungen von rekultivierten Böden mit geeignetem Bodenmaterial
- Bodenaustausch bei Einbau von ungeeignetem Bodenmaterial (→ §12 BBodSchV, DIN 19731 (1998)) mit Schadstoffbelastungen oder ungeeigneten Bodeneigenschaften (Gefügeschäden, Steingehalt, Körnung, Humusgehalt, Hydromorphie)
- mineralische oder organische Düngung sowie Kalkung bei entsprechendem Bedarf von landwirtschaftlich genutzten rekultivierten Böden
- mechanische oder maschinelle Entsteinung
- relevante Stoffe/Materialien: **Bodenmaterial**

4.3 Spezielle Anforderungen in Abhängigkeit der Bodeneigenschaften und Empfindlichkeiten

Bei der Planung des Rückbaus müssen die Bodeneigenschaften und Empfindlichkeiten der Böden berücksichtigt werden, insbesondere wenn für den Rückbau die Inanspruchnahme von Flächen außerhalb der bestehenden Infrastruktur notwendig ist. In der folgenden Übersicht wird die Eignung von Flächen/Böden mit bestimmten Eigenschaften und/oder Empfindlichkeiten sowie Vorbelastungen für unterschiedliche Inanspruchnahmen während des Rückbaus bewertet. Die Bewertung soll bei der Priorisierung von Flächen für unterschiedliche Inanspruchnahmen beim Rückbau dienen und erfolgt in drei Stufen:

- + Inanspruchnahme auf diese Fläche lenken
- o Fläche nur mit Vermeidungsmaßnahmen geeignet für vorgesehene Inanspruchnahme
- Inanspruchnahme vermeiden

Übersicht 1: Eignungsbewertung von Böden mit unterschiedlichen Eigenschaften für unterschiedliche Inanspruchnahmen beim Rückbau von WEA und Empfehlungen von Maßnahmen zum Bodenschutz (in Anlehnung an Tabelle 4 DIN 19639, 2019)

Inanspruchnahme beim Rückbau	verdichtungsempfindliche Böden	weniger ⁵ verdichtungsempfindliche Böden	erosionsempfindliche Böden	weniger ⁶ erosionsempfindliche Böden	vernässte Böden	organische Böden	sulfat-saure Böden	vorbelastete Böden (stofflich belastet)	vorbelastete Böden (verdichtet)	vorbelastete Böden (versiegt)
Anlegen befestigter Baustraßen	○	○	○	○	-	-	-	○	+	+
	AM2 AM5 SM1	AM2 AM5 SM1	AM2 AM5 AM7 SM1	AM2 AM5 SM1				AM2 AM5 SM1		
Anlegen unbefestigter Baustraßen	-	○	○	○	-	-	-	○	+	+
		AM2 AM5 SM1	AM2 AM5 AM7 SM1	AM2 AM5 SM1				AM2 AM5 SM1		

⁵ sandige Böden und Böden mit einem hohen Skelettanteil

⁶ Böden in ebener Lage, sandige Böden und Böden mit einem hohen Skelettanteil

Inanspruchnahme beim Rückbau	verdichtungsempfindliche Böden	weniger ⁵ verdichtungsempfindliche Böden	erosionsempfindliche Böden	weniger ⁶ erosionsempfindliche Böden	vernässte Böden	organische Böden	sulfatsaure Böden	vorbelastete Böden (stofflich belastet)	vorbelastete Böden (verdichtet)	vorbelastete Böden (versiegelt)
Zwischenlager für Bodenmaterial	-	o	o	o	-	-	-	o	+/o	+
		AM2 AM4	AM2 AM4 AM7	AM2 AM4				AM2 AM4	AM2 AM4	
Zwischenlager für Baumaterial	-	o	o	o	-	-	-	o	+/o	+/o
		AM4	AM4 AM7	AM4				AM4	AM4	AM4
Stellflächen für Maschinen	-	o	o	o	-	-	-	o	+/o	+
		AM5 AM6 SM1	AM5 AM6 SM1	AM5 AM6 SM1				AM5 AM6 SM1	AM5 AM6 SM1	
Lagerfläche für wassergefährdende Stoffe	-	o	o	o	-	-	-	o	o	+/o
		AM6	AM6	AM6				AM6	AM6	AM6
Lagerfläche für WEA-Komponenten	-	o	o	o	-	-	-	o	+	+
		AM5 SM1	AM5 SM1	AM5 SM1				AM5 SM1		

Inanspruchnahme beim Rückbau	verdichtungsempfindliche Böden	weniger ⁵ verdichtungsempfindliche Böden	erosionsempfindliche Böden	weniger ⁶ erosionsempfindliche Böden	vernässte Böden	organische Böden	sulfatsaure Böden	vorbelastete Böden (stofflich belastet)	vorbelastete Böden (verdichtet)	vorbelastete Böden (versiegelt)
Fläche für Demontage von WEA-Komponenten	-	o	o	o	-	-	-	o	+	+
		AM5 SM1	AM5 SM1	AM5 SM1				AM5 SM1		
Fläche für Zerkleinerung von WEA-Komponenten	-	o	o	o	-	-	-	o	+	+
		AM5 AM6 SM1	AM5 AM6 SM1	AM5 AM6 SM1				AM5 AM6 SM1		
Fläche für Aufprall der WEA	-	o	o	o	-	-	-	o	+	+
		AM1 AM5 AM6	AM1 AM5 AM6 AM7	AM1 AM5 AM6				AM1 AM5 AM6		

4.4 Spezielle Anforderungen aufgrund stofflicher Gefahrenpotenziale

Im Rahmen des **Rückbaus** ergeben sich unterschiedliche Gefährdungspotenziale, ausgehend von den verbauten Materialien bzw. Stoffgruppen der unterschiedlichen Bauteile. In Abb. 21 sind die in den einzelnen WEA-Komponenten verbauten Stoffgruppen dargestellt. Die einzelnen Stoffgruppen werden in Übersicht 2 beschrieben, das von ihnen ausgehende Gefahrenpotenzial erläutert und auf Maßnahmen zum Bodenschutz verwiesen. Die einzelnen **Stoffe/Stoffgruppen/Materialien** werden im Leitfaden orange dargestellt. An allen relevanten Stellen im Leitfaden wird auf Übersicht 2 verwiesen und verlinkt.

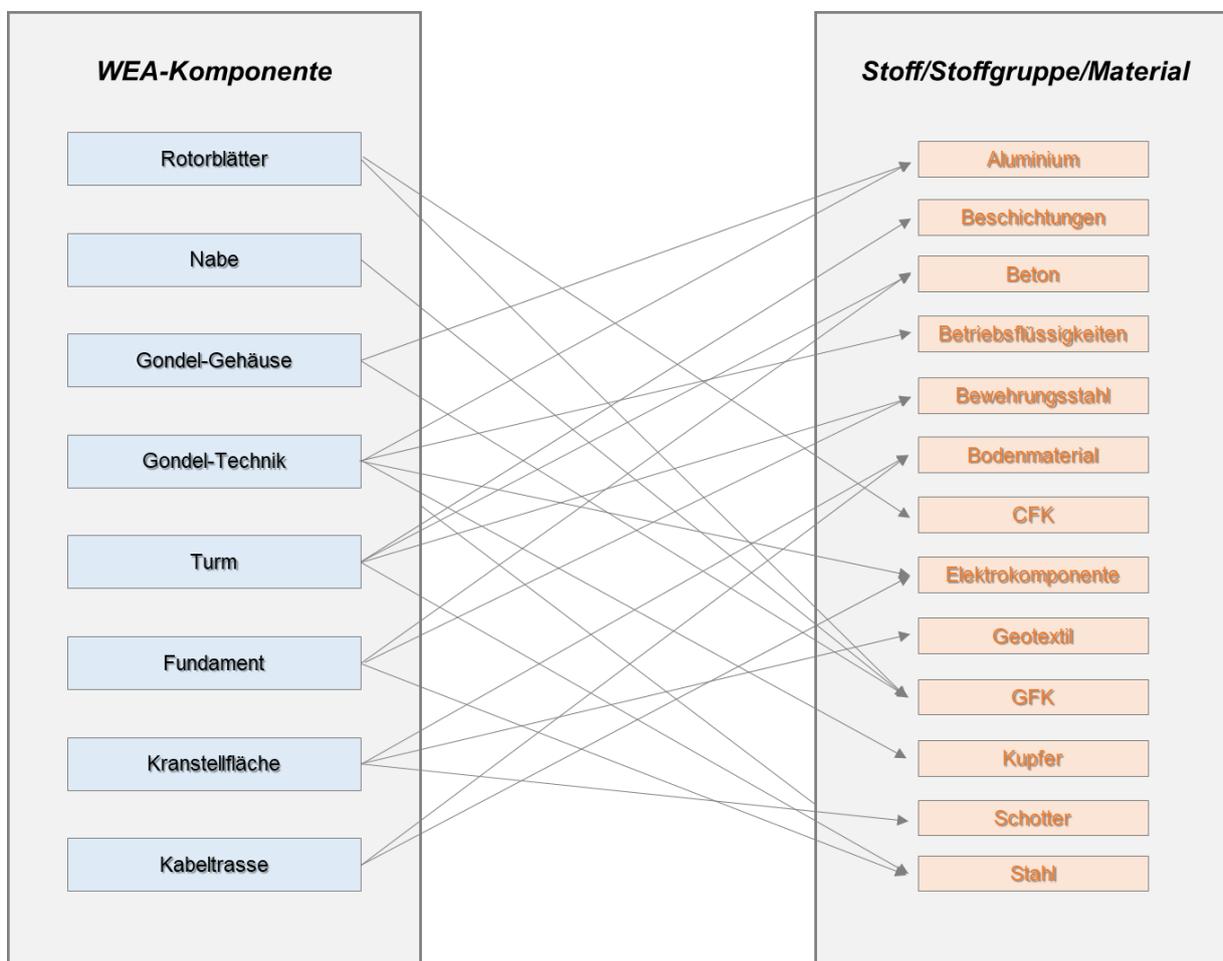


Abb. 21: WEA-Komponenten und verbaute Stoffe/Stoffgruppen

Übersicht 2: Beschreibung von Materialien und Stoffgruppen einer WEA und deren Gefahrenpotenziale sowie Maßnahmen zum Bodenschutz

Stoff/Stoffgruppe/ Materialien	Beschreibung	Gefahrenpotenzial	Maßnahmen Bodenschutz
Aluminium	Leichtmetall, das häufig als Aluminiumlegierung vorkommt. Verbaut ist es im Gondel-Gehäuse sowie in der Gondel-Technik.	Eintrag von Splintern oder Stäuben in den Boden	AM6, SM7, SM8
Beschichtungen	Beschichtungen werden bei WEA-Komponenten z. B. zum Korrosionsschutz eingesetzt. Relevant sind insbesondere Gittermasttürme sowie Stahlrohtürme, aber auch Betontürme können behandelt sein. Die Art der Beschichtung ist nicht immer bekannt bzw. dokumentiert.	Eintrag von Splintern oder Stäuben in den Boden	AM6, SM9, SM10, SM11, SM12
Beton	Baustoff aus Wasser, Zement und Gesteinskörnung, der bei Betontürmen und Hybridtürmen sowie beim Fundament relevant ist.	Eintrag von Bruchstücken oder Stäuben in den Boden	AM6, SM9, SM10, SM11, SM12, SM13, SM14
Betriebsflüssigkeiten	I. d. R. wassergefährdende Stoffe, z. B. Hydraulikflüssigkeiten, Kühlflüssigkeiten und -gase, Öle und Schmierstoffe, die insbesondere in der Gondel-Technik verwendet werden.	Eintrag von Betriebsflüssigkeiten in den Boden	AM6, SM2
Bewehrungsstahl	Bestandteil von Stahlbeton, z. B. bei den Fundamenten von WEA sowie bei Betontürmen und Hybridtürmen. Technisch dient der Bewehrungsstahl dazu, dem Beton eine ansonsten kaum vorhandene Zugfestigkeit zu verleihen.	Verbleib von Rückständen im Boden	AM6, SM9, SM10, SM11, SM12, SM13, SM14
Bodenmaterial	Bodenmaterial liegt unter den zurückzubauenden Tiefbauten vor und wird zur Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht angeliefert.	Belastungen mit organischen oder anorganischen Schadstoffen sowie Verunreinigung mit Bau- oder Fremdstoffen	AM6, SM18, SM21
CFK	Verbundwerkstoff aus carbonfaserverstärktem Kunststoff, der in den Rotorblättern verbaut ist.	Eintrag von Splintern oder Stäuben in den Boden	AM6, SM3, SM4

Stoff/Stoffgruppe/ Materialien	Beschreibung	Gefahrenpotenzial	Maßnahmen Bodenschutz
Elektrokomponenten	Elektrokomponenten sind insbesondere in der Gondel-Technik verbaut.	Verbleib von Rückständen im Boden	AM6, SM7, SM8
Geotextil	Geotextilien sind wasserdurchlässig und dienen als Trennschicht zwischen unterschiedlichen Materialien, zumeist zwischen Bodenmaterial und Schotter.	Verbleib von Rückständen im Boden	AM6, SM15
GFK	Verbundwerkstoff aus glasfaserverstärktem Kunststoff, der in den Rotorblättern sowie der Nabe und der Gondel verbaut ist.	Eintrag von Splintern oder Stäuben in den Boden	AM6, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7, SM8
Kupfer	Schwermetall, das in der Gondeltechnik verbaut ist sowie in allen Kabeln vorhanden ist.	Eintrag von Splintern oder Stäuben in den Boden	AM6, SM7, SM8
Schotter	Grobe, gebrochene Gesteinskörnung, die künstlich hergestellt wird oder als Abfallprodukt entsteht. Im Rahmen des Rückbaus ist Schotter als „mineralischer Abfall“ einzustufen, von dem je nach Zusammensetzung ggf. eine stoffliche Belastung ausgehen kann. Eine Einstufung/Bewertung kann erst nach einer Analyse erfolgen. Schotter kann in verschiedenen Qualitäten vorliegen und beispielsweise Schlacken enthalten. Schotter spielt insbesondere im Rahmen der Baustelleneinrichtung bei der Herstellung von Lagerflächen, (De-)Montageflächen und Kranstellflächen sowie von Zuwegungen eine Rolle.	Verbleib von Rückständen im Boden	AM6, SM15
Stahl	Besteht zum größten Teil aus Eisen und spielt bei Fundamenten sowie bei Stahlrohrtürmen, Hybridtürmen und Gittermasttürmen eine Rolle.	Verbleib von Rückständen im Boden	AM6, SM9, SM10, SM11, SM12, SM13, SM14

5 Bewertung der Rückbauverfahren und -praktiken

In [Kap. 3](#) ist der Ablauf beim [Rückbau](#) einer WEA beschrieben und in [Kap. 4](#) sind allgemeine und mit Blick auf die einzelnen Arbeitsschritte auch spezifische bodenschutzfachliche Ziele, Anforderungen und Maßnahmen an den [Rückbau](#) formuliert, die sich aus den rechtlichen und fachlichen Rahmenbedingungen und den zu erwartenden Auswirkungen auf den Boden – differenziert nach den verschiedenen Anlagenbauarten, Rückbauverfahren sowie standörtlichen Voraussetzungen – ergeben.

Als Schlussfolgerung aus [Kap. 3](#) und [4](#) werden die Verfahren und Praktiken in den Steckbriefen in [Kap. 5.1](#), [5.2](#) und [5.3](#) aus Sicht des Bodenschutzes bewertet. Dies erfolgt in Form von **Steckbriefen**, in denen die jeweiligen Arbeitsschritte und Praktiken charakterisiert und aus Sicht des Bodenschutzes bewertet werden.

Beim [Rückbau](#) von WEA wird zwischen **vorgelagerten bzw. vorbereitenden Arbeiten**, dem **oberirdischen Rückbau** (Hochbauten) sowie dem **unterirdischen Rückbau** (Tiefbauten) unterschieden.

Sowohl die vorgelagerten bzw. vorbereitenden Arbeiten, als auch der [Rückbau](#) der Tiefbauten erfolgen in der Regel in nahezu identischer Weise.

Unterschieden und gesondert betrachtet werden verschiedene Verfahren zum [Rückbau](#) der Hochbauten. Hierbei sind vier Verfahren relevant:

- **mechanischer Rückbau**
- **Umziehen**
- **Fällen / Fallsprengung**
- **Vollsprengung (= Faltsprengung)**

Diese Verfahren werden in Steckbriefen charakterisiert. Innerhalb der Steckbriefe wird zwischen den unterschiedlichen **Turmarten** (Gittermastturm, Stahlrohrturm, Betonturm und Hybridturm) differenziert, insofern dies inhaltlich sinnvoll ist.

Aufbau der Steckbriefe

Es erfolgt eine stichpunktartige **Beschreibung/Charakterisierung** des Verfahrens sowie eine Auflistung von **Besonderheiten/Schwierigkeiten**, die sich daraus ergeben. Darauf basiert eine verbal-argumentative **Bewertung** der Verfahren aus Sicht des Bodenschutzes. Hierbei werden die Wirkfaktoren **Flächeninanspruchnahme**, **Verdichtung**, **Stoffeintrag** und **Erosion** betrachtet.

Als Schlussfolgerung werden, vorbereitend auf die nachfolgenden Kapitel, daraus **Maßnahmen zum Bodenschutz** abgeleitet und verlinkt.

5.1 Steckbriefe Vorbereitungsarbeiten

Verfahrensart	Trennung vom Netz			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohrturm	Betonturm	Hybridturm
Beschreibung/Charakterisierung	- Trennung von Kabelverbindungen (Leistungskabel, Steuerkabel, Kabel von Turmeinbauten und Schienensystemen)			
Besonderheiten/Schwierigkeiten	- bei Wiederverwendung der WEA (Aufbau an einem anderen Standort) müssen die Kabel unbeschadet bleiben			
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	- keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme			
Verdichtung	- das Entstehen von Verdichtungen ist nicht zu besorgen			
Stoffeintrag	- ein Stoffeintrag in den Boden ist nicht zu besorgen			
Erosion	- das Entstehen von Bodenerosion ist nicht zu besorgen			
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	keine			
Verdichtung	keine			
Stoffeintrag	keine			
Erosion	keine			

Verfahrensart	Baustelleneinrichtung			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohrturm	Betonturm	Hybridturm
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - ggf. Ausbau der Zuwegung - ggf. Ausbau/Errichtung von Kranstellflächen - ggf. Ausbau/Errichtung von Hilfskranstellflächen - ggf. Ausbau/Errichtung von (De-)Montageflächen 			
Besonderheiten/Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Planung der Baustelleneinrichtung in ausreichender Dimension - vorhandene Infrastruktur entspricht manchmal nicht den technischen Anforderungen 			
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	- abhängig von der Bauart einer WEA sowie von der Verfahrensart des Rückbaus meist zusätzliche Flächeninanspruchnahme zur bestehenden Infrastruktur			
Verdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - Entstehen von Bodenverdichtungen bei der Errichtung von Baustelleneinrichtungsflächen - Entstehen von Bodenverdichtungen durch unzureichende Dimensionierung/Mächtigkeit von Baustelleneinrichtungsflächen - Entstehen von Verdichtungen durch unzureichende Dimensionierung von Baustelleneinrichtungsflächen und Befahren und Inanspruchnahme von zusätzlichen ungeschützten Flächen/Böden 			
Stoffeintrag	- Eintrag von Schotter/Baumaterialien			
Erosion	- Entstehen von Bodenerosion auf Flächen in Hanglage und bei fehlender Begrünung			
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1			
Verdichtung	AM1, AM2, AM5			
Stoffeintrag	AM6			
Erosion	AM7			

Verfahrensart	Ablassen von Betriebsflüssigkeiten			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohrturm	Betonturm	Hybridturm
Beschreibung/Charakterisierung	- vor dem Rückbau werden alle Betriebsflüssigkeiten abgelassen			
Besonderheiten/Schwierigkeiten	- es können Rückstände von Betriebsflüssigkeiten in den WEA-Komponenten verbleiben			
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	- es erfolgt keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme			
Verdichtung	- es entstehen keine Verdichtungen im Rahmen der Arbeiten			
Stoffeintrag	<ul style="list-style-type: none"> - Verbleiben von Rückständen der Betriebsflüssigkeiten können zum Eintrag dieser Stoffe in den Boden führen - werden Betriebsstoffe, wie Schmiermittel, Öle und Schutzgase nicht vor dem Rückbau abgelassen, können größere Mengen dieser Stoffe in den Boden eingetragen werden 			
Erosion	- das Entstehen von Bodenerosion ist nicht zu besorgen			
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	keine			
Verdichtung	keine			
Stoffeintrag	AM6, SM2			
Erosion	keine			

5.2 Steckbriefe Rückbau Hochbauten

Verfahrensart	Mechanischer Rückbau			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohrturm	Betonturm	Hybridturm
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Abbau Rotorblätter und Gondel - lösen der Verbindungselemente - Absenken einzelner Segmente mittels Kran - weiterer Abbau am Boden 	<ul style="list-style-type: none"> - Abbau Rotorblätter und Gondel - Rückbau einzelner Stahlsegmente - Absenken mit Hauptkran - direkter Abtransport - oder Zwischenlagerung im Ganzen - oder Zerkleinerung vor Ort 	<ul style="list-style-type: none"> - Abbau Rotorblätter und Gondel - bei freiliegender, nicht vergossener Verbindung der Segmente, zerteilen des Turms in Segmente - Roboter zum Zerschneiden von Betontürmen befinden sich in der Entwicklung - alternativ Einsatz einer Abrißbirne oder Abbruchschere - oder Auseinanderdrücken des Turms von innen mittels neuartigem Verfahren (WDR 2020) - ist die Zerlegung in Segmente möglich, Absenken mit Hauptkran - direkter Abtransport - oder Zwischenlagerung im Ganzen - oder Zerkleinerung vor Ort 	<ul style="list-style-type: none"> - Abbau Rotorblätter und Gondel - Kombination aus dem Abbau eines Stahlturms und dem Abbau eines Betonturms

Verfahrensart	Mechanischer Rückbau			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohrturm	Betonturm	Hybridturm
Besonderheiten/Schwierigkeiten	- geringeres Gewicht sowie höherer Anteil an Verbindungselementen als bei den anderen Turmtypen erleichtern mechanischen Rückbau	- hohes Gewicht der einzelnen Segmente	- einzelne Segmente häufig vergossen und nicht trennbar; Wiederaufbau nicht möglich - sehr hohes Gewicht	- einzelne Segmente häufig vergossen und nicht trennbar
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	- vergleichsweise gering, da Kranstellfläche in der Regel schon vorhanden - ggf. zusätzliche Flächeninanspruchnahme in Abhängigkeit der Anforderungen an Kranstellflächen und Zuwegungen			
Verdichtung	- von dem Abbau ausgehend sind keine Bodenverdichtungen zu erwarten - Bodenverdichtungen können durch die Zwischenlagerung auf dem Boden verursacht werden			
Stoffeintrag	- bei Zerkleinerung der Turmsegmente vor Ort Eintrag von Stäuben und Bruchstücken in den Boden zu erwarten		- Stoffeintrag durch herabfallende oder bei der Zerkleinerung vor Ort entstehende Betonbruchstücke	
Erosion	- das Entstehen von Bodenerosion ist nicht zu besorgen			
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1			
Verdichtung	AM2, AM5			
Stoffeintrag	AM6, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7, SM8, SM9			
Erosion	keine			

Verfahrensart	Umziehen			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohrturm	Betonturm	Hybridturm
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - häufig Errichtung eines Erdbettes (Rampe aus angeliefertem Bodenmaterial im Aufprallbereich der WEA) zur Minderung des Druckeinbaus in den Boden - Umlegen der WEA mittels Seil und Kraftfahrzeug - gleichzeitiges Anheben des Fundamentes mittels Bagger - weitere Zerlegung in einzelne Segmente/Bruchstücke am Boden 			
Besonderheiten/Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Gefahr von Unfällen 			
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	<ul style="list-style-type: none"> - hoch, da angrenzende Flächen benötigt werden - ggf. zusätzliche Flächeninanspruchnahme in Abhängigkeit der Anforderungen an Zuwegungen 			
Verdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - das Entstehen von Bodenverdichtungen, verursacht durch den Aufprall der WEA auf den Boden, ist zu erwarten - auch ein Befahren der Flächen bei der weiteren Zerlegung der WEA am Boden und beim Abtransport führt zu Verdichtungen 			
Stoffeintrag	<ul style="list-style-type: none"> - es ist ein Stoffeintrag in den Boden durch absplitternde Teile/Beschichtungen der WEA zu erwarten - ein Stoffeintrag durch das Auslaufen von Restmengen an Betriebsmitteln kann nicht ausgeschlossen werden 			
Erosion	<ul style="list-style-type: none"> - das Entstehen von Bodenerosion ist nicht zu besorgen 			
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1			
Verdichtung	AM2, AM5			
Stoffeintrag	AM6, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7, SM8, SM10			
Erosion	keine			

Verfahrensart	Fallrichtungssprengung (auch Fällern/Umlegen genannt)			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohturm	Betonturm	Hybridturm
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - teilweise Errichtung eines Erdbettes (Rampe aus angeliefertem Bodenmaterial im Aufprallbereich der WEA) zur Minderung des Druckeintrags in den Boden - es wird ein Keil in den Betonsockel gesprengt, um den Turm kontrolliert zu Fall zu bringen - weitere Zerlegung in einzelne Segmente/Bruchstücke am Boden 			
Besonderheiten/Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Gefahr von Unfällen 			
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	<ul style="list-style-type: none"> - hoch, da angrenzende Flächen benötigt werden - ggf. zusätzliche Flächeninanspruchnahme in Abhängigkeit der Anforderungen an Zuwegungen 			
Verdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - das Entstehen von Bodenverdichtungen, verursacht durch den Aufprall der WEA auf den Boden, ist zu erwarten - auch ein Befahren der Flächen bei der weiteren Zerlegung der WEA am Boden und beim Abtransport führt zu Verdichtungen 			
Stoffeintrag	<ul style="list-style-type: none"> - es ist ein Stoffeintrag in den Boden durch absplitternde Teile/Beschichtungen der WEA zu erwarten - ein Stoffeintrag durch das Auslaufen von Restmengen an Betriebsmitteln kann nicht ausgeschlossen werden 			
Erosion	<ul style="list-style-type: none"> - das Entstehen von Bodenerosion ist nicht zu besorgen 			
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1			
Verdichtung	AM2, AM5			
Stoffeintrag	AM6, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7, SM8, SM11			
Erosion	keine			

Verfahrensart	Faltsprengung (auch Vollsprengung genannt)			
Bauart	Gittermastturm	Stahlrohturm	Betonturm	Hybridturm
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Sprengung einzelner Segmente nacheinander, um den Turm in sich zusammenfallen zu lassen - weitere Zerlegung in einzelne Segmente/Bruchstücke am Boden 			
Besonderheiten/Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Gefahr von Unfällen 			
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	<ul style="list-style-type: none"> - mittel, da der Aufprall von Bruchstücken auf angrenzenden Flächen zu erwarten ist - ggf. zusätzliche Flächeninanspruchnahme in Abhängigkeit der Anforderungen an Zuwegungen 			
Verdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - das Entstehen von Bodenverdichtungen, verursacht durch den Aufprall von WEA-Bruchstücken auf den Boden, ist zu erwarten - auch ein Befahren der Flächen bei der weiteren Zerlegung der WEA am Boden und beim Abtransport führt zu Verdichtungen 			
Stoffeintrag	<ul style="list-style-type: none"> - es ist ein Stoffeintrag in den Boden durch WEA-Bruchstücke und absplittende Teile/Beschichtungen der WEA zu erwarten - es ist ein Stoffeintrag infolge einer starken Staubbildung zu erwarten - ein Stoffeintrag durch das Auslaufen von Restmengen an Betriebsmitteln kann nicht ausgeschlossen werden 			
Erosion	<ul style="list-style-type: none"> - das Entstehen von Bodenerosion ist nicht zu besorgen 			
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz			
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1			
Verdichtung	AM2, AM5			
Stoffeintrag	AM6, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7, SM8, SM13			
Erosion	keine			

5.3 Steckbriefe Rückbau der Tiefbauten

Verfahrensart	Rückbau der Fundamente	
	mechanischer Rückbau	Sprengung
Bauart	Standardflachfundament (Flachgründung) oder Pfahlgründung (Tiefgründung)	
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Zerkleinerung des Fundamentes mittels Meißelbagger - Aufnehmen und Laden der Bruchstücke sowie Abtransport 	<ul style="list-style-type: none"> - Bohrungen ins Fundament - Platzieren der Sprengladungen im Fundament - Durchführung Lockersprengung - Aufnehmen und Laden der Bruchstücke sowie Abtransport
Besonderheiten/Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - unterschiedliche Auffassung bzgl. der Rückbautiefe - sehr arbeitsaufwändig und kostenintensiv 	<ul style="list-style-type: none"> - unterschiedliche Auffassung bzgl. der Rückbautiefe - wirtschaftlicher
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz	
Flächeninanspruchnahme	- keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme	
Verdichtung	- bestehende Verdichtung des Unterbodens nach dem Rückbau wahrscheinlich	
Stoffeintrag	- es besteht die Gefahr des Eintrags von Bruchstücken in umliegende Flächen/Böden, insbesondere bei fehlenden Schutzmaßnahmen	
Erosion	- Entstehen von Bodenerosion auf Flächen in Hanglage und fehlender Begrünung	
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz	
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1	
Verdichtung	AM2, AM5, SM17	
Stoffeintrag	AM6, SM13, SM14	
Erosion	AM7	

Verfahrensart	Rückbau von Kranstellflächen und weiteren befestigten Flächen		
Bauart	Kranstellflächen	(De-)Montageflächen	Zuwegung
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Aufnehmen und Laden des Schotters - Abtrag Geotextil - Entfernen von übrigen Verschmutzungen 		<ul style="list-style-type: none"> - ggf. Rückbau der Asphaltdecke - Aufnehmen und Laden des Schotters - Abtrag Geotextil - Entfernen von übrigen Verschmutzungen
Besonderheiten/Schwierigkeiten	- keine		
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz		
Flächeninanspruchnahme	- keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme		
Verdichtung	- Verdichtung des Unterbodens nach dem Rückbau wahrscheinlich		
Stoffeintrag	- es besteht die Gefahr des Eintrags von Fremdmaterialien (Schotter) in angrenzende Flächen		
Erosion	- Entstehen von Bodenerosion auf Flächen in Hanglage und fehlender Begrünung		
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz		
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1		
Verdichtung	AM2, AM5, SM17		
Stoffeintrag	AM6, SM15		
Erosion	AM7		

Verfahrensart	Rückbau der Kabeltrasse	
Bauart	interne Kabeltrasse	externe Kabeltrasse
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - ggf. Rückbau der Asphaltdecke - Aufnehmen und Laden des Schotter - Abtrag Geotextil - Abtrag des Bodens innerhalb des Kabelgrabens und Zwischenlagerung des ausgebauten Bodenmaterials - Entfernen der Kabel und von übrigen Verschmutzungen (Substrat des Kabelbetts) - Einbau von geeignetem Bodenmaterial 	
Besonderheiten/Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Kabeltrassen können innerhalb von Wegeparzellen verlaufen, die nicht zurückgebaut werden oder in Flächenbereichen liegen, die zurückgebaut werden und danach Bodenfunktionen übernehmen 	
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz	
Flächeninanspruchnahme	- keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme	
Verdichtung	- Verdichtung des Unterbodens nach dem Rückbau wahrscheinlich	
Stoffeintrag	- es besteht die Gefahr des Eintrags von Fremdmaterialien in angrenzende Flächen	
Erosion	- Entstehen von Bodenerosion auf Flächen in Hanglage und fehlender Begrünung	
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz	
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1	
Verdichtung	AM2, AM5, SM17	
Stoffeintrag	AM6, SM16	
Erosion	AM7	

Verfahrensart	Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht	
Bauart	Standardflachfundament (Flachgründung)	Pfahlgründung (Tiefgründung)
Beschreibung/Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Beseitigen von Verdichtungen im Untergrund durch Bodenlockerung - Einbau von Unterboden - Auftrag von Oberboden 	
Besonderheiten/Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Verfügbarkeit von geeignetem Bodenmaterial oft schwierig 	
Wirkfaktoren	Bewertung Bodenschutz	
Flächeninanspruchnahme	<ul style="list-style-type: none"> - es erfolgt keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme 	
Verdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - bei unsachgemäßer Ausführung ist das Entstehen von Verdichtungen zu befürchten 	
Stoffeintrag	<ul style="list-style-type: none"> - ein Stoffeintrag kann beim Einbau von belastetem Bodenmaterial erfolgen - ein Stoffeintrag kann beim Einbau von mit Bodenmaterial mit Bauschuttbeimengungen erfolgen 	
Erosion	<ul style="list-style-type: none"> - Entstehen von Bodenerosion auf Flächen in Hanglage und fehlender Begrünung 	
Wirkfaktoren	Maßnahmen Bodenschutz	
Flächeninanspruchnahme	AM1, SM1	
Verdichtung	AM2, AM5, SM17, SM18, SM19, SM20	
Stoffeintrag	AM6	
Erosion	AM7	

6 Auflagen im Genehmigungsbescheid

Die inhaltlichen Empfehlungen bezüglich der bodenschutzfachlichen Auflagen im Genehmigungsbescheid für den Rückbau einer WEA beruhen auf dem in Kap. 2 dargelegten rechtlichen Rahmen.

Ungeachtet der Art des Genehmigungsverfahrens (BlmSchG-Genehmigung, Baugenehmigung, Rückbau-/Abbruchgenehmigung) werden in den Nebenbestimmungen durch die Genehmigungsbehörde Regelungen für den jeweiligen Einzelfall – meist in Form von Auflagen – getroffen. Um die Belange des Bodenschutzes angemessen im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens zu berücksichtigen, muss die Bodenschutzbehörde als fachlich zuständige Behörde beteiligt werden.

Die Sicherstellung eines fachgerechten und ressourcenschonenden Rückbaus und in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung bodenschutzfachlicher Anforderungen erfordert eine spezifische und detaillierte Ausgestaltung der rückbaubezogenen Nebenbestimmungen. Dies ist auch erforderlich, um dem Bestimmtheitsgebot im Sinne des § 37 Abs. 1 VwVfG zu genügen: Die getroffenen Regelungen müssen daher den Antragsteller unzweideutig erkennen lassen, was genau von ihm gefordert wird. Die untenstehenden **Textbausteine für Auflagen im Genehmigungsbescheid** AG müssen deshalb ggf. im konkreten Einzelfall angepasst werden.

Bodenschutzfachliche Anforderungen beim Rückbau von WEA, bzw. daraus abgeleitete Maßnahmen zum Bodenschutz werden in Kap. 4 dargelegt. Es gibt allgemein gültige Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz AM, die grundsätzlich zu berücksichtigen sind (vgl. Kap. 4.1) sowie arbeitsschrittsspezifische Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz SM (vgl. Kap. 4.2) während der Vorbereitungsarbeiten (vgl. Kap. 4.2.1), während des Rückbaus der Hochbauten (vgl. Kap. 4.2.2) und der Tiefbauten (vgl. Kap. 4.2.3) sowie bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (vgl. Kap. 4.2.4).

Zur Überprüfung der Berücksichtigung der Anforderungen und Maßnahmen des Bodenschutzes können zudem die hierfür entwickelten **Checklisten** angewendet werden (vgl. Kap. 7).

AG1 Begrenzung der Flächeninanspruchnahme

- Die Flächeninanspruchnahme ist auf das Mindestmaß zu beschränken.
- Die benötigten Flächen sind ausreichend zu dimensionieren.
- Maßnahmenempfehlung: AM1, SM1

AG2 Schutz des Bodens vor Bodenverdichtungen und Vernässungen

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Bodenverdichtungen und daraus resultierenden Vernässungen und Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften zu ergreifen.
- Die Flächen sind in Abhängigkeit ihrer Inanspruchnahme beim Rückbau zu präparieren.
- Maßnahmenempfehlung: **AM2, AM5, SM1**



Abb. 22: Betonturm im Fallbett nach erfolgter Sprengung (© Hagedorn Unternehmensgruppe, www.unternehmensgruppe-hagedorn.de)

AG3 Schutz des Bodens und des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen und Fremdstoffen

- Es sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens und des Grundwassers vor Schadstoffeinträgen, ausgehend von Betriebsmitteln der WEA oder Maschinen, zu ergreifen.
- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Einträgen von Fremdstoffen und Verunreinigungen in Form von Baustoffen oder Bauabfällen, insbesondere durch Vermischen derselben mit Bodenmaterial, zu ergreifen.
- Maßnahmenempfehlung: **AM6**

AG4 Schutz des Bodens vor Erosion

- Es sind Maßnahmen zum Schutz vor Bodenerosion zu ergreifen, insbesondere für Flächen in Hanglage und mit fehlender Begrünung.
- Maßnahmenempfehlung: **AM7**

AG5 Vollständiger Rückbau und Rückverfüllung von Bodenmaterial sowie Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht

- Kranstell-, (De-)Montage- und Lagerflächen sind vollständig zurückzubauen.
- Zuwegungen und Kabeltrassen sind, soweit sie keine andere Verwendung außerhalb der zurückzubauenden WEA haben, vollständig zurückzubauen.
- Standardflachfundamente (Flachgründungen) sind vollständig zurückzubauen.
- Pfahlgründungen (Tiefgründungen) sind grundsätzlich vollständig zurückzubauen. Der Rückbau darf nicht zum Entstehen einer zusätzlichen schädlichen Bodenveränderung führen.
- Auf allen zurückgebauten Flächen sind Verdichtungen im **Untergrund** zu lockern, sobald dies die aktuelle Bodenfeuchte zulässt.
- Abschließend ist eine durchwurzelbare Bodenschicht unter Beachtung des §12 BBodSchV herzustellen.
- Maßnahmenempfehlung: **SM13, SM14, SM15, SM16, SM17, SM18, SM19, SM20, SM21**

AG6 Bodenkundliche Baubegleitung

- es ist eine bodenkundliche Baubegleitung (vgl. **Kap. 10.2**) im Rahmen des **Rückbaus** zu beauftragen (→ DIN 19639 2019)
- die mit der bodenkundlichen Baubegleitung beauftragte Person muss über die notwendige Sach- und Fachkunde verfügen und diese nachweisen
- die mit der bodenkundlichen Baubegleitung beauftragte Person ist der Genehmigungsbehörde vor Beginn des **Rückbaus** zu nennen
- die bodenkundliche Baubegleitung muss der Genehmigungsbehörde regelmäßig Bericht erstatten

7 Checklisten

Um die Berücksichtigung aller Anforderungen und Maßnahmen des Bodenschutzes zu überprüfen, kann die Bodenschutzbehörde die nachfolgenden **Checklisten** anwenden, innerhalb derer auf die allgemein gültigen Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz **AM** (vgl. Kap. 4.1) sowie die arbeitsschrittsspezifischen Ziele, Anforderungen und Maßnahmen zum Bodenschutz **SM** (vgl. Kap. 4.2) verwiesen wird. Des Weiteren wird dort auch auf die in Kap. 6 formulierten kopierbaren Textbausteine für Auflagen im Genehmigungsbescheid **AG** verlinkt. Die Checklisten sind zur erleichterten Bedienung und Archivierung als **speicherbare PDF-Formulare** angelegt.

Checkliste 1: Vorbereitungsarbeiten

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
<i>Trennung vom Netz</i>					
1	- Gibt es besondere Punkte, die für den Bodenschutz von Belang sind?				
<i>Baustelleneinrichtung</i>					
2	- Müssen für den Rückbau der WEA zusätzliche Flächen zur bestehenden Infrastruktur in Anspruch genommen werden?				AM1, SM1
	- Sind zusätzlich in Anspruch genommene Flächen ausreichend dimensioniert (Lagerkapazität, Maschinenbewegungen auf den Flächen)?				AM1, AM4, SM1
	- Sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens im Rahmen der Baustelleneinrichtung vorgesehen?				AM2, AM5, AM6, AM7
<i>Ablassen der Betriebsflüssigkeiten</i>					
3	- Ist es vorgesehen, dass jegliche Betriebsflüssigkeiten vor dem Rückbau möglichst rückstandslos entfernt werden?				AM6, SM2
	- Sind geeignete Flächen für die Zwischenlagerung von Betriebsflüssigkeiten vorgesehen?				AM6, SM2

Checkliste 2: Rückbau der Hochbauten

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
<i>Demontage und Zerlegung der Rotorblätter</i>					
1	- Ist es vorgesehen, die Rotorblätter vor dem Rückbau des Turms zu demontieren (Einzelblattdemontage oder Sterndemontage)?				SM3
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Staubeinträgen in den Boden bei der Zerlegung der Rotorblätter vorgesehen?				SM4
	- Sind Flächen mit ausreichenden Schutzmaßnahmen für die Zwischenlagerung der Rotorblätter vorgesehen?				AM1, SM1
<i>Demontage und Zerlegung der Nabe</i>					
2	- Ist es vorgesehen, die Nabe vor dem Rückbau des Turms zu demontieren (Einzelblattdemontage oder Sterndemontage)?				SM5
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Staubeinträgen in den Boden bei der Zerlegung der Nabe vorgesehen?				SM6
	- Sind Flächen mit ausreichenden Schutzmaßnahmen für die Zwischenlagerung der Nabe vorgesehen?				AM1, SM1
<i>Demontage und Zerlegung der Gondel</i>					
3	- Ist es vorgesehen, die Gondel vor dem Rückbau des Turms zu demontieren (Einzelblattdemontage oder Sterndemontage)?				SM7
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Staubeinträgen in den Boden bei der Zerlegung der Gondel vorgesehen?				SM8
	- Sind Flächen mit ausreichenden Schutzmaßnahmen für die Zwischenlagerung der Gondel vorgesehen?				AM1, SM1
<i>Turmdemontage: mechanischer Rückbau</i>					
4	- Ist der Turm mit bedenklichen/schadstoffhaltigen Beschichtungen behandelt?				AM6
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Staubeinträgen in den Boden bei der Zerlegung des Turms vorgesehen?				SM9
	- Sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens im Rahmen des mechanischen Rückbaus vorgesehen?				AM2, AM5, AM6, AM7

Checkliste 2: Rückbau der Hochbauten

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
<i>Turmdemontage: Umziehen</i>					
5	- Ist es vorgesehen, dass Rotorblätter, Nabe und Gondel vor dem Umziehen mechanisch demontiert werden?				SM10
	- Ist es vorgesehen, dass jegliche Betriebsflüssigkeiten vor dem Umziehen möglichst rückstandslos entfernt werden?				SM2
	- Ist der Turm mit bedenklichen/schadstoffhaltigen Beschichtungen behandelt?				AM6
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor einem Stoffeintrag, insbesondere von Bruchstücken/Splintern in den Boden vorgesehen?				AM6, SM10
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Verdichtungen des Bodens, insbesondere beim Aufprall der WEA am Boden vorgesehen?				AM2, AM5
<i>Turmdemontage: Fallrichtungssprengung</i>					
6	- Ist es vorgesehen, dass Rotorblätter, Nabe und Gondel vor der Fallrichtungssprengung mechanisch demontiert werden?				SM11
	- Ist es vorgesehen, dass jegliche Betriebsflüssigkeiten vor der Fallrichtungssprengung möglichst rückstandslos entfernt werden?				SM2
	- Ist der Turm mit bedenklichen/schadstoffhaltigen Beschichtungen behandelt?				AM6
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor einem Stoffeintrag, insbesondere von Bruchstücken/Splintern in den Boden vorgesehen?				AM6, SM11
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Verdichtungen des Bodens, insbesondere beim Aufprall der WEA am Boden vorgesehen?				AM2, AM5
<i>Turmdemontage: Faltsprengung</i>					
7	- Ist es vorgesehen, dass Rotorblätter, Nabe und Gondel vor der Faltsprengung mechanisch demontiert werden?				SM12
	- Ist es vorgesehen, dass jegliche Betriebsflüssigkeiten vor der Faltsprengung				SM2

Checkliste 2: Rückbau der Hochbauten

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
	möglichst rückstandslos entfernt werden?				
	- Ist der Turm mit bedenklichen/schadstoffhaltigen Beschichtungen behandelt?				AM6
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor einem Stoffeintrag, insbesondere von Bruchstücken/Splintern in den Boden vorgesehen?				AM6, SM12
	- Sind Maßnahmen zum Schutz vor Verdichtungen des Bodens, insbesondere beim Aufprall der WEA am Boden vorgesehen?				AM2, AM5

Checkliste 3: Rückbau der Tiefbauten

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
<i>Fundamente</i>					
1	- Handelt es sich um eine WEA mit Standardflachfundament (Flachgründung)? - Wenn ja, ist ein vollständiger Rückbau des Fundamentes inkl. Sauberkeitsschicht vorgesehen?				SM13
	- Handelt es sich um eine WEA mit Pfahlgründung (Tiefgründung)? - Wenn ja, ist ein vollständiger Rückbau des Fundamentes vorgesehen, oder ist es bodenschonender, das Fundament nur teilweise zurückzubauen?				SM13
	- Sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens beim Rückbau des Fundamentes vorgesehen?				AM2, AM5, AM6, AM7
	- Sind insbesondere Maßnahmen zum Schutz des Bodens im Falle der Sprengung eines Fundamentes vorgesehen?				SM14
<i>Kranstellflächen und weitere befestigte Flächen</i>					
2	- Ist ein vollständiger Rückbau der Kranstellflächen und weiterer befestigter Flächen vorgesehen?				SM15
	- Sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens bei Rückbau der Kranstellflächen und weiteren befestigten Flächen vorgesehen?				AM2, AM5, AM6, AM7
<i>Kabeltrasse</i>					
3	- Ist es vorgesehen, Kabeltrassen in Bereichen die rekultiviert und wieder Bodenfunktionen übernehmen sollen, zurückzubauen?				SM16
	- Wenn ja, sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens beim Rückbau der Kabeltrasse vorgesehen?				AM2, AM5, AM6, AM7

Checkliste 4: Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
<i>Bodenlockerung</i>					
1	- Ist eine Lockerung des anstehenden Unterbodens im Bereich von zurückgebauten Flächen vorgesehen?				SM17
	- Sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens bei der Lockerung des Bodens vorgesehen?				AM2, AM5, AM6, AM7
<i>Bodenauftrag</i>					
2	- Ist es vorgesehen, eine durchwurzelbare Bodenschicht mit geeignetem Bodenmaterial (unter Beachtung von §12 BBodSchV) wiederherzustellen?				SM18
	- Ist ein bodenschonendes Verfahren für den Auftrag von Bodenmaterial vorgesehen?				AM3, SM18
	- Sind Maßnahmen zum Schutz des Bodens beim Bodenauftrag vorgesehen?				AM2, AM5, AM6, AM7
<i>Zwischenbewirtschaftung</i>					
3	- Ist nach der Wiederherstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht eine Zwischenbewirtschaftung vorgesehen, um den Boden biologisch zu stabilisieren?				SM19
<i>Folgebewirtschaftung</i>					
4	- Ist nach der ggf. durchgeführten Zwischenbewirtschaftung eine bodenschonende Folgebewirtschaftung vorgesehen?				SM20
<i>Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen</i>					
5	- Sind Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen des Bodens vorgesehen?				SM21

Checkliste 5: Spezielle Anforderungen

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
<i>Bodeneigenschaften und Empfindlichkeiten</i>					
1	- Werden beim Rückbau der WEA Flächen, zusätzlich zur bestehenden Infrastruktur, in Anspruch genommen, die verdichtungsempfindlich sind? - Wenn ja, werden Maßnahmen zum Schutz der verdichtungsempfindlichen Böden getroffen?				Übersicht 1
	- Gibt es im Bereich der WEA weniger verdichtungsempfindliche Böden? - Wenn ja, wird die Inanspruchnahme von Flächen, zusätzlich zu bestehenden Infrastruktur, auf diese Flächen gelenkt?				Übersicht 1
	- Werden beim Rückbau der WEA Flächen, zusätzlich zur bestehenden Infrastruktur, in Anspruch genommen, die erosionsempfindlich sind? - Wenn ja, werden Maßnahmen zum Schutz der erosionsempfindlichen Böden getroffen?				Übersicht 1
	- Gibt es im Bereich der WEA weniger erosionsempfindliche Böden? - Wenn ja, wird die Inanspruchnahme von Flächen, zusätzlich zu bestehenden Infrastruktur, auf diese Flächen gelenkt?				Übersicht 1
	- Werden beim Rückbau der WEA Flächen mit vernässten Böden, zusätzlich zur bestehenden Infrastruktur, in Anspruch genommen? - Wenn ja, gibt es Flächen, die für die Inanspruchnahme unempfindlicher und somit besser geeignet wären?				Übersicht 1
	- Werden beim Rückbau der WEA Flächen mit organischen Böden, zusätzlich zur bestehenden Infrastruktur, in Anspruch genommen? - Wenn ja, gibt es Flächen, die für die Inanspruchnahme unempfindlicher und somit besser geeignet wären?				Übersicht 1
	- Werden beim Rückbau der WEA Flächen mit sulfatsauren Böden, zusätzlich zur bestehenden Infrastruktur, in Anspruch genommen?				

Checkliste 5: Spezielle Anforderungen

Nr.	Abfragen (Fragestellungen zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden beim Rückbau von WEA)	nicht relevant	Antwort, falls relevant		
			ja	nein	Maßnahmenempfehlung
	- Wenn ja, gibt es Flächen, die für die Inanspruchnahme unempfindlicher und somit besser geeignet wären?				Übersicht 1
	- Werden beim Rückbau der WEA vorrangig Flächen mit vorbelasteten Böden, zusätzlich zur bestehenden Infrastruktur, in Anspruch genommen?				Übersicht 1
<i>Stoffliche Gefahrenpotenziale</i>					
2	- Gehen von dem Rückbau der WEA stoffliche Gefahrenpotenziale aus?				Übersicht 2
	- Wenn ja, sind Maßnahmen zur Vermeidung/Minimierung der stofflichen Gefahrenpotenziale vorgesehen?				Übersicht 2

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

8.1 Literatur

- Bundesverband Boden (2013): Bodenkundliche Baubegleitung BBB – Leitfaden für die Praxis. BVB-Merkblatt. Band 2.
- BWE (2018): Rückbauverpflichtung bei Windenergieanlagen. Hintergrundpapier des Bundesverbands WindEnergie e.V., Berlin, 8 S.
- DBU (2018): Projektdatenbank ID 34491/01 – Maschine zum umweltschonenden Rückbau von Spannbetontürmen von Windenergieanlagen. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. URL: https://www.dbu.de/projekt_34491/01_db_2848.html [letzter Zugriff am 28.07.2020].
- Gaßner, H. & L. Viezens (2018): Rechtlicher Rahmen für Recycling und Rückbau von WEA. Brechen & Sieben – Fachaustausch zu End-of-Life von Windenergieanlagen: 8-17.
- Gröhn, K. (2014): Bodenschutzrecht – auf dem Weg zur Nachhaltigkeit. Konkretisierung der Schutzziele und Harmonisierung der Regelungsfülle. Forum Umweltrecht, Schriftenreihe der Forschungsstelle Umweltrecht der Universität Hamburg, Band 64, 440 S.
- HMUELV (2011): Bodenschutz in der Bauleitplanung - Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 143 S.
- HMUELV (2011): Bodenschutz in der Bauleitplanung - Kommentierte Prüfkataloge der Arbeitshilfe. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 33 S.
- HMUKLV (2014): Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen – Arbeitshilfe. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 83 S.
- Kohls, M. (2018): Rückbaupflichten für Höchstspannungsleitungen. ZUR Zeitschrift für Umweltrecht, Jg. 29, Nr. 6: 330-338.
- LABO (2002): Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV – Vollzugshilfe zu den Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden. Ad-hoc Unterausschuss Vollzugshilfe § 12 BBodSchV. Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz. 42 S.
- LABO (2003): Beurteilung der Relevanz von Bodenfunktionen und Empfindlichkeiten in Planungs- und Zulassungsverfahren. Themenschwerpunkt: Empfehlungen zur Klassifikation von Böden für räumliche Planungen. Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz. 87 S.
- LABO (2009): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB – Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz. 79 S.
- LABO (2018): Checklisten Schutzgut Boden für Planungs- und Zulassungsverfahren – Arbeitshilfen für Planungspraxis und Vollzug. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz. 102 S.

- LABO (2019): Anforderungen des Bodenschutzes beim Rückbau von Windenergieanlagen. Eckpunkte des Ständigen Ausschusses Vorsorgender Bodenschutz (BOVA) und des Ständigen Ausschusses Recht (BORA) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Stand: 11.06.2019.
- LAGA (2019): Entsorgung faserhaltiger Abfälle – Abschlussbericht. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall.
- LANUV NW (2009): Bodenschutz beim Bauen. Dokumentation der LANUV-Internetseiten www.lanuv.nrw.de/bodenschutz-beim-bauen Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. 57 S.
- LBEG (2019): Bodenschutz beim Bauen - Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug in Niedersachsen. Geoberichte 28. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen. 46 S.
- LfU BY (2003): Das Schutzgut Boden in der Planung – Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren. Bayerisches Geologisches Landesamt, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz.
- LfUG SN (2008): Leitfaden Bodenschutz bei Planungs- und Genehmigungsverfahren – Materialien zum Bodenschutz. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. 69 S.
- LUA BB (2003): Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg – Handlungsanleitung Fachbeiträge des Landesumweltamtes (LUA), Heft 78. Landesumweltamt Brandenburg. 73 S.
- LUBW (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. 36 S.
- LUBW (2012): Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung – Arbeitshilfe. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- Meyer, U. & Wienigk, A. (2016): Baubegleitender Bodenschutz auf Baustellen. Schnelleinstieg für Architekten und Ingenieure. Springer Vieweg, Wiesbaden, 42 S.
- MLUL BB (2018): Leitfaden für das Genehmigungs- und Anzeigeverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Potsdam, 28 S.
- MU NI (2018): Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Leitfaden für Antragsteller. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Hannover, 63 S.
- Schmelting, R. (2018): Onshore Windenergieanlagen – Der Rückbau als ungelöstes Problem? ET – Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt, 68 Jg., Heft 9: 83-86.
- Schnittstelle Boden (2020): Textbausteine zur Erstellung von Arbeitsanweisungen mit Hinweisen zum vorsorgenden Bodenschutz im Rahmen der bodenkundlichen Baubegleitung. Ober-Mörlen, 20 S.
- Seibert, J. P. (2019): Dauerhaft aufgegebenen Anlagen. Baurechtswidrigkeit und Rückbaupflichten. Schriften zum Infrastrukturrecht 17, Mohr Siebeck Verlag, Tübingen, 354 S.

- Seiler, E. & Teipel, U. (2017): Abschlussbericht. Recycling von Kompositbauteilen aus Kunststoffen als Materialmix – ReKomp. Technische Hochschule Nürnberg. 42 S. URL: https://www.stmuv.bayern.de/themen/ressourcenschutz/forschung_entwicklung/doc/abschlussberichte/tp9.pdf [letzter Aufruf: 30.11.2020].
- UBA (2019): Entwicklung eines Konzeptes und Maßnahmen für einen ressourcensichernden Rückbau von Windenergieanlagen, UBA-Texte 117/2019, Abschlussbericht, Umweltbundesamt.
- UM BW (2020): Genehmigungs- und Anzeigeverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz – Leitfaden. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 84 S.
- WDR (2020): Weltpremiere bei Windrad-Abbruch bei Marsberg vom 29.10.2020. URL: <https://www1.wdr.de/nachrichten/westfalen-lippe/neues-verfahren-sprengung-windraeder-100.html> [letzter Aufruf: 24.11.2020].

8.2 Rechtsvorschriften und technische Normen

- BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist.
- BBodSchG – Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist.
- BBodSchV – Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 126 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.
- BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 12), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.
- BNatSchG – Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2020) geändert worden ist.
- DIN 18915 (2018): Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten. DIN 18915:2018-06. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin. 39 S.
- DIN 19639 (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben. DIN 19639:2019-09. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin. 55 S.
- DIN 19731 (1998): Verwertung von Bodenmaterial. DIN 19731:1998-05. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin. 13 S.
- DIN SPEC 4866 (2020): Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen. DIN SPEC 4866:2020-10. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin. 56 S.
- EEG – Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien: Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138) geändert worden ist.

KrWG – Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 9. Juni 2021 (BGBl. I S. 1699) geändert worden ist.

UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540).

4. BImSchV – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Januar 2021 (BGBl. I S. 69) geändert worden ist.

9 Glossar

Außenbereich	Gebiete, die nicht im Geltungsbereich eines Bebauungsplans und auch nicht innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsbereiche liegen.
Baugenehmigung	Die Baugenehmigungsbehörde (kommunale bzw. Kreisverwaltung) erteilt dem Bauherrn durch die Baugenehmigung die Bauerlaubnis auf Basis des genehmigten Bauantrags.
Bodenkundliche Baubegleitung	Begleitung des Bauprozesses durch Personen, die über Fachkenntnisse zum Bodenschutz verfügen und Vorhabenträger bei der Planung und Realisierung des Bauvorhabens bzgl. bodenrelevanter Vorgaben unterstützen (Definition nach DIN 19639)
Bodenschutzkonzept	Konzept, das für ein konkretes Bauvorhaben alle bodenschutzrelevanten Daten, Auswirkungen und Maßnahmen als Text und als Karte (Bodenschutzplan) darstellt (Definition nach DIN 19639)
Bodenschutzplan	großmaßstäbige Kartendarstellung (zeichnerische Darstellung) aller bodenschutzrelevanten Maßnahmen (Definition nach DIN 19639)
CFK	carbonfaserverstärkter Kunststoff: Verbundwerkstoff, bei dem Kohlenstofffasern in eine Kunststoff-Matrix eingebettet sind (Definition nach DIN SPEC 4866).
Demontage	Zerlegen von WEA-Komponenten am Boden, mit dem Ziel, diese wiederzuverwenden oder zu verwerten (Definition nach DIN SPEC 4866).
Einhausungen	Umhüllung einer WEA-Komponente zum Schutz vor Freisetzung von Fasern und Stäuben bei der Demontage von WEA-Komponenten
GFK	glasfaserverstärkter Kunststoff: Verbundwerkstoff, bei dem Glasfasern in eine Kunststoff-Matrix eingebettet sind (Definition nach DIN SPEC 4866)
Oberboden	oberste, humose und belebte Schicht des Mineralbodens, die durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge entstanden ist (Definition nach DIN 19639)
qualifizierter Bebauungsplan	Ein qualifizierter Bebauungsplan liegt vor, wenn der Plan allein oder gemeinsam mit sonstigen Festsetzungen nach § 9 BauGB mindestens Festsetzungen über die Art und das Maß der baulichen Nutzung, die überbaubaren Grundstücksflächen und die örtlichen Verkehrsflächen enthält.
Rückbau	Der Begriff des „Rückbaus“ der Anlage lässt sich, in dem Sinne wie er hier verwendet wird, auch mit den Begrifflichkeiten „Abbruch“, „Abriss“ oder „Beseitigung“ der Anlage synonym setzen. In der Sache geht es um die geordnete Entfernung der Anlagensubstanz von dem Grundstück, um dieses wieder frei zu machen (Definition nach Seibert 2019). Abbruchart, die selektiv- bzw. wiederverwendungs- und verwertungsorientiert ist (Definition nach DIN SPEC 4866)
Sauberkeitsschicht	Betonschicht direkt auf der Baugrubensohle, die dazu dient eine ebene Fläche für den Aufbau des Fundamentes herzustellen.

Unterboden	Unter dem Oberboden liegende und durch Verwitterung und durch pedogenetische Prozesse entstandene Bodenschicht(en) (Definition nach DIN 19639).
Untergrund	Noch nicht verwittertes bzw. angewittertes Ausgangssubstrat aus Locker- oder Festgestein unterhalb des Unterbodens (Definition nach DIN 19639).

10 Anhang

10.1 Übersicht über Erlasse zu Rückbau und Windenergieanlagen und Angaben zum Umfang des Rückbaus in den Bundesländern

Bundesland	WEA-Erlasse/-Regelungen	Jahr	Rückbau vollständig inkl. Fundament
Baden-Württemberg	Windenergieerlass Baden-Württemberg seit 2019 außer Kraft, weiterhin als Orientierungshilfe empfohlen; das Themenportal Windenergie übernimmt seitdem eine wesentliche Funktion des Windenergieerlasses: http://gewerbeaufsicht.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/37557/	2012 seit 2019 außer Kraft	nicht spezifiziert
Bayern	Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) (Windenergie-Erlass – BayWEE)	2016	-
Berlin	siehe Brandenburg		
Brandenburg	Zum Vollzug des § 67 Abs. 3 der Brandenburgischen Bauordnung Rückbauverpflichtung und Sicherheitsleistung	2006	nicht spezifiziert
Bremen	-	-	-
Hamburg	-	-	-
Hessen	Umsetzung der bauplanungsrechtlichen Anforderungen zur Rückbauverpflichtung und Sicherheitsleistung nach § 35 Abs. 5 Satz 2 und 3 BauGB bei der Genehmigung von Windenergieanlagen im Außenbereich	2019	ja, inkl. Leitungen, Zuwegungen; Ausnahmen durch Behörde möglich
Mecklenburg-Vorpommern	Erlass zur Umfang der bauplanungsrechtlichen Rückbauverpflichtung nach § 35 Abs. 5 Satz 2 BauGB bei Windkraftanlagen	2015	ja, inkl. Pfahlgründungen (Tiefgründungen) und Zuwegungen
Niedersachsen	Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass) Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Überarbeiteter niedersächsischer Windenergieerlass in Vorbereitung)	2016 2021	ja, inkl. Zuwegungen
Nordrhein-Westfalen	Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass)	2018	ja, inkl. Zuwegungen
Rheinland-Pfalz	Hinweise für die Beurteilung der Zulässigkeit der Errichtung von Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz (Rundschreiben Windenergie)	2013	nicht spezifiziert
Saarland	Leitfaden zur Windenergienutzung im Saarland	2012	-

Bundesland	WEA-Erlasse/-Regelungen	Jahr	Rückbau vollständig inkl. Fundament
Sachsen	Gemeinsame Hinweise des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft und des Sächsischen Staatsministeriums des Inneren zur Rückbauverpflichtung und Sicherheitsleistung gemäß § 35 Absatz 5 BauGB	2016	ja, inkl. Zuwegungen
Sachsen-Anhalt	Hinweise zur Umsetzung bauplanungs- und bauordnungsrechtlicher Anforderungen zur Rückbauverpflichtung und Sicherheitsleistung an Windenergieanlagen (WEA)	2005	ja, inkl. Zuwegungen
Schleswig-Holstein	Erlass zum Vollzug der Rückbauverpflichtung nach § 35 Absatz 5 Satz 2 Baugesetzbuch (BauGB) bei Genehmigung und nach dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung von Windkraftanlagen (Rückbauerlass)	2020	ja, inkl. Pfahlgründungen (Tiefgründungen) und Zuwegungen
Thüringen	Erlass zur Planung von Vorranggebieten „Windenergie“, die zugleich die Wirkung von Eignungsgebieten haben (Windenergieerlass)	2016	-

10.2 Bodenschutzkonzept und baubegleitender Bodenschutz

Im Rahmen der Unterstützung der Baumaßnahmen zum **Rückbau** von WEA durch eine **bodenkundliche Baubegleitung** (BBB) soll ein schonender Umgang mit dem Schutzgut Boden und die Einhaltung der diesbezüglichen behördlichen Auflagen sichergestellt werden.

Ziel der BBB ist es, die Bodenfunktionen zu erhalten bzw. nach Bauabschluss möglichst umfassend wiederherzustellen. Der Verantwortungsbereich der BBB erstreckt sich auf Böden mit Funktionen nach BBodSchG § 2 Abs. 2 Nr. 1 (natürliche Funktionen) sowie Nr. 3 c (land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen). Im Rahmen von baulichen Maßnahmen können folgende Beeinträchtigungen auf Böden stattfinden (vgl. Abb. 23):

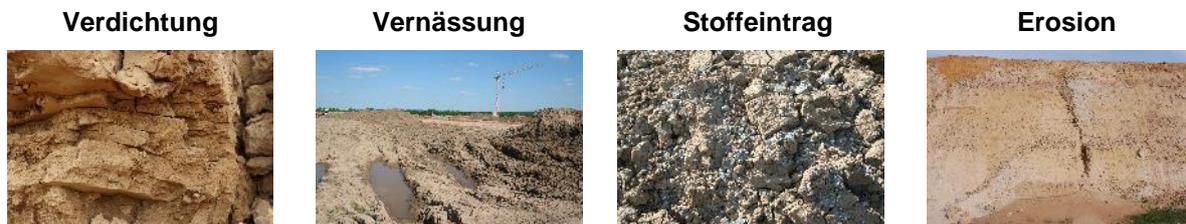


Abb. 23: Beeinträchtigungen des Bodens durch Baumaßnahmen (© Schnittstelle Boden)

Im Folgenden werden die Aufgaben der BBB sowie Maßnahmenempfehlungen durch die BBB kompakt zusammengefasst. Detaillierte Ausführungen hierzu sind der DIN 19639 (2019) zu entnehmen. Im Rahmen einer BBB sind außerdem die weiteren einschlägigen Normen (DIN 18915 2018, DIN 19731 1998) und weiterführende Literatur (Bundesverband Boden 2013, Meyer & Wienigk 2016) zu berücksichtigen.

Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung

Eine BBB sollte im Idealfall schon so früh wie möglich, nämlich bei der Planung des **Rückbaus** einer WEA, mit einbezogen werden. Nach DIN 19639 (2019) sollte eine BBB bereits in der **Genehmigungsphase** mit der Erstellung eines vorhabenbezogenen **Bodenschutzkonzeptes** beauftragt werden. Im weiteren Verlauf kann die BBB in der **Ausschreibungsphase** die Belange des Bodenschutzes in Baubeschreibungen einbringen, insofern entsprechende Auflagen durch Nebenbestimmungen oder ein **Bodenschutzkonzept** vorliegen. Während der **Bauphase** begleitet die BBB die Umsetzung von Maßnahmen zum Bodenschutz und nach Bauabschluss die **Rekultivierung** der Böden. Abschließend sollte die BBB den Umfang einer **Zwischenbewirtschaftung** beurteilen und ein **Monitoring** durchführen und bei Notwendigkeit **Maßnahmen bei Funktionseinschränkungen** empfehlen. Ziel ist es immer, die natürlichen Bodenfunktionen zu erhalten oder wiederherzustellen.

Die BBB ist eine Schnittstelle zwischen Auftraggeber, Bauleitung, ausführenden Baufirmen und der Genehmigungsbehörde sowie der **Bodenschutzbehörde**, im Hinblick auf die Belange des Bodenschutzes (vgl. Abb. 24). Die Bodenschutzbehörde hat eine Kontrollpflicht bezüglich der Tätigkeiten der BBB.

Zu den Aufgaben der BBB zählt die Vermittlung von Informationen und Beratung hinsichtlich des Bodenschutzes beim Rückbau von WEA gegenüber dem Auftraggeber, der Bauleitung sowie dem Baustellenpersonal. Die Einhaltung der Vorgaben zum Bodenschutz sollten regelmäßig durch Kontrolltermine überprüft und jeweils in einem Protokoll dokumentiert werden, welches allen Beteiligten zugänglich gemacht wird. Dies sorgt dafür, dass allen Beteiligten immer die gleichen Informationen vorliegen und keine Missverständnisse entstehen. Durch die Beteiligung einer BBB besteht auch die Möglichkeit, auf unvorhersehbare Ereignisse im Bauverlauf durch Empfehlung von an die Situation angepassten Maßnahmen zum Bodenschutz zu reagieren.

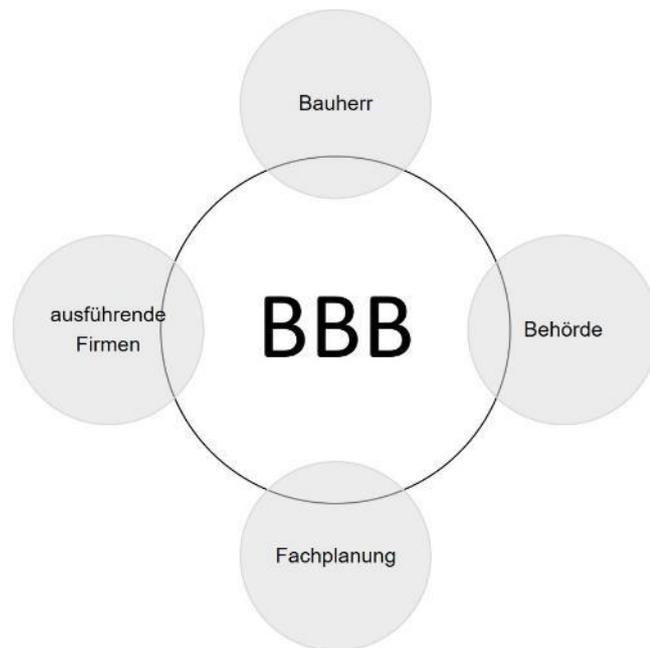


Abb. 24: **Bodenkundliche Baubegleitung als Schnittstelle des Bodenschutzes**

Maßnahmenempfehlungen durch die bodenkundliche Baubegleitung

Da behördliche Auflagen zum Rückbau häufig im Rahmen der Genehmigung der Errichtung einer WEA formuliert wurden, entsprechen sie, insbesondere im Hinblick auf die Belange des Bodenschutzes, nicht immer den aktuellen Anforderungen.

Insofern nicht ausreichende Maßnahmen zum Schutz des Bodens vorgesehen sind, ist es ratsam, ein Bodenschutzkonzept inkl. Bodenschutzplan entsprechend der DIN 19639 in der Planungsphase des Rückbaus durch die BBB erstellen zu lassen.

Die Empfehlung von Maßnahmen zum Bodenschutz entspricht den bodenschutzfachlichen Anforderungen beim Rückbau von WEA (vgl. Kap. 4). Es gibt allgemeine Maßnahmen zum Bodenschutz, die grundsätzlich zu berücksichtigen sind (vgl. Kap. 4.1), sowie spezifische Maßnahmen während der Vorbereitungsarbeiten (vgl. Kap. 4.2), während des Rückbaus der Hochbauten (vgl. Kap. 4.2.2) und der Tiefbauten (vgl. Kap. 4.2.3) sowie bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (vgl. Kap. 4.2.4).

Die BBB sollte auch spezielle Anforderungen des Bodenschutzes in Abhängigkeit von den standörtlichen Gegebenheiten, insbesondere den Bodeneigenschaften und Empfindlichkeiten, beim Rückbau von WEA berücksichtigen (vgl. Kap. 4.3).

Des Weiteren sind die stofflichen Gefahrenpotenziale, ausgehend von den verschiedenen WEA-Komponenten und unterschiedlichen Arbeitsschritten, zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen zum Bodenschutz zu empfehlen (vgl. Kap. 4.4).