

**Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von
Windenergieanlagen;
Text Deutsch und Englisch**

Sustainable dismantling, disassembly, recycling and recovery of wind turbines;
Text in German and English

Démantèlement, démontage, recyclage et récupération durables des éoliennes;
Texte en allemand et anglais

Gesamtumfang 56 Seiten

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	10
5 Rückbau und Demontage.....	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Verantwortlichkeit und Planung	11
5.3 Grundlagen.....	11
5.3.1 Baubehördliche Genehmigung zum Rückbau und Demontage	11
5.3.2 Anforderungen an die ausführenden Unternehmen	11
5.4 Vorbereitungen	12
5.4.1 Ausschreibung und Vergabe.....	12
5.4.2 Erstellung eines Rückbau- und Entsorgungskonzeptes	12
5.5 Durchführung.....	13
5.5.1 Baustellenstartgespräch	13
5.5.2 Sicherstellen der Spannungsfreiheit und Netztrennung	13
5.5.3 Absicherung der Baustelle	13
5.5.4 Baustelleneinrichtung	13
5.5.5 Vorbereitung des Rückbaus.....	13
5.5.6 Entfernen von Schmierstoffen und anderen Gefahrenstoffen aus offenen und geschlossenen Systemen.....	13
5.5.7 Anlieferung und Aufbau Krantechnik	13
5.5.8 Anschlagen der Komponenten.....	13
5.5.9 Sicherung durch Lastaufnahme.....	14
5.5.10 Anheben, Schwenken und Ablassen der Komponenten	14
5.5.11 Schneiden der Rotorblätter vor Ort zum Abtransport	14
5.5.12 Spinner und Nabe	14
5.5.13 Maschinenhaus	14
5.5.14 Turm und Einbauten	14
5.5.15 Stahlrohrturm und Gittermast	15
5.5.16 Betonturm	15
5.5.17 Hybridturm	15
5.5.18 Fundament.....	15
5.5.19 Trafohaus und Übergabestation	15
5.5.20 Erd-Kabelsysteme	15
5.5.21 Schließen der Baugruben	15
5.5.22 Rückbau der Infrastruktur.....	16
5.5.23 Abtransport	16
5.5.24 Dokumentation des Arbeitsprozesses.....	16
5.5.25 Dokumentation über den Verbleib des Rückbaumaterials	16
6 Wiederverwendung, Recycling, und Verwertung.....	16
6.1 Voraussetzungen	16
6.1.1 Grundlagen.....	16

6.1.2	Externe technische Dokumentation	17
6.1.3	Vertragliche Vereinbarungen	17
6.2	Vorbereitungen	17
6.2.1	Festlegungen zur Wiederverwendung	17
6.2.2	Einstufung der Abfallarten-nach AVV.....	18
6.3	Durchführung	18
6.4	Abschlussdokumentation.....	20
Anhang A (informativ) Überblick über behördliche Genehmigungen		21
Anhang B (informativ) Forschung und Entwicklung der Rotorblattverwertung		25
Literaturhinweise.....		26

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde nach dem PAS-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung von DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren erfolgt in DIN SPEC (PAS)-Konsortien und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise.

Die Erarbeitung und Verabschiedung des Dokuments erfolgten auf Initiative des RDR Wind e. V. durch die nachfolgend genannten Initiatoren und Verfasser:

- Andrea Aschemeyer, VSB Neue Energien Deutschland GmbH
- Dr. Markus Binding, Veolia Umweltservice West GmbH
- Thomas Brauer, Energiekontor AG
- Alexander Diemon, GEologik Wilbers & Oeder GmbH
- Dr. Thomas Eck, VGB PowerTech e. V.
- Kai Friedrichs, ISR Recycling GmbH & Co. KG
- Sebastian Hörold, WP Systems GmbH
- Mika Lange, neowa GmbH
- Jens Monsees, seit April 2020 neowa GmbH, Juni 2019 - März 2020 Wörmann Team GmbH & Co. KG
- Moritz Müller, Maslaton RA-Gesellschaft
- Annette Nüsslein, windConsultant — Annette Nüsslein
- Jens Olk, Chemisches Untersuchungsamt Emden GmbH
- Eduard Reisch, Reisch Sprengtechnik GmbH
- Dr. Ralf Rohlfing, Laboratorien Dr. Döring GmbH
- Jakob Sabban, Fraunhofer IAP
- Thomas Schickling, IRTS Intelligent research & translation services
- Dr. Detlef Spuziak-Salzenberg, Hochschule Bremen
- Jesper Vajhøj, Hochschule Bremen
- Ralf Voßhenrich, Unternehmensgruppe Hagedorn
- Bernd Weidmann, Wind-Turbine.com
- Martin Westbomke, RDR Wind e. V.
- Dr. Petra Weißhaupt, Umweltbundesamt (UBA)

- Tim Wilms, TSR Recycling GmbH & Co. KG
- Frederik Witte, EnBW Energie Baden-Württemberg AG
- Klaus Wollner, Veolia Umweltservice West GmbH

Für dieses Thema bestehen derzeit keine Normen im Deutschen Normenwerk.

DIN SPEC (PAS) sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Für diese DIN SPEC (PAS) wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Trotz großer Anstrengungen zur Sicherstellung der Korrektheit, Verlässlichkeit und Präzision technischer und nicht-technischer Beschreibungen kann das DIN SPEC (PAS)-Konsortium weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit des Dokuments übernehmen. Die Anwendung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass das DIN SPEC (PAS)-Konsortium für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden kann. Die Anwendung der vorliegenden DIN SPEC (PAS) entbindet den Nutzer nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln und geschieht damit auf eigene Gefahr.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die kostenfreie Bereitstellung dieses Dokuments als PDF-Version über den Beuth WebShop wurde im Vorfeld finanziert.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Ziel der DIN SPEC 4866 ist die Festlegung von Rahmenbedingungen für den nachhaltigen und effizienten Rückbau, die Demontage, das Recycling und die Verwertung von Windenergieanlagen (WEA) in Repowering- und Stilllegungsprojekten unter Berücksichtigung von Wiederverwendungsoptionen.

In Deutschland waren im Jahr 2019 bundesweit mehr als 30 000 Windenergieanlagen in Betrieb. Mehr als jede zweite dieser Windenergieanlagen erreicht in den nächsten 10 Jahren das Ende ihrer wirtschaftlichen und/oder technischen Lebensdauer.

Etwa 5 200 Windenergieanlagen fallen allein bis Ende 2020 erstmals aus der 20-jährigen Förderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) [1]. Weitere 8 000 Windenergieanlagen folgen bis Ende 2025. Ein Teil dieser Windenergieanlagen wird bereits vorzeitig im Rahmen eines Repowering ersetzt, andere wiederum werden im Rahmen eines Weiterbetriebs über die Förderperiode hinaus genutzt.

Deshalb kommt auf die deutsche Windenergiebranche ab 2021 eine erhebliche Rückbauwelle zu, die auch die Branche der Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft vor erhebliche Herausforderungen stellen wird. Aktuell gibt es weder in Deutschland noch in Europa einen Standard oder eine Norm für die Demontage und das Recycling von Windenergieanlagen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Handlungsanweisungen und Qualifikationsvoraussetzungen für den Rückbau, die Demontage, das Recycling und die Verwertung von Onshore-Windenergieanlagen unter Berücksichtigung der bestehenden Regelungen zum Arbeits- und Umweltschutz fest. Darüber hinaus gibt dieses Dokument einen Überblick über die vorab erforderlichen Erkundungen, Planungen sowie die damit verbundenen behördlichen Genehmigungen.

Dieses Dokument legt nicht die wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen zum Abbau, Weiterbetrieb oder Repowering fest. Auch legt dieses Dokument keine umweltrelevanten Richtlinien und keine technischen Verfahren für das Recycling fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

AVV, *Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung — AVV)*

ElektroG, *Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten*

GewAbfV, *Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung — GewAbfV)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Abfall

jeder Stoff oder Gegenstand, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), § 3 Abs. 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Abfall zur Verwertung ist Abfall, der verwertet werden kann; Abfall, der nicht verwertet werden kann, ist Abfall zur Beseitigung

3.2

Abfallentsorgung

Verwertungs- und Beseitigungsverfahren, einschließlich der Vorbereitung vor der Verwertung oder Beseitigung von Abfällen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch KrWG, § 3 Abs. 22.

3.3

Abfallhierarchie

Beschreibung der Rangfolge für Maßnahmen der Abfallbewirtschaftung

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch KrWG, § 6 Abs. 1.

3.4

Anschlagen

Vorgang, bei dem die zu hebende Last mit dem Lasthaken des Krans verbunden wird

BEISPIEL Die Anschlagmittel – die Verbindung zwischen Last und Kranhaken – können z. B. Slings (Schlingen) oder Ketten sein.

3.5

Bautagebuch

Dokument, das den Stand und den Fortschritt der Bauarbeiten sowie alle bemerkenswerten Ereignisse des Bauablaufs lückenlos festhält, das als Grundlage dient für Meldungen und Berichte, die über die Bauausführung zu erstatten sind, und das nach Abschluss der Bauarbeiten einen wichtigen Bestandteil der Bauakten bildet

3.6

Betriebsstoff

neben Rohstoffen und Hilfsstoffen in der Produktion eingesetzter und bei dieser verbrauchter Stoff, der jedoch nicht in das Produkt einfließt

BEISPIELE Schmiermittel, Öle, Schutzgase.

3.7

Demontage

wiederverwendungs- und verwertungsorientiertes Zerlegen der WEA-Komponenten am Boden

3.8

elektrische Anlage

Anlage mit elektrischen Betriebsmitteln zur Erzeugung, Übertragung, Umwandlung, Verteilung und/oder Anwendung elektrischer Energie

[QUELLE: DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2015-10, 3.1.1, modifiziert — Ergänzenden 2. Absatz und Anmerkung 1 zum Begriff gestrichen]

3.9

elektrisches Betriebsmittel

Produkt, das zum Zweck der Erzeugung, Umwandlung, Übertragung, Verteilung oder Anwendung von elektrischer Energie benutzt wird

BEISPIELE Maschinen, Transformatoren, Schaltgeräte, und Steuergeräte, Messgeräte, Schutzeinrichtungen, Kabel und Leitungen, elektrische Verbrauchsmittel.

[QUELLE: DIN EN IEC 61936-1 (VDE 0101-1):2019-07, 3.1.1, modifiziert — Beispiele aus der Definition in „BEISPIELE“ verlagert]

3.10

externe technische Dokumentation

ETD

durch den Hersteller einer WEA erstellte Dokumentation, die der Information der Betreiber sowie Benutzer einer Anlage oder eines Produktes dient und sicherstellt, dass die Anlage oder das Produkt sicher und bestimmungsgemäß in Betrieb genommen, verwendet, gewartet und entsorgt werden kann

3.11**glasfaserverstärkter Kunststoff****GFK**

Verbundwerkstoff, bei dem Glasfasern in eine Kunststoff-Matrix eingebettet sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Als Basis kommen sowohl duroplastische Kunststoffe (z. B. Polyesterharz [UP] oder Epoxidharz) als auch thermoplastische Kunststoffe (z. B. Polyamid) in Frage.

3.12**Infrastruktur**

bauliche Maßnahme für die Versorgung und Nutzung einer WEA

BEISPIELE Kranstellfläche, Baustelleneinrichtungsfläche, Logistikfläche, Zuwegung und Kabeltrasse.

3.13**carbonfaserverstärkter Kunststoff****CFK**

Verbundwerkstoff, bei dem Kohlenstofffasern in eine Kunststoff-Matrix eingebettet sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Als Basis kommen sowohl duroplastische Kunststoffe (z. B. Polyesterharz [UP] oder Epoxidharz) als auch thermoplastische Kunststoffe (z. B. Polyamid) in Frage.

3.14**Recycling**

jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfall zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet wird; es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, nicht aber die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur sonstigen Verfüllung bestimmt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Entwurf Novelle KrWG, § 3, Stand 2020-03-02.

3.15**Rückbau**

selektive bzw. wiederverwendungs- und verwertungsorientierte spezifische Abbruchart, wie z.B. das Herunterheben des WEA-Rotors mittels Krantechnik, die zum Ziel hat, die anfallenden separierten WEA-Komponenten hochwertig zu verwerten

3.16**Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator****SiGeKo**

vom Bauherren zu bestellender Koordinator, der Maßnahmen der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes während der Planung und Ausführung von Bauvorhaben festlegt, koordiniert und ihre Einhaltung überprüft

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Baustellenverordnung § 3.

3.17**stoffliche Verwertung**

jedes Verwertungsverfahren, mit Ausnahme der energetischen Verwertung und der Aufbereitung zu Materialien, das für die Verwendung als Brennstoff oder als anderes Mittel der Energieerzeugung bestimmt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Entwurf Novelle KrWG, § 3, Abs. 23a, Stand 2020-03-02.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zur stofflichen Verwertung zählen insbesondere die Vorbereitung zur Wiederverwendung, das Recycling und die Verfüllung.

3.18

Verbleibsnachweis

Nachweis über den Verbleib von Abfall und Bauteilen, die zur Wiederverwendung bestimmt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Verbleib von Abfall kann in einer Verwertung oder Beseitigung bestehen.

3.19

Verfüllung

jedes Verwertungsverfahren, bei dem geeigneter, nicht gefährlicher Abfall zur Rekultivierung von Abgrabungen oder zu bautechnischen Zwecken bei der Landschaftsgestaltung verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Entwurf Novelle KrWG, § 3, Abs. 25a, Stand 2020-03-02.

Anmerkung 2 zum Begriff: Abfall im Sinne des Satzes 1 ist solcher, der Materialien ersetzt, die kein Abfall sind, die für die vorstehend genannten Zwecke geeignet sind und auf die für die Erfüllung dieser Zwecke unbedingt erforderlichen Mengen beschränkt werden.

3.20

Verwertung

jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis der Abfall innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt wird, indem er entweder andere Materialien ersetzt, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder indem der Abfall so vorbereitet wird, dass er diese Funktion erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch KrWG, § 3, Abs. 23.

3.21

Vorbereitung zur Wiederverwendung

jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfall geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wieder für denselben Zweck verwendet werden können, für den sie ursprünglich bestimmt waren

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch KrWG, § 3, Abs. 24.

3.22

Wiederverwendung

jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die kein Abfall sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren

BEISPIEL Second Life oder Gebrauchtgüter als Ersatzteile.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch KrWG, § 3 Abs. 21.

4 Kurzbeschreibung

Abschnitt 5 und Abschnitt 6 legen die Voraussetzungen, Vorbereitungen und Anforderungen sowie die Durchführung der Prozesse fest, die für eine Umsetzung des Rückbaus, der Demontage und des Recyclings von WEA erforderlich sind.

5 Rückbau und Demontage

5.1 Allgemeines

Der Rückbau und die Demontage von WEA sind kontrollierte Verfahren zum Zweck der getrennten Erfassung von schadstoffhaltigen und nicht schadstoffhaltigen Betriebsstoffen, wiederverwendbaren Bauteilen und Abbruchmaterialien vor und während des Abbruchs nach kontaminierten, recycle-, verwertbaren und nicht verwertbaren Materialien [4].

Beim Rückbau und der darauffolgenden Demontage von WEA-Komponenten ist darauf zu achten, dass

- a) die Arbeiten unter Berücksichtigung der geltenden Umweltschutzregeln erfolgen,
- b) die Arbeiten alle relevanten Arbeitsschutzregeln berücksichtigen,
- c) die wiederverwendbaren Bauteile erhalten bleiben,
- d) die Abfallentsorgungsmassen nach kontaminierten, recyclebaren, verwertbaren und nicht verwertbaren Abfallstoffen getrennt erfasst werden,
- e) die Arbeiten unter Berücksichtigung von ökonomischen Gesichtspunkten geplant und ausgeführt werden.

5.2 Verantwortlichkeit und Planung

Der Betreiber der WEA bzw. der Bauherr der Rückbaumaßnahme trägt die Gesamtverantwortung der Rückbaumaßnahme. Die Verantwortungsbereiche unterteilen sich in Planungs-, Überwachungs- und Entsorgungsverantwortung. Soweit der Verantwortliche nicht über eigene Fachkunde verfügt, sind geeignete Fachleute zu beauftragen.

Bei der Planung sind die nachfolgend festgelegten Prozesse in 5.3, 5.4, 6.1 und 6.2 zu berücksichtigen.

5.3 Grundlagen

5.3.1 Baubehördliche Genehmigung zum Rückbau und Demontage

Ist die Entscheidung für eine dauerhafte Stilllegung einer WEA getroffen, so muss zunächst festgestellt werden, ob eine baubehördliche Genehmigung zum Rückbau bzw. zur Demontage erforderlich ist. Dies ist länderspezifisch. Die zuständige Baubehörde sollte dazu kontaktiert werden. Eine Übersicht über behördliche Genehmigungen befindet sich im Anhang A, Tabelle A.1.

5.3.2 Anforderungen an die ausführenden Unternehmen

Es sollte im Vorfeld geklärt werden, welche Zertifizierungen, Genehmigungen und Haftpflichtversicherungen die Unternehmen, die mit dem Rückbau und der Demontage der WEA beauftragt werden, mindestens aufweisen müssen. Ebenso sollten Vorgaben zur Qualifizierung des Personals (Fach- und Sachkunde, Zuverlässigkeit), der Eignung der einzusetzenden Maschinen und Geräte, der Organisation der Arbeiten und der Vorgaben zum Arbeits- und Gesundheitsschutz getroffen werden.

Der Rückbau und die Demontage sind nur durch qualifiziertes Personal nach geltenden Richtlinien und Vorschriften durchzuführen.

Empfohlene Personalqualifikationen sind unter anderem:

- Gefahrstoffschulung;
- Schulung zum Anschlagen von Lasten;
- Hydraulik- und Elektroschrauberschulung;
- Grundlagenschulung Ladungssicherung;

- Schulung zum Führen von Teleskopstaplern;
- Hubarbeitsbühnenschulung;
- Qualifikation zur Höhenarbeit;
- elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP).

Diese Personalqualifikationen sollten vertraglich geregelt werden.

Der RDR Wind e. V. gibt Auskunft über geeignete Qualifizierungsmöglichkeiten [6].

5.4 Vorbereitungen

5.4.1 Ausschreibung und Vergabe

Ein Leistungsverzeichnis ist zu erstellen und den an der Rückbaumaßnahme Beteiligten zu übergeben. Dieses Leistungsverzeichnis sollte relevante Angaben aus folgenden Dokumenten enthalten:

- die Dokumentation der WEA, so umfassend wie möglich (empfohlen wird eine externe technische Dokumentation: Demontageanleitungen, Konstruktionszeichnungen, Fundamentzeichnungen, Statik, Typenprüfung, Schadstoffgutachten;
- Bodengutachten, Baugenehmigung und die WEA-Historie mit besonderem Augenmerk auf bereits ausgetauschte Komponenten;
- Informationen und Pläne zur Infrastruktur.

Die vorab genannten Dokumente sollten vorliegen.

Im Prozess sind weitere Angaben und Informationen zur Verfügung zu stellen. Bei Bedarf müssen diese in das Leistungsverzeichnis aufgenommen werden (z. B. bei unzureichender Zuwegung und Kranstellflächen):

- ausreichende Ablage- und Arbeitsfläche für die Komponenten. Diese Angaben müssen in Form einer örtlichen Beschreibung im Zusammenhang mit einem Lageplan erbracht werden;
- Stellflächen für Material- und Personalcontainer müssen außerhalb der Kranstellfläche vorgehalten werden. Diese Angaben müssen in Form einer örtlichen Beschreibung im Zusammenhang mit einem Lageplan erbracht werden und den gültigen Richtlinien und Vorschriften entsprechen.

5.4.2 Erstellung eines Rückbau- und Entsorgungskonzeptes

Vor Beginn der Arbeiten muss ein Rückbau- und Entsorgungskonzept erarbeitet werden.

Das Rückbau- und Entsorgungskonzept basiert auf den Hersteller- und Betreiberangaben und den örtlichen Gegebenheiten. Des Weiteren sollten folgende Angaben möglichst vollständig enthalten sein:

- Festlegung der Arbeitsprozesse vor Ort unter Angabe des Geräte- und Personaleinsatzes;
- entstehende Emissionen und deren Vermeidung oder Verringerung;
- Verzeichnis der Stoffe und Bauteile, die der Wiederverwendung zugeführt werden;
- Verzeichnis der zu entsorgenden Stoffe und Bauteile mit Abfallschlüsselnummern nach Abfallverzeichnisverordnung (AVV) und geplantem Verbringungsort;
- Vorschlag zur Dokumentation (Fotodokumentation, Verbleibsnachweise).

5.5 Durchführung

5.5.1 Baustellenstartgespräch

Das Baustellenstartgespräch beinhaltet die Unterweisung des Baustellenpersonals, die Übergabe relevanter Unterlagen wie z. B. Tragfähigkeitsnachweis der Kranstellfläche, der SiGeKo Pläne, des Bauzeitenplan, der Gefährdungsbeurteilung und der Leitungspläne.

5.5.2 Sicherstellen der Spannungsfreiheit und Netztrennung

Das Sicherstellen der Spannungsfreiheit erfolgt durch Vor-Ort-Überprüfung und Dokumentation (Freischaltprotokoll).

5.5.3 Absicherung der Baustelle

Die Absicherung der Baustelle erfolgt z.B. durch verkehrsrechtliche Anordnung oder gemäß arbeitsschutzrechtlicher und technischer Vorgaben. Maßnahmen zur Absicherung einer Baustelle können sein: Beschilderung, Absperrung von Wegen, Aufstellen von Bauzäunen zur Absturzsicherung.

5.5.4 Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung beinhaltet die Anlieferung und Positionierung von z. B. Personalcontainern, Sanitäreinrichtungen, Werkzeugcontainern, Maschinen und weiterer Technik wie z. B. Stromaggregaten.

Für alle Tätigkeiten auf der Baustelle sollte ein geeigneter Arbeitsplatz vorgehalten werden. Vorgaben zum Arbeits-, Wasser-, Boden- und Immissionsschutz sind zu beachten.

5.5.5 Vorbereitung des Rückbaus

Die Vorbereitung des Rückbaus erfolgt z. B. durch Trennung bzw. Entfernung der Leistungskabel innerhalb des WEA, des Aufzuges, der Podeste und ggf. der Steigleiter und durch Trennung von Spannlitzen.

5.5.6 Entfernen von Schmierstoffen und anderen Gefahrenstoffen aus offenen und geschlossenen Systemen

Offene Systeme wie z. B. Schwingungsdämpfer und Auffangwannen müssen vor dem Rückbau entleert werden.

Geschlossene Systeme wie z. B. Getriebe-, und Hydraulikeinheiten dürfen auch nach der Demontage in Abhängigkeit von behördlichen Vorgaben (z. B. Wasserschutzgebiete) entleert werden.

Die fachgerechte Vorgehensweise und Entsorgung sind zu dokumentieren.

5.5.7 Anlieferung und Aufbau Krantechnik

Die Anlieferung der Krantechnik ist abhängig von der Nabenhöhe und der zu hebenden Masse. Des Weiteren sind der Zustand und die Abmessung der Wege und der Kranstellflächen zu berücksichtigen. Erfüllen diese die Anforderungen der notwendigen Krantechnik nicht, müssen sie entsprechend nachgebessert bzw. neu errichtet werden.

5.5.8 Anschlagen der Komponenten

Alle Komponenten sind mit den für die Last ausreichenden und zugelassenen Hebemitteln anzuschlagen. Notwendige Führungsseile sind anzubringen.

5.5.9 Sicherung durch Lastaufnahme

Vor der vollständigen Trennung der WEA-Komponenten ist eine ausreichende Lastaufnahme durch die Krantechnik sicherzustellen.

5.5.10 Anheben, Schwenken und Ablassen der Komponenten

Sämtliche Komponenten werden auf die dafür vorgesehenen Flächen geschwenkt und abgelassen. Die Rückbauweise der WEA-Komponenten richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten und der eingesetzten Krantechnik. Abgelegte Komponenten sind gegen Kippen, Verrutschen oder Ähnlichem zu sichern. Materialspannungen durch Lagerung sind zu vermeiden.

5.5.11 Schneiden der Rotorblätter vor Ort zum Abtransport

Rotorblätter sollten vor Ort zerkleinert werden, um Schwertransporte zu vermeiden, soweit sie nicht als Ersatzteil Verwendung finden. Im Falle des Schneidens der Rotorblätter vor Ort ist darauf zu achten, dass keine Reststoffe in die Umweltmedien gelangen. Dieses gilt sowohl für GFK- als auch für CFK-Anteile. CFK sind nach Möglichkeit zu separieren. Das Sägemehl ist aufzufangen und fachgerecht zu entsorgen. Es sind geeignete emissionsreduzierende Verfahren zu wählen, die diesen Kriterien entsprechen. Die Witterungsverhältnisse sind zu beachten, eine Verwehung von Teilen ist zu verhindern.

5.5.12 Spinner und Nabe

Die Zerlegung der Nabe erfolgt größenabhängig vor Ort oder der Abtransport im Ganzen und die anschließende Zerlegung erfolgen in einem Entsorgungsfachbetrieb. Vorgaben zur Zerlegung (Schneidbrennen) sind in 5.5.15 angegeben, Spinner aus GFK sind wie Rotorblätter, siehe 5.5.11, zu behandeln.

5.5.13 Maschinenhaus

Falls in der Dokumentation nicht enthalten, ist zu prüfen, welche Betriebsstoffe vorhanden sind, beispielsweise in Getrieben, Kühl- und Schaltanlagen (Schutzgase), Schwingungsdämpfern und Ähnlichem. Eine fachgerechte Demontage und Entsorgung ist sicherzustellen.

Anschließend erfolgt der Abtransport des Maschinenhauses ggf. im Ganzen in einen Entsorgungsfachbetrieb, alternativ erfolgt eine Teilzerlegung am Ort der WEA. Dabei erfolgt die Entnahme des Generators und Abtransport in eine Erstbehandlungsanlage sowie, wenn vorhanden, die Entnahme des Getriebes und dessen Abtransport in einen zugelassenen Entsorgungsfachbetrieb.

Vorhandene Verkleidungen aus GFK sind wie Rotorblätter, siehe 5.5.11, zu behandeln.

5.5.14 Turm und Einbauten

Zunächst erfolgt die Erfassung von Einbauteilen wie Fahrstühle, Zugseile, elektrotechnische Einbauten und deren Ausbau.

Falls in der Dokumentation nicht enthalten, ist zu prüfen, welche Betriebsstoffe vorhanden sind, beispielsweise in Kühl- und Schaltanlagen (Schutzgase), Schwingungsdämpfern. Eine fachgerechte Demontage und Entsorgung ist sicherzustellen.

Anschließend erfolgen die Separierung vor Ort und der Abtransport in Entsorgungsfachbetriebe.

5.5.15 Stahlrohrturm und Gittermast

Der Rückbau und die Demontage von Stahlrohrtürmen, deren Segmenten und von Gittermasten erfolgt durch mechanisches Zerteilen von Segmenten, ggf. auch einer Fallrichtungssprengung oder der Sprengfaltung. Beim Brennen und/oder Schneiden in transportfähige Teile am Ort der WEA ist der Schutz des Bodens und der Umgebung vor Brennschlacken und Farbresten beispielsweise durch Unterlegen von Stahlplatten sicherzustellen. Wenn vorhanden, sind Beschichtungen mit gefährlichen Inhalten vorab fachgerecht zu entfernen. Der Brandschutz ist sicherzustellen.

5.5.16 Betonturm

Der Rückbau und die Demontage von Betontürmen und deren Segmenten erfolgt durch Trennen, Anheben, Schwenken und Ablassen der Betonteile auf die dafür vorgesehenen Flächen sowie das mechanische Zerteilen von Segmenten. Der Abbruch am Standort der WEA erfolgt zum Beispiel durch Großgeräte, Sägetechnik, Fallrichtungssprengung oder Sprengfaltung.

Bei vorgespannter Bewehrung mittels Spannlitzen ist dieser aus Sicht der Verfahrens- und Arbeitsschutztechnik besondere Beachtung zu schenken.

Wenn vorhanden, sind Beschichtungen mit gefährlichen Inhalten ggf. vorab zu entfernen, die Begutachtung erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse von Schadstoffgutachten und der ETD.

5.5.17 Hybridturm

Bei Hybridtürmen aus Stahl- und Betonsegmenten sind jeweils 5.5.14 und 5.5.15 anzuwenden.

5.5.18 Fundament

Das Fundament sollte vollständig inklusive der Sauberkeitsschicht entfernt werden. Der Rückbau des Fundaments erfolgt nach Separieren des vorhandenen Oberbodens und Freilegen durch einen konventionellen Abbruch oder mit Hilfe von Lockerungssprengung. Anschließend erfolgt der Abtransport der Fundamentbestandteile. Wenn vorhanden, sind Beschichtungen mit gefährlichen Inhalten ggf. vorab zu entfernen, die Begutachtung erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse von Schadstoffgutachten und der ETD.

5.5.19 Trafohaus und Übergabestation

Für elektrische Betriebsmittel oder elektrotechnische Aggregate ist das Vorgehen in 5.5.13 und 5.5.14 festgelegt.

Der Gebäudeabbruch erfolgt konventionell wie in 5.5.18 festgelegt.

5.5.20 Erd-Kabelsysteme

Bei gefordertem Rückbau der Erd-Kabelsysteme sind diese möglichst minimalinvasiv zurückzubauen. Besonderes Augenmerk ist auf vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen Dritter (z. B. Kabeltrassen, Gas- und Wasserleitungen) sowie Drainagen und Habitate zu legen.

5.5.21 Schließen der Baugruben

Nach Rückbau des Fundamentes und der darunter liegenden Sauberkeitsschicht ist das Gelände in einen möglichst ursprünglichen, zumindest aber naturnahen Zustand zu versetzen.

5.5.22 Rückbau der Infrastruktur

Je nach Erfordernis ist die Infrastruktur (hier: Kranstellflächen, Wege, Baustelleneinrichtungsflächen und Logistikflächen) rückschreitend zurückzubauen. Anfallendes Material ist nach rechtlichen Vorgaben zu klassifizieren. Die Wiederherstellung des Geländes ist nach 5.5.21 vorzunehmen.

5.5.23 Abtransport

Alle beim Rückbau anfallenden Materialien sind zeitnah von der Baustelle zu verbringen, soweit keine Wiederverwendung oder Verwertung vor Ort vorgesehen ist.

5.5.24 Dokumentation des Arbeitsprozesses

Der gesamte Arbeitsprozess ist zu dokumentieren. Eine Möglichkeit dazu bietet das Führen eines Bautagebuches oder Wochenberichte mit entsprechender Bilddokumentation.

5.5.25 Dokumentation über den Verbleib des Rückbaumaterials

Der Verbleib sämtlicher anfallender Massen (Materialien zur Wiederverwendung, Abfall zur Verwertung und Abfall zur Beseitigung) ist durch Verbleibsnachweise zu dokumentieren.

Die Vorgaben der Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) im Hinblick auf Trennung und Dokumentation müssen angewendet werden.

6 Wiederverwendung, Recycling, und Verwertung

6.1 Voraussetzungen

6.1.1 Grundlagen

Die Verwertungsmaßnahmen der WEA schließen sich fachlich an den Rückbau und die Demontage an. Sie dürfen zeitlich in Teilen parallel zu den Rückbau- und Demontearbeiten stattfinden.

Bestandteil dieses Vorgangs sind alle Aktivitäten zu Recycling, Verwertung und Beseitigung, die dazugehörigen Transportvorgänge und alle Dokumentationen.

Beim Rückbau von WEA ist eine möglichst hochwertige stoffliche Verwertung aller Materialien anzustreben. Dabei ist folgende Reihenfolge gemäß der Abfallhierarchie (siehe KrWG § 6, Abs. 1) zu beachten:

- a) Vorbereitung zur Wiederverwendung;
- b) Recycling;
- c) sonstige Verwertung, z. B. energetische Verwertung;
- d) Beseitigung.

Die Tätigkeiten zum Recyceln und Verwerten dürfen am Platz der abgebauten WEA oder in einem Entsorgungsbetrieb durchgeführt werden.

Das im Bereich der Abfallbehandlung und -entsorgung eingesetzte Personal muss für die jeweilige Tätigkeit fachlich qualifiziert und entsprechend eingewiesen werden. Die Einweisung muss dokumentiert werden.

Die genutzten Maschinen und Geräte für die Tätigkeiten zum weiterführenden Recycling und Verwerten müssen für den jeweiligen Einsatzzweck geeignet sein.

6.1.2 Externe technische Dokumentation

Für eine hochwertige Verwertung muss eine möglichst genaue externe technische Dokumentation über die Materialzusammensetzung in der abzubauenden oder abgebauten WEA vorliegen. Diese erstreckt sich auf alle Bauteile, z. B.

- Turm,
- Maschinenhaus/Getriebe/Generator,
- Spinner/Nabe,
- Rotorblätter,
- Kabel im Turm,
- Schaltanlagen/Transformatoren und andere elektrotechnische Bestandteile,
- Fundamente,
- Ver- und Entsorgungsleitungen.

Folgende Informationen sind erforderlich:

- Abmessungen;
- Massen, auch Teilmassen, Volumen;
- Materialzusammensetzungen, ggf. Legierungen, Zusammensetzung von Verbundwerkstoffen z. B. Kunstharzbezeichnungen sowie Faserarten und Art und Ort der Verwendung (z. B. Lage von CFK-Gurten, -Beams oder -Inlays).

6.1.3 Vertragliche Vereinbarungen

In einer vertraglichen Vereinbarung sollte im Vorfeld geklärt werden, ob und welche Zertifizierungen das Unternehmen, welches mit der Behandlung, dem Transport, Recycling oder Entsorgung des Rückbaumaterials der WEA beauftragt werden soll, mindestens haben sollte. Ebenso sollten Vorgaben zur Qualifizierung des Personals (Fach- und Sachkunde, Zuverlässigkeit), der Eignung der einzusetzenden Maschinen und Geräte, der Organisation der Arbeiten und der Vorgaben zum Arbeits- und Gesundheitsschutz getroffen werden. Eine Versicherung für die Arbeiten ist dem Auftraggeber des Rückbaus auf Verlangen durch den beauftragten Entsorgungsfachbetrieb nachzuweisen.

6.2 Vorbereitungen

6.2.1 Festlegungen zur Wiederverwendung

Wenn die Entscheidung zum Rückbau getroffen wurde, sollte vom Betreiber bzw. Bauherr festgelegt werden, welche Teile der WEA ggf. als Ersatzteile genutzt werden können. Die Einlagerung der Teile oder die Verwendung durch Dritte ist zu dokumentieren und die Dokumentation ist dem Betreiber bzw. Bauherr (Auftraggeber) als Nachweis über den Verbleib auszuhändigen.

Teile, die nicht der Wiederverwendung zugeführt werden, können oder müssen als Abfall betrachtet werden. Sie sind nach AVV Abfallschlüsselnummern zuzuordnen (siehe 6.2.2).