

ICS 27.180; 91.200

Ersatz für  
DIN SPEC 4866:2020-08

## **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

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)



# Inhalt

	Seite
Vorwort .....	4
Einleitung .....	6
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Kurzbeschreibung</b> .....	<b>10</b>
<b>5 Rückbau und Demontage</b> .....	<b>11</b>
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
<b>6 Wiederverwendung, Recycling, und Verwertung</b> .....	<b>16</b>
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](http://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 Anschlag 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 Immissionschutz 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 Teilerlegung 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 abzubauenen 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).

**6.2.2 Einstufung der Abfallarten-nach AVV**

Folgende Abfallfraktionen nach Tabelle 1 können beim Rückbau von WEA auftreten.

**Tabelle 1 — Abfallfraktionen beim Rückbau von WEA**

<b>Bestandteil WEA</b>	<b>Abfallschlüsselnummer und Abfallbezeichnung nach AVV</b>
Turm	Stahl: 17 04 05 Beton: 17 01 01
Maschinenhaus und Bestandteile	Stahl/Eisenmetalle: 17 04 05 Kunststoffe/Kunststoff-Verbundstoffe: 17 02 03 Gemischte Materialien: 17 09 04
Gefährliche Flüssigkeiten	Öle: 13 01 10*, 13 02 04*, 13 02 05*, 13 02 08*, 13 08 01 Sonstige: 13 01 10* Isolier- und Wärmeübertragungsöle: 13 03 07*, 13 03 08*, 13 03 10*
Generator/Transformatoren	16 02 14, 16 02 13*
Batterien/Akkumulatoren	16 06 01* (Blei), 16 06 02* (NiCd), 16 06 03* (Quecksilber), 16 06 04 (Alkali), 16 06 05 Andere
Getriebe	17 04 05/17 04 07
Spinner/Nabe	Stahl/Eisenmetalle: 17 04 05 Kunststoffe/Kunststoff-Verbundstoffe: 17 02 03 Gemischte Materialien: 17 09 04
Rotorblätter	17 02 03, 17 09 04, 10 11 03
Kabel im Turm	17 04 11
Schaltanlagen, Transformator, andere elektrotechnische Bestandteile	16 02 14, 16 02 13*
Fundament/Betonanteil	17 01 01
Fundament/Bewehrungsstahl	17 04 05/19 12 02
Wege/Kranstellflächen	17 01 07
<b>Legende</b>	
* Als gefährlicher Abfall eingestufte Abfallfraktionen.	

Für gefährlichen Abfall existieren spezielle Entsorgungswege und -verfahren (elektronisches Nachweisverfahren). Diese müssen eine sichere und umweltverträgliche Zerstörung der enthaltenen Schadstoffe sicherstellen.

**6.3 Durchführung**

Die verschiedenen Bestandteile der WEA müssen zunächst physisch getrennt werden, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

Die Materialien müssen möglichst sortenrein einer weiteren Verwertung zugeführt werden. Die Vorgaben zur Abfallhierarchie nach 6.1.1 sind zu beachten. Die Vorgaben der GewAbfV im Hinblick auf Trennung und Dokumentation müssen angewendet werden.

Folgende Verfahren werden hier im Sinne einer hochwertigen Verwertung als zielführend angesehen:

**a) Rotorblätter**

Die Verwertung der GFK-Teile erfolgt nach dem Stand der Technik. Die stoffliche und energetische Verwertung erfolgt nach einem mehrstufigen Zerkleinerungsprozess (u. a. durch Querstromzerspaner) im Zementwerk oder energetisch als Ersatzbrennstoff.

Die Verwertung der CFK-Teile erfolgt in geeigneten Verwertungsanlagen. Hier ist die Pyrolyse mit anschließender Nutzung der gewonnenen Sekundärfasern als Stand der Technik anzusehen. Ebenso ist die Herstellung von Halbzeugen möglich, wenn auch noch nicht weit verbreitet.

Eine Entsorgung in Siedlungsabfallverbrennungsanlagen, die für Siedlungs-, Gewerbe- und Bauabfälle bzw. für Sortierreste aus der Abfallbehandlung dieser Materialien zur Verfügung stehen, sind für die Mengen an GFK und CFK aus den Rotorblättern weitestgehend nicht geeignet.

Anhang B gibt einen Einblick in den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung in diesem Bereich.

### **b) Spinner/Nabe**

Es erfolgt die Zerlegung in die einzelnen Bestandteile. Die Verwertung der GFK-Teile erfolgt im Zementwerk oder mindestens über gleichwertige Verfahren, siehe auch Punkt a). Die Verwertung der Metallteile erfolgt in der Metallindustrie.

### **c) Maschinenhaus**

Es erfolgt die Zerlegung in die einzelnen Bestandteile. Die Verwertung der GFK-Teile erfolgt im Zementwerk oder mindestens über gleichwertige Verfahren, siehe auch Punkt a). Die Verwertung der Metallteile erfolgt in der Metallindustrie.

Die Zerlegung des Generators erfolgt in einem Entsorgungsfachbetrieb für Elektronikschrott, daran anschließend erfolgt die fachgerechte Verwertung. Gegebenenfalls vorhandene Magnete aus Seltenen Erden sollten separiert werden und die fachgerechte Verwertung sollte in entsprechend spezialisierten Entsorgungsfachbetrieben erfolgen. Diese Permanentmagnete, beispielsweise aus Verbindungen mit Neodym, Dysprosium oder Terbium (Seltene Erden), sind insbesondere in Synchrongeneratoren der getriebelosen Anlagen enthalten.

Wenn ein Getriebe vorhanden ist, erfolgt dessen Zerlegung und Verwertung in einem Entsorgungsfachbetrieb für Metallschrott. Betriebsstoffe werden vorher entfernt, siehe 5.5.13.

Das ggf. in Schaltanlagen enthaltene Schutzgas Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) darf bei der Zerlegung nicht in die Umwelt entweichen. Es ist abzusaugen und einer Wiederverwendung zuzuführen.

### **d) Turm**

Der Abtransport der Einbauteile wie Fahrstühle, Zugseile oder elektrotechnische Einbauten erfolgt nach der Separierung vor Ort. Elektrotechnische Bauteile sind nach der Separierung einer Erstbehandlungsanlage gemäß ElektroG zuzuführen. Die fachgerechte Verwertung erfolgt im Entsorgungsfachbetrieb.

Bei einem Stahlrohrturm oder Gittermast erfolgt die Verwertung nach Zerlegung und ggf. Abtrennung gefährlicher Bestandteile in der Stahlindustrie.

Zerlegte Betontürme können den Weg in die Verwertung als Recyclingbaustoff beispielsweise im Wegebau und/oder als Recycling-Beton finden, die Verwertung des Bewehrungsstahls erfolgt in der Stahlindustrie.

Bei Hybridtürmen aus Stahl und Beton finden Kombinationen aus vorgenannten Verfahren Anwendung.

Andere Materialien wie beispielsweise Holz sind nur sehr selten verbaut worden.

**e) Fundament**

Optimal ist das Recycling der Fundamentmaterialien, in der Regel Beton, vor Ort zur Wiederverwendung für Folgemaßnahmen beispielsweise als Recyclingschotter im Wegebau, als sonstiger Recyclingbaustoff und/oder Recyclingbeton. Die Verwertung des Bewehrungsstahls erfolgt in der Stahlindustrie.

Die beim Rückbau der WEA anfallenden Materialien sind nach Beendigung der Zerlegungsarbeiten zeitnah von der Baustelle zu entfernen.

**6.4 Abschlussdokumentation**

Der gesamte Arbeitsprozess ist durch den Auftragnehmer vor Ort zu dokumentieren. Eine Möglichkeit dazu ist das Führen eines Bautagebuches mit entsprechender Bilddokumentation.

Recycling und Entsorgung sind mindestens mit folgenden Dokumenten nachzuweisen:

- Fotodokumentationen der Zerlegung;
- Verbleibsnachweise;
- Wiegescheine;
- Lieferscheine;
- elektronisches Nachweisverfahren bei gefährlichem Abfall.

## Anhang A (informativ)

### Überblick über behördliche Genehmigungen

Dieser Anhang gibt einen Überblick über die wichtigsten der gegebenenfalls notwendigen Genehmigungen für den Rückbau und die Demontage von WEA. Diese sind länderspezifisch. Bei Unklarheiten sollte die zuständige Bauaufsichtsbehörde befragt werden.

**ACHTUNG — Die hier zur Verfügung gestellten Informationen sind ohne Gewähr und dienen lediglich als erste Orientierungshilfe. DIN sowie Initiatoren und Verfasser dieser DIN SPEC übernehmen keine Haftung für deren Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität.**

**Tabelle A.1 — Erforderliche Baugenehmigungen für die Bundesländer**

Bundesland	Erforderliche Baugenehmigung
Baden-Württemberg	Keine Genehmigung erforderlich, aber Kenntnissgabeverfahren, § 51 Abs. 3 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 51 Abs. 4 BauO. Auf Antrag des Bauherren kann Baugenehmigungsverfahren durchgeführt werden, § 51 Abs. 5 BauO.  Vorgaben des Kenntnissgabe- bzw. Baugenehmigungsverfahrens sind zu beachten.
Bayern	Keine Genehmigung erforderlich, Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Gemeinde und Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, Art. 57 Abs. 5 S. 2 BauO. Beginn der Abrissarbeiten muss angezeigt werden, Art. 57 Abs. 5 S. 5 iVm Art. 68 Abs. 5 Nr. 3 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), Art. 55 Abs. 2 BauO.
Berlin	Keine Genehmigung erforderlich, Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, § 61 Abs. 3 S. 2 BauO. Beginn der Abrissarbeiten muss angezeigt werden, § 72 Abs. 1 BauO iVm § 61 Abs. 3 S. 6 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 59 Abs. 2 BauO.
Brandenburg	Keine Genehmigung erforderlich, Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, § 6 Brandenburgische Bauvorlageverordnung (BbgBauVorlV). Öffentlich-rechtliche Vorschriften nach Fachrecht sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.).
Bremen	Anzeigeverfahren; Anzeige muss gegenüber der Bauaufsichtsbehörde mindestens einen Monat vor Beginn angezeigt werden. Mit Ablauf eines Monats nach Eingang der vollständigen Anzeige kann mit Ausführung begonnen werden, sofern Bauaufsichtsbehörde oder Gemeinde nicht verlangen, dass ein Baugenehmigungsverfahren durchgeführt wird, § 61 Abs. 3 S. 2 und 3, 62 Abs. 4 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten, § 59 Abs. 2 BauO.
Hamburg	Verfahrensfrei, § 60 iVm Anlage 2 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften nach Fachrecht sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.).
Hessen	Förmliches Baugenehmigungsverfahren, § 66 S. 1 und 2 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten, § 62 Abs. 2 BauO.

Bundesland	Erforderliche Baugenehmigung
Mecklenburg-Vorpommern	Keine Genehmigung erforderlich, Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, § 61 Abs. 3 S. 2. Beginn der Abrissarbeiten muss angezeigt werden, § 72 Abs. 7 Nr. 2 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 59 Abs. 3 BauO.
Niedersachsen	Keine Genehmigung erforderlich, aber Beseitigung ist anzeigepflichtig, § 60 Abs. 3 S. 1 BauO. Abbruch darf frühestens einen Monat nach Eingangsbestätigung durch Bauaufsichtsbehörde beginnen, § 60 Abs. 3 S. 5 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind nach Fachrecht einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.). Öffentliches Baurecht ist zu beachten, § 59 Abs. 3 BauO.
Nordrhein-Westfalen	Keine Genehmigung erforderlich, aber Beseitigung ist anzeigepflichtig, § 62 Abs. 3 S. 1 BauO. Abbruch darf frühestens einen Monat nach Eingangsbestätigung durch Bauaufsichtsbehörde beginnen, § 62 Abs. 3 S. 5 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 60 Abs. 2 BauO.
Rheinland-Pfalz	Keine Genehmigung erforderlich, § 62 Abs. 2 Nr. 6 a) i.V.m BauO. Abs. 1 Nr. 4 f). Ansonsten bedürfen die Anlagen der Genehmigung, § 61 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 59 Abs. 1 BauO.
Saarland	Keine Genehmigung erforderlich, § 61 Abs. 4 Nr. 1 i.V.m. Abs. 1 BauO. Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, § 61 Abs. 4 S. 2 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 60 Abs. 2 BauO.
Sachsen	Beabsichtigte Beseitigung ist mindestens 1 Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 59 Abs. 2 BauO.
Sachsen-Anhalt	Keine Genehmigung erforderlich nach § 60 Abs. 3 Nr. 1 i.V.m. Abs. 1 Nr. 3 b) BauO. Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, § 60 Abs. 3 S. 2 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 58 Abs. 2 BauO.
Schleswig-Holstein	Keine Genehmigung erforderlich, § 63 Abs. 3 Nr. 1 iVm. Abs 1 Nr. 3 c BauO. Ansonsten bedarf es der Genehmigung nach § 62 Abs. 1 BauO. Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, § 63 Abs. 3 S. 2 BauO. Mit der Bauausführung darf erst begonnen werden, wenn die Baubeginnanzeige der Bauaufsichtsbehörde vorliegt, § 73 Abs. 6 S. 1 Nr. 3 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 53 sowie § 59 Abs. 1 BauO.
Thüringen	Keine Genehmigung erforderlich, § 60 Abs. 3 Nr. 1 i.V.m. Abs. 1 Nr. 3 c Bau O. Beseitigung ist mindestens einen Monat zuvor der Bauaufsichtsbehörde anzuzeigen, § 60 Abs. 3 S. 2 BauO. Öffentlich-rechtliche Vorschriften sind einzuhalten (Naturschutz, Artenschutz u. a.), § 59 Abs. 2 BauO.

Sprengungen als Teil der Abbruchmaßnahme sind gemäß der 3. Sprengverordnung (SprengV 3) [7] bundesweit anzeigepflichtig.

Unter den zu beachtenden öffentlich-rechtlichen Vorschriften sollten folgende Genehmigungen von den jeweiligen Behörden eingeholt werden, soweit die Beseitigung diese Belange beeinträchtigen könnte:

**Amt für Bauordnung und Denkmalpflege, Abteilung Denkmalpflege:**Denkmalrechtliche Genehmigung für Rückbau und Demontage von WEA aufgrund von Veränderungen in der Umgebung von Kulturdenkmälern

Auch die Umgebung eines Kulturdenkmals, soweit sie für dessen Bestand oder Erscheinungsbild von erheblicher Bedeutung ist, ist Gegenstand des Denkmalschutzes (siehe Tabelle A.2).

**Tabelle A.2 — Erforderliche Baugenehmigungen im Denkmalschutz für die Bundesländer**

Bundesland	Erforderliche Genehmigung
Baden-Württemberg	Gemäß § 15 Abs. 3 Denkmalschutzgesetz bedarf die Beseitigung in der Umgebung eines Naturdenkmals der Genehmigung.
Bayern	Gemäß Art. 6 Abs. 1 S. 2 sowie nach Art. 7 Abs. 4 Denkmalschutzgesetz (DSchG) erlaubnispflichtig.
Berlin	Gemäß § 11 Abs. 2 DSchG genehmigungspflichtig.
Brandenburg	Gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 4 DSchG erlaubnispflichtig.
Bremen	Gemäß § 10 Abs. 1 Nr. 3 DSchG genehmigungspflichtig.
Hamburg	Gemäß § 8 DSchG genehmigungspflichtig soweit die Eigenart und das Erscheinungsbild des Denkmals durch die Beseitigung beeinträchtigt wird.
Hessen	Gemäß § 18 Abs. 2 DSchG genehmigungspflichtig.
Mecklenburg-Vorpommern	Gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 2 DSchG genehmigungspflichtig.
Niedersachsen	Gemäß § 10 Abs. 1 Nr. 4 DSchG genehmigungspflichtig.
Nordrhein-Westfalen	Gemäß § 9 Abs. 1 b Denkmalschutzgesetz erlaubnispflichtig.
Rheinland-Pfalz	Gemäß § 13 Abs. 1 S. 3 DSchG genehmigungspflichtig.
Saarland	Gemäß § 6 Abs. 2 DSchG genehmigungspflichtig.
Sachsen	Gemäß § 12 Abs. 2 des Sächsischen Denkmalschutzgesetzes bedarf die Errichtung, Veränderung und Beseitigung von baulichen oder garten- und landschaftsgestalterischen Anlagen in der Umgebung eines Kulturdenkmals, soweit sie für dessen Erscheinungsbild von erheblicher Bedeutung sind, einer denkmalschutzrechtlichen Genehmigung oder der Zustimmung zur Baugenehmigung.
Sachsen-Anhalt	Gemäß § 14 Abs. 1 Nr. 3 Denkmalschutzgesetz.
Schleswig-Holstein	Gemäß § 12 Abs. 2 DSchG bedarf es der Genehmigung der oberen Denkmalschutzbehörde für Maßnahmen in Denkmalsbereichen und in deren Umgebung, die geeignet sind, die Denkmalsbereiche wesentlich zu beeinträchtigen.
Thüringen	Gemäß § 13 Abs. 1 Nr. 2 DSchG erlaubnispflichtig.

**Verkehrs- und Tiefbauamt:**Straßengesetz der Länder (LStrG):

Hierbei sind für Sondernutzungen der Straßen die Genehmigungsverfahren nach dem Straßengesetz der Länder zu beachten. Dies schließt auch die Errichtung einer Baustelle an Straßen zur Beseitigung von WEA mit ein.

**Amt für Umweltschutz:**

Abfall-, Bodenschutz und Naturschutzrecht:

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz — BBodSchG);
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV);
- Abfallverbringungsgesetz (AbfVerbrG);
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG); Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG);
- Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018);
- Nachweisverordnung (NachwV);
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA);
- Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz der Länder (ABG);
- Altholzverordnung (AltholzV);
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz — BNatSchG);
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege der Länder (Naturschutzgesetz — NatSchG);
- Verordnung zum Schutz wildlebender Tiere- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung — BArtSchV);
- Richtlinie 79/409/EWG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten, sog. EG-Vogelschutzrichtlinie;
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, sog. FFH-Richtlinie.

Immissionsschutzrecht:

- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm-Geräuschemissionen;
- 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes-Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV);
- Bundes-Immissionsschutzgesetz: Insbesondere die in § 15 Abs. 3 BImSchG erforderliche Betriebsaufgabenanzeige mit der Erfüllung der in § 5 Abs. 3 Nr. 3 BImSchG enthaltenen Pflichten.

Wasserrecht:

- Wassergesetz der Länder (LWG);
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

Luftfahrt (Hindernisbefeuern):

Für Demontage-Krane mit 100 m Höhe oder mehr: Befeuernspflicht; ergibt sich aus § 16a LuftVG i. V. m. AVV-Kennzeichnung.

## **Anhang B (informativ)**

### **Forschung und Entwicklung der Rotorblattverwertung**

Diverse Verfahren sind Gegenstand von Forschung und Entwicklung, sowohl für die Verwertung der GFK- als auch für CFK-Anteile. Ein möglicher Verwertungsansatz ist die Trennung der Fasermaterialien von den Matrix-Anteilen. Diese Verfahren lassen sich beispielsweise in mechanische und chemische Verfahren unterteilen.

Für die mechanischen Trennverfahren müssen die teilweise noch sehr großen Faser-Kunststoff-Verbund-Teile (FKV) zunächst vorzerkleinert werden. Hierbei kommen verschiedene Verfahren wie Sägen oder Schreddern zum Einsatz. In einem weiteren Verfahrensschritt können die so erhaltenen Chips beispielsweise mithilfe eines Querstromzerspanners weiter aufgeschlossen werden. Hier wird der feste Verbund mithilfe von Prall- und Schlagbeanspruchungen aufgebrochen und ein loses Gemisch von Fasern, Harzresten und weiteren Stoffen erzeugt. Mithilfe von Sieb- oder Aufschwimmverfahren können die Stoffe separiert werden und in verschiedenen Recyclingprodukten verwertet werden. Die herausgelösten Fasern können beispielsweise in neuen FKV-Bauteilen (Recyclat-Composite) oder kurzfaserverstärkten Betonteilen eingesetzt werden. Aus den Harzresten können Füllstoffe für andere Kunststoffe erzeugt oder ein chemisches Recycling angestrebt werden. Da in diesem Verfahren die Verstärkungsfasern stark gekürzt werden, können sie nicht mehr für hochbelastete Bauteile eingesetzt werden.

Einige chemische Trennverfahren basieren auf dem Prinzip der Solvolyse. Hierbei wird aus dem FKV-Bauteil mithilfe spezieller Recyclingagenzien Molekülbindungen in der Kunstharzmatrix aufgelöst. Nach dem anschließenden Herauswaschen der Matrixreste liegen die Verstärkungsfasern in annähernd ursprünglicher Länge und Qualität vor. Aufgrund der Erhaltung dieser Eigenschaften können sie in höherbelasteten Bauteilen wiederverwendet werden. Aus den gelösten Kunstharzkomponenten lassen sich die kurzkettigen Moleküle (Oligomere) rückgewinnen und in Form von Recyclaten als Schaum oder anteilig in Kunstharz in neuen Bauteilen wiedergewinnen. Auf diese Weise kann, bezogen auf die Kunstharzkomponenten, ein geschlossener Rohstoffkreislauf realisiert werden. Die Anwendung dieses Verfahrens ist jedoch stark abhängig von der Art des Kunstharzes und konnte bislang nur für einige Harzklassen im Labormaßstab nachgewiesen werden. Dieses Verfahren ist sowohl für Glas- als auch Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe anwendbar.

Die Pyrolyse stellt ein thermochemisches Trennverfahren dar. Hierbei werden organische Verbindungen im Matrixwerkstoff bei hohen Temperaturen und gegebenenfalls unter Abwesenheit von Sauerstoff gespalten. Hierdurch wird die Kunstharzmatrix zersetzt und von den Verstärkungsfasern getrennt. Auch hierbei können die Fasern in annähernd unveränderter Länge aus den Bauteilen zurückgewonnen werden. Infolge der Behandlung wurde jedoch eine geringfügige Reduktion des Querschnitts beobachtet, sodass die Anzahl der Wiederverwendungen begrenzt ist.

Als weitere zu erforschende Verfahren für die CFK-Komponenten sind die metallurgischen Verfahren, die Verwertung im Elektrolichtbogen im Stahlwerk und in der Calciumcarbidherstellung sowie die elektrodynamische Fragmentierung zu nennen.

## Literaturhinweise

- [1] EEG, *Gesetz zur grundlegenden Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und zur Änderung weiterer Bestimmungen des Energiewirtschaftsrechts (Artikel 1 Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz — EEG 2014))*
- [2] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2015-10, *Betrieb von elektrischen Anlagen — Teil 100: Allgemeine Festlegungen*
- [3] DIN EN IEC 61936-1 (VDE 0101-1):2019-07, *Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV AC und 1,5 kV DC — Teil 1: Wechselstrom (IEC 99/226/CD:2019); Text Deutsch und Englisch*
- [4] DIN 8591, *Fertigungsverfahren Zerlegen — Einordnung, Unterteilung, Begriffe*
- [5] Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden, zu beziehen unter <https://mluk.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/Leitfaden selektiver Rueckbau.pdf>
- [6] Begleitdokumente des RDR Wind e.V.<sup>1</sup> zur DIN SPEC 4866 [zu beziehen unter: <https://www.rdrwind.de/>]
- [7] SprengV 3, *Dritte Verordnung zum Sprengstoffgesetz (3. SprengV)*<sup>2</sup>
- [8] KrWG, *Kreislaufwirtschaftsgesetz*<sup>2</sup>
- [9] DSchG, *Denkmalschutzgesetz*<sup>2</sup>
- [10] BBodSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten*<sup>2</sup>
- [11] BBodSchV, *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung*<sup>2</sup>
- [12] AbfVerbrG, *Abfallverbringungsgesetz*<sup>2</sup>
- [13] AbfG, *Abfallgesetz*<sup>2</sup>
- [14] Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018)<sup>2</sup>
- [15] NachwV, *Nachweisverordnung*<sup>2</sup>
- [16] ABG, *Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz der Länder*<sup>2</sup>
- [17] AltholzV, *Altholzverordnung*<sup>2</sup>

---

1 RDR Wind e. V.  
Hollerithallee 6  
30419 Hannover  
E-Mail: [info@rdrwind.de](mailto:info@rdrwind.de)  
Internet: <https://www.rdrwind.de/>

2 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH; zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)).

- [18] BNatSchG (Bundesnaturschutzgesetz), *Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege*<sup>2</sup>
- [19] BArtSchV (Bundesartenschutzverordnung), *Verordnung zum Schutz wildlebender Tiere- und Pflanzenarten*<sup>2</sup>
- [20] Richtlinie 79/409/EWG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten<sup>2</sup>
- [21] Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen<sup>2</sup>
- [22] 32. BImSchV, *32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes-Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung*<sup>2</sup>
- [23] BImSchG, *Bundes-Immissionsschutzgesetz*<sup>2</sup>
- [24] LWG , *Wassergesetz der Länder*<sup>2</sup>
- [25] WHG, *Wasserhaushaltsgesetz*<sup>2</sup>

— Leerseite —

*Titel en:* Sustainable dismantling, disassembly, recycling and recovery of wind turbines

*Titel de:* Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen

*Titel fr:* Démantèlement, démontage, recyclage et récupération durables des éoliennes

# Contents

	Page
Foreword .....	4
Introduction.....	6
<b>1</b> <b>Scope</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b> <b>Normative references</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b> <b>Terms and definitions</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b> <b>Principle</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b> <b>Dismantling and disassembly</b> .....	<b>10</b>
5.1 <b>General</b> .....	<b>10</b>
5.2 <b>Responsibility and planning</b> .....	<b>11</b>
5.3 <b>Fundamentals</b> .....	<b>11</b>
5.3.1 <b>Official building permits for dismantling and disassembly</b> .....	<b>11</b>
5.3.2 <b>Requirements for contractors</b> .....	<b>11</b>
5.4 <b>Preparations</b> .....	<b>12</b>
5.4.1 <b>Tendering and awarding of contracts</b> .....	<b>12</b>
5.4.2 <b>Preparation of a dismantling and waste management concept</b> .....	<b>12</b>
5.5 <b>Implementation</b> .....	<b>13</b>
5.5.1 <b>Site kick-off meeting</b> .....	<b>13</b>
5.5.2 <b>Ensuring absence of voltage and disconnection from the grid</b> .....	<b>13</b>
5.5.3 <b>Securing the building site</b> .....	<b>13</b>
5.5.4 <b>Setting up the building site</b> .....	<b>13</b>
5.5.5 <b>Preparation for dismantling</b> .....	<b>13</b>
5.5.6 <b>Removal of lubricants and other hazardous substances from open and closed systems</b> .....	<b>13</b>
5.5.7 <b>Delivery and erection of crane equipment</b> .....	<b>13</b>
5.5.8 <b>Attaching of components</b> .....	<b>13</b>
5.5.9 <b>Securing by taking up loads</b> .....	<b>13</b>
5.5.10 <b>Lifting, pivoting and lowering of components</b> .....	<b>14</b>
5.5.11 <b>Cutting of the rotor blades on site for transport</b> .....	<b>14</b>
5.5.12 <b>Spinner and hub</b> .....	<b>14</b>
5.5.13 <b>Nacelle</b> .....	<b>14</b>
5.5.14 <b>Tower and fittings</b> .....	<b>14</b>
5.5.15 <b>Tubular steel tower and lattice mast</b> .....	<b>14</b>
5.5.16 <b>Concrete tower</b> .....	<b>15</b>
5.5.17 <b>Hybrid tower</b> .....	<b>15</b>
5.5.18 <b>Foundation</b> .....	<b>15</b>
5.5.19 <b>Transformer building and transfer station</b> .....	<b>15</b>
5.5.20 <b>Buried cable systems</b> .....	<b>15</b>
5.5.21 <b>Closure of excavation pits</b> .....	<b>15</b>
5.5.22 <b>Dismantling of infrastructure</b> .....	<b>15</b>
5.5.23 <b>Transport</b> .....	<b>15</b>
5.5.24 <b>Documentation of the working process</b> .....	<b>16</b>
5.5.25 <b>Documentation of the whereabouts of dismantled material</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b> <b>Re-use, recycling and recovery</b> .....	<b>16</b>
6.1 <b>Prerequisites</b> .....	<b>16</b>
6.1.1 <b>Fundamentals</b> .....	<b>16</b>
6.1.2 <b>External technical documentation</b> .....	<b>16</b>

**6.1.3 Contractual agreements..... 17**  
**6.2 Preparations..... 17**  
**6.2.1 Specifications for re-use ..... 17**  
**6.2.2 Classification using waste codes as per AVV ..... 18**  
**6.3 Implementation ..... 18**  
**6.4 Final documentation ..... 20**  
**Annex A (informative) Overview of official permits ..... 21**  
**Annex B (informative) Research and development on the recovery of rotor blades ..... 26**  
**Bibliography..... 27**

## **Foreword**

This DIN SPEC was developed according to the PAS procedure. The development of DIN SPECS according to the PAS procedure is carried out in DIN SPEC (PAS)-consortiums and does not require the participation of all stakeholders.

This document has been developed and adopted on the initiative of RDR Wind e. V. by the initiators and authors named below:

- 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, since April 2020 neowa GmbH, June 2019 - March 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, Bremen University of Applied Sciences
- Jesper Vajhøj, Bremen University of Applied Sciences
- Ralf Voßhenrich, Unternehmensgruppe Hagedorn
- Bernd Weidmann, Wind-Turbine.com
- Martin Westbomke, RDR Wind e. V.

- Dr. Petra Weißhaupt, German Federal Environment Agency (UBA)
- Tim Wilms, TSR Recycling GmbH & Co. KG
- Frederik Witte, EnBW Energie Baden-Württemberg AG
- Klaus Wollner, Veolia Umweltservice West GmbH

At present, there are no standards covering this topic in the body of German Standards.

DIN SPECs (PAS)s are not part of the body of German Standards.

A draft of this DIN SPEC (PAS) has not been published.

Despite great efforts to ensure the correctness, reliability and accuracy of technical and non-technical descriptions, the DIN SPEC (PAS) consortium can provide neither an explicit nor an implicit guarantee for the correctness of this document. This document is used in the awareness that the DIN SPEC (PAS) consortium cannot be held liable for damages or losses of any kind. Use of this DIN SPEC (PAS) does not relieve the user of responsibility for his or her own actions and thus takes place at the user's own risk.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. DIN shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

Provision of this document free of charge as a PDF via the Beuth WebShop has been financed in advance.

For current information on this document, please go to DIN's website ([www.din.de](http://www.din.de)) and search for the document number in question.

## **Introduction**

The aim of DIN SPEC 4866 is the specification of framework conditions for the sustainable and efficient dismantling, disassembly, recycling and recovery of wind turbines in repowering and decommissioning projects, taking into account re-use options.

There were over 30 000 wind turbines in operation across Germany in 2019. Over one in every two of these wind turbines will reach the end of its economic and/or technical service life in the next 10 years.

Around 5 200 wind turbines will drop out of the 20-year subsidies provided under the German Renewable Energy Sources Act (EEG) [1] for the first time by the end of 2020 alone. A further 8 000 wind turbines will follow by the end of 2025. Some of these wind turbines will be replaced beforehand as part of repowering, while others will continue to be operated beyond the end of the subsidy period.

As a result, the wind energy sector in Germany is facing a considerable wave of dismantling activity from 2021 onwards, which will also create significant challenges for the recycling and resource management sectors. At the moment, there are no standards in Germany or Europe that deal with the disassembly and recycling of wind turbines.

## 1 Scope

This document specifies instructions and qualification prerequisites for the dismantling, disassembly, recycling and recovery of onshore wind turbines, taking into account the current regulations on occupational safety and environmental protection. In addition, this document provides an overview of the surveys, planning and associated official permits that are required beforehand.

This document does not specify the economic or political framework conditions for dismantling, continued operation or repowering. This document also does not specify any environmentally relevant guidelines or technical procedures for recycling.

## 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

AVV, *Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung — AVV) (German Waste Catalogue Ordinance — AVV)*

ElektroG, *Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (German Electrical and Electronic Equipment Act — ElektroG)*

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

## 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

DIN and DKE maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

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

### 3.1

#### **waste**

any material or object which its owner gets rid of or wishes to or shall get rid of

Note 1 to entry: See also the German Waste Management Act (KrWG, de: Kreislaufwirtschaftsgesetz), article 3 (1).

Note 2 to entry: Waste for recovery is waste that is recovered; waste that is not recovered is waste for disposal.

### 3.2

#### **waste treatment**

recovery or disposal process, including preparation before recovery or dumping of waste

Note 1 to entry: See also the German Waste Management Act (KrWG), article 3 (22).

### 3.3

#### **waste hierarchy**

description of the priorities for waste management measures

Note 1 to entry: See also the German Waste Management Act (KrWG), article 6 (1).

**3.4  
attaching**

procedure whereby the load to be lifted is connected with the lifting hook of a crane

EXAMPLE The lifting tackle – the connection between the load and crane hook – can be slings or chains, for example.

**3.5  
construction diary**

document that fully records the status and progress of construction works and all notable occurrences during construction, that serves as a basis for declarations and reports that are to be made about construction implementation, and that forms an important component of construction documentation after completion of construction works

**3.6  
operating substance**

substance used in and during production alongside raw materials and auxiliary materials, which however does not become an integral part of the product

EXAMPLES Lubricants, oils, inert gases.

**3.7  
disassembly**

taking apart of the wind turbine components on the ground with a focus on re-use and recovery

**3.8  
electrical installation**

assembly of electrical equipment which is used for the generation, transmission, conversion, distribution and/or use of electric energy

[SOURCE: DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2015-10, 3.1.1, modified — Additional second paragraph and Note 1 to entry deleted]

**3.9  
electric equipment**

item used for such purposes as generation, conversion, transmission, distribution or recovery of electric energy

EXAMPLES Electric machines, transformers, switchgear and controlgear, measuring instruments, protective devices, wiring systems, current-using equipment.

[SOURCE: DIN EN IEC 61936-1 (VDE 0101-1):2019-07, 3.1.1, modified — Examples in the definition moved to “EXAMPLES”]

**3.10  
external technical documentation  
ETD**

documentation prepared by the manufacturer of a wind turbine that provides information to operators and users of a system or product and ensures that the system or product can be commissioned, used, maintained and disposed of in a safe and proper manner

**3.11  
glass fibre reinforced plastic  
GFRP**

composite material in which glass fibres are embedded in a plastic matrix

Note 1 to entry: Both thermosetting plastics (e.g. polyester resin [UP] or epoxy resin) and thermoplastics (e.g. polyamide) are possible bases.

**3.12****infrastructure**

structural measure for the provision of services to and for the use of a wind turbine

EXAMPLES Crane platform, area for setting up a building site, logistics area, access routes and cable route.

**3.13****carbon fibre reinforced plastic****CFRP**

composite material in which carbon fibres are embedded in a plastic matrix

Note 1 to entry: Both thermosetting plastics (e.g. polyester resin [UP] or epoxy resin) and thermoplastics (e.g. polyamide) are possible bases.

**3.14****recycling**

every recovery process used to process waste into products, materials or substances either for the original purpose or for other purposes; this includes the processing of organic materials, but not use to generate energy or processing into materials that are intended for use as fuels or for other filling purposes

Note 1 to entry: See also the draft of the amended German Waste Management Act (KrWG), article 3, version of 2020-03-02.

**3.15****dismantling**

specific type of demolition that is selective and/or has a focus on re-use and recovery, such as the demolition of a wind turbine rotor using crane equipment with the aim of high-grade recovery of the resulting separated wind turbine components

**3.16****health and safety coordinator**

coordinator to be appointed by the project developer who specifies and coordinates occupational safety and health protection measures during the planning and implementation of construction projects and monitors adherence to these measures

Note 1 to entry: See also the German Construction Site Ordinance, article 3.

**3.17****material recovery**

every recovery process, with the exception of use to generate energy or processing into materials that are intended for use as fuels or other media for generating energy

Note 1 to entry: See also the draft of the amended German Waste Management Act (KrWG), article 3 (23a), version of 2020-03-02.

Note 2 to entry: Material recovery includes preparation for re-use, recycling and use for filling purposes.

**3.18****proof of whereabouts**

statement of the whereabouts of waste and components that are intended for re-use

Note 1 to entry: The location of waste can be in recovery or in disposal.

**3.19  
filling**

every recovery process in which suitable, non-hazardous waste is used for the recultivation of excavation pits or for construction purposes in landscaping

Note 1 to entry: See also the draft of the amended German Waste Management Act (KrWG), article 3 (25a), version of 2020-03-02.

Note 2 to entry: Waste in the sense of sentence 1 is one that replaces materials that are not waste, that are suitable for the purposes listed above and that are limited to those amounts that are essential for the fulfilment of these purposes.

**3.20  
recovery**

every process with the main result that waste is used for a useful purpose within the system or in the broader economy by either replacing other materials that would otherwise have been used to fulfil a particular function or by the waste being prepared in such a way that it fulfils this function

Note 1 to entry: See also the German Waste Management Act (KrWG), article 3 (23).

**3.21  
preparation for re-use**

every recovery process of testing, cleaning or repair in which products or components of products that has become waste are prepared in such a way that they can be used again for their original intended purpose without any further pretreatment

Note 1 to entry: See also the German Waste Management Act (KrWG), article 3 (24).

**3.22  
re-use**

every process in which products or components that is not waste are used again for their original intended purpose

EXAMPLE Second life or used goods as replacement parts.

Note 1 to entry: See also the German Waste Management Act (KrWG), article 3 (21).

**4 Principle**

Clause 5 and Clause 6 specify the prerequisites, preparations, requirements for and the implementation of processes that are necessary for carrying out the dismantling, disassembly and recycling of wind turbines.

**5 Dismantling and disassembly**

**5.1 General**

The dismantling and disassembly of wind turbines are controlled processes for the purpose of separate handling of materials that contain pollutants and materials that do not contain pollutants, reusable components and demolition materials before and during demolition sorted into contaminated, recyclable, recoverable and non-recoverable materials [4].

In the case of the dismantling and subsequent disassembly of wind turbine components, it is to be ensured that

- a) work is carried out taking into account the applicable environmental protection regulations,

- b) work takes into account all relevant occupational safety regulations,
- c) the reusable components are preserved,
- d) the waste disposal masses for contaminated, recyclable, recoverable and non-recoverable waste materials are handled separately,
- e) work is planned and carried out taking into account economic factors.

## 5.2 Responsibility and planning

The operator of the wind turbine and/or the project developer for the dismantling measure bears the overall responsibility for the dismantling measure. The areas of responsibility are divided into planning responsibility, monitoring responsibility and disposal responsibility. If the responsible party does not have its own specialist expertise, suitable specialists are to be engaged.

The processes specified hereunder in 5.3, 5.4, 6.1 and 6.2 are to be taken into account as part of planning.

## 5.3 Fundamentals

### 5.3.1 Official building permits for dismantling and disassembly

If a decision has been taken to permanently decommission a wind turbine, it shall first be established whether an official building permit is necessary for dismantling and/or disassembly. This matter is specific to each federal state. The relevant building authority should be contacted in this regard. An overview of official permits is provided in Annex A, Table A.1.

### 5.3.2 Requirements for contractors

It should be clarified in advance which certifications, permits and liability insurances shall be possessed as a minimum by the companies engaged to carry out dismantling and disassembly of the wind turbine. In addition, specifications for the training of personnel (specialist and particular expertise, reliability) and for ensuring the suitability of the machinery and devices to be used, the organisation of work and specifications for occupational health and safety should be established.

Dismantling and disassembly are only to be carried out by qualified personnel in accordance with the applicable guidelines and regulations.

Recommended qualifications for personnel include:

- training on hazardous substances;
- training on attaching loads;
- training on hydraulics and electric screwdrivers;
- basic training on securing loads;
- training on operating telescopic handlers;
- training on elevating work platforms;
- qualification on working at heights;
- persons trained in electrical safety.

These personnel qualifications should be contractually agreed.

RDR Wind e. V. provides information about suitable training measures [6].

## 5.4 Preparations

### 5.4.1 Tendering and awarding of contracts

A specification document is to be established and given to the parties participating in the dismantling measure. This specification document should contain relevant information from the following documents:

- documentation for the wind turbine, as comprehensive as possible (external technical documentation is recommended): disassembly instructions, design drawings, foundation drawings, statics, type testing, contaminant assessments;
- soil assessments, building permit and history of the wind turbine with particular attention given to components already replaced;
- information and drawings on infrastructure.

The documents named above should be on hand.

Further data and information is to be made available in the course of the process. If necessary, this shall be included in the specification document (e.g. in the case of insufficient access routes or crane platforms):

- sufficient storage and working areas for components. This information shall be provided in the form of a local description in connection with a site plan;
- storage areas for material containers and temporary site offices shall be reserved outside of the crane platform. This information shall be provided in the form of a local description in connection with a site plan and shall conform to the valid guidelines and regulations.

### 5.4.2 Preparation of a dismantling and waste management concept

A dismantling and waste management concept shall be prepared before the start of work.

The dismantling and waste management concept is based on information from the manufacturer and operator and on local conditions. In addition, the following information should also be included as completely as possible:

- specification of work processes on site, including information about equipment and personnel deployed;
- emissions caused and avoidance or reduction of same;
- list of substances and components to be re-used;
- list of substances and components to be disposed of with waste codes in accordance with the German Waste Catalogue Ordinance (AVV, de: Abfallverzeichnisverordnung) and planned whereabouts;
- suggestions for documentation (photo documentation, proofs of whereabouts).

## 5.5 Implementation

### 5.5.1 Site kick-off meeting

The site kick-off meeting includes instructions to the site personnel, the handover of relevant documentation such as a certificate of load-bearing capacity for the crane platform, the health and safety coordinator plans, the construction schedule, the hazard assessment, and wiring drawings.

### 5.5.2 Ensuring absence of voltage and disconnection from the grid

The absence of voltage is ensured by means of on-site testing and documentation (release protocol).

### 5.5.3 Securing the building site

The building site is secured by means of required traffic management measures or according to occupational safety regulations and technical requirements, for example. Measures to secure a building site can include: signage, closure of routes, erection of site fences for fall protection.

### 5.5.4 Setting up the building site

Setting up the building site involves the delivery and positioning of temporary site offices, sanitary facilities, equipment containers, machinery and further equipment such as electricity generators, for example.

A suitable working area should be provided for all activities on the building site. Requirements relating to occupational safety, water protection, soil protection and immission control are to be observed.

### 5.5.5 Preparation for dismantling

Preparation for dismantling involves the disconnection and/or removal of power cables within the wind turbine, lift, platforms and, if necessary, the ladders and the removal of tensioned wire strands.

### 5.5.6 Removal of lubricants and other hazardous substances from open and closed systems

Open systems such as vibration dampers and collecting trays shall be emptied before dismantling.

Closed systems such as gear and hydraulic units may also be emptied after disassembly depending on official requirements (e.g. water protection areas).

Proper procedures and disposal are to be documented.

### 5.5.7 Delivery and erection of crane equipment

Delivery of crane equipment is dependent on the hub height and the mass to be lifted. In addition, the condition and dimensions of the access routes and crane platforms are to be taken into account. If these do not fulfil the requirements of the necessary crane equipment, they shall be improved accordingly and/or newly constructed.

### 5.5.8 Attaching of components

All components are to be slung with lifting tackle that is sufficient and approved for the load. Required guide ropes are to be attached.

### 5.5.9 Securing by taking up loads

Sufficient taking up of loads by the turbine components is to be ensured before turbine components are fully separated.

### **5.5.10 Lifting, pivoting and lowering of components**

All components are pivoted and lowered onto the areas intended for this purpose. The method of dismantling of turbine components is guided by local conditions and the crane equipment used. Components that have been lowered onto the ground are to be secured against tipping, sliding or similar. Material tension due to storage is to be avoided.

### **5.5.11 Cutting of the rotor blades on site for transport**

Rotor blades should be divided into smaller pieces on site to avoid transporting heavy loads if they are not to be re-used as replacement parts. If rotor blades are cut on site, it is to be ensured that no residues enter into environmental media. This applies both to GFRP and CFRP fractions. CFRPs are to be separated, if possible. Cutting shavings are to be collected and disposed of properly. Suitable emission-reducing processes that fulfil these criteria are to be selected. The weather conditions are to be taken into account, windblown dispersal of parts is to be prevented.

### **5.5.12 Spinner and hub**

Depending on the size of the hub, it is either broken down on site or else transported away as a whole and subsequently broken down at a specialised waste management company. Specifications on breaking down (torch-cutting) are given in 5.5.15, spinners made of GFRPs are to be dealt with in the same way as rotor blades, see 5.5.11.

### **5.5.13 Nacelle**

It is to be checked which operating substances are present in gears, cooling systems and switchgears (inert gases), vibration dampers and similar, for example, if the documentation does not state this. Proper disassembly and disposal is to be ensured.

Subsequently, the nacelle is transported away to a specialised waste management company as a whole if applicable or, alternatively, it is broken down into smaller parts at the site of the wind turbine. In this case, the generator is removed and transported to an initial treatment facility and, if present, the gearbox is removed and transported to an approved specialised waste management company.

Any existing housings made of GFRPs are to be dealt with in the same way as rotor blades, see 5.5.11.

### **5.5.14 Tower and fittings**

Fittings such as lifts, tensioned strands and electrotechnical fittings are first identified and their removal is carried out.

It is to be checked which operating substances are present in cooling systems, switchgears (inert gases) and vibration dampers, for example, if the documentation does not state this. Proper disassembly and disposal is to be ensured.

Subsequently, components are separated on site and transported away to a specialised waste management company.

### **5.5.15 Tubular steel tower and lattice mast**

Tubular steel towers, segments of these towers and lattice masts are dismantled and disassembled by mechanically breaking down segments, if necessary by means of collapse blasting or folding blasting. When torch-cutting and/or cutting these components at the wind turbine site into parts capable of being transported, it is to be ensured that the soil and surroundings are protected against torch-cutting slag and paint residues by placing steel sheeting on the ground. If coatings with hazardous contents are present, these are to be removed professionally beforehand. Fire protection is to be ensured.

### 5.5.16 Concrete tower

Concrete towers and segments of these towers are dismantled and disassembled by separating, lifting, pivoting and lowering of concrete parts onto the areas provided for this purpose and by mechanically breaking segments down into smaller parts. The demolition at the wind turbine site is carried out, for example, by means of large-scale equipment, sawing equipment, collapse blasting or folding blasting.

If pretensioned reinforcement using tensioned wire strands is present, particular attention is to be paid to this from a process engineering and occupational safety viewpoint.

If coatings with hazardous contents are present, these are to be removed professionally beforehand if necessary; an assessment is carried out on the basis of the result of contaminant assessments and the ETD.

### 5.5.17 Hybrid tower

5.5.14 and 5.5.15 are to be applied in the case of hybrid towers with steel and concrete segments.

### 5.5.18 Foundation

The foundation should be removed completely, including the sub-base layer. The foundation is dismantled after separating the topsoil that is present and exposing the foundation by means of conventional demolition or with the aid of blasting to loosen material. Subsequently, the foundation components are transported away. If coatings with hazardous contents are present, these are to be removed professionally beforehand if necessary; an assessment is carried out on the basis of the result of contaminant assessments and the ETD.

### 5.5.19 Transformer building and transfer station

The procedure for electric equipment or electrotechnical units is specified in 5.5.13 and 5.5.14.

The building is demolished in the conventional manner as specified in 5.5.18.

### 5.5.20 Buried cable systems

If dismantling of buried cable systems is required, these are to be dismantled in as minimally invasive a manner as possible. Particular attention is to be paid to existing supply and waste disposal lines of third parties (e.g. cable routes, gas and water pipes) and to drainage and habitats.

### 5.5.21 Closure of excavation pits

After dismantling of the foundation and the sub-base layer below it, the site is to be returned to its original state as much as possible, and at least to a close-to-nature state.

### 5.5.22 Dismantling of infrastructure

Depending on requirements, the infrastructure (here: crane platforms, routes, areas for setting up a building site and logistics areas) are to be dismantled step by step. The material that arises is to be classified in accordance with legal requirements. The site is to be restored in accordance with 5.5.21.

### 5.5.23 Transport

All materials that arise during dismantling are to be removed from the building site as soon as possible if re-use or recovery on site is not planned.

#### **5.5.24 Documentation of the working process**

The entire working process is to be documented. One possible approach is to keep a construction diary or weekly reports with corresponding photographic documentation.

#### **5.5.25 Documentation of the whereabouts of dismantled material**

The whereabouts of all masses that arise (materials for re-use, waste for recovery and waste for disposal) is to be documented by means of proofs of the whereabouts.

The requirements of the German Commercial Waste Ordinance (GewAbfV, de: Gewerbeabfallverordnung) shall be applied with regard to separation and documentation.

## **6 Re-use, recycling and recovery**

### **6.1 Prerequisites**

#### **6.1.1 Fundamentals**

The recovery measures for wind turbines follow on from dismantling and disassembly in technical terms. They may take place in parallel with the dismantling and disassembly work to a certain extent.

All activities relating to recycling, recovery and disposal, the associated transport processes and all documentation are components of this process.

When dismantling wind turbines, the highest-grade material recovery possible is to be targeted for all materials. The following priority list as per the waste hierarchy (see also the German Waste Management Act (KrWG), article 6 (1)) is to be taken into account here:

- a) preparation for re-use;
- b) recycling;
- c) other recovery, e.g. energy recovery;
- d) disposal.

Activities relating to recycling and recovery may be carried out at the site of the dismantled wind turbines or at a specialised waste management company.

Personnel deployed in the area of waste treatment and disposal shall be qualified and have received appropriate instruction for the relevant tasks. The provision of this instruction shall be documented.

The machinery and equipment used for activities relating to further recycling and recovery shall be suitable for their relevant purpose.

#### **6.1.2 External technical documentation**

External technical documentation that is as accurate as possible on the material composition of the wind turbine to be dismantled or that has been dismantled shall be available in order to achieve high-grade recovery. This applies to all components, e.g.

- tower,
- nacelle,

- gearbox/generator,
- spinner/hub,
- rotor blades,
- cables in the tower,
- switchgears/transformers and other electrotechnical components,
- foundations,
- supply and waste disposal lines.

The following information is necessary:

- dimensions;
- masses, including partial masses, volumes;
- material compositions; alloys, where applicable; composition of composite materials, e.g. synthetic resin designations, fibre types, and type and location of use (e.g. location of CFRP belts, beams or inlays).

### 6.1.3 Contractual agreements

It should be clarified in advance in a contractual agreement whether and which certifications should be possessed as a minimum by the company that is to be engaged to carry out the processing, transport, recycling or disposal of dismantled materials from the wind turbine. In addition, specifications for the training of personnel (specialist and particular expertise, reliability) and for ensuring the suitability of the machinery and devices to be used, the organisation of work and specifications for occupational health and safety should be established. Proof of insurance for these works is to be provided by the commissioned specialised waste management company to the client for the dismantling project upon request.

## 6.2 Preparations

### 6.2.1 Specifications for re-use

Once a decision to dismantle has been taken, the operator and/or project developer should specify which parts of the wind turbine can be used as replacement parts if necessary. Storage of parts or use by third parties is to be documented and this documentation is to be given to the operator and/or project developer (client) as proof of whereabouts.

Parts that are not re-used can or shall be treated as waste. They are to be classified using waste codes as per AVV (see 6.2.2).

6.2.2 Classification using waste codes as per AVV

The following waste fractions as per Table 1 can occur when dismantling wind turbines.

Table 1 — Waste fractions when dismantling wind turbines

Component of wind turbine	Waste code and waste designation as per AVV
Tower	Steel: 17 04 05 Concrete: 17 01 01
Nacelle and components	Steel/ferrous metals: 17 04 05 Plastics/plastic-composite materials: 17 02 03 Mixed materials: 17 09 04
Hazardous liquids	Oils: 13 01 10*, 13 02 04*, 13 02 05*, 13 02 08*, 13 08 01 Others: 13 01 10* Insulating and heat transfer oils: 13 03 07*, 13 03 08*, 13 03 10*
Generator/transformers	16 02 14, 16 02 13*
Batteries	16 06 01* (lead), 16 06 02* (NiCd), 16 06 03* (mercury), 16 06 04 (alkali), 16 06 05 other
Gearbox	17 04 05/17 04 07
Spinner/hub	Steel/ferrous metals: 17 04 05 Plastics/plastic-composite materials: 17 02 03 Mixed materials: 17 09 04
Rotor blades	17 02 03, 17 09 04, 10 11 03
Cables in the tower	17 04 11
Switchgears, transformer, other electrotechnical components	16 02 14, 16 02 13*
Foundation/concrete fraction	17 01 01
Foundation/reinforcement steel	17 04 05/19 12 02
Routes/crane platforms	17 01 07
<b>Key</b>	
* As hazardous waste classified waste fractions.	

Special disposal methods and processes (electronic validation processes) exist for hazardous waste. These shall ensure safe and environmentally compatible destruction of the pollutants contained in this waste.

6.3 Implementation

The various components of the wind turbine shall first be physically separated if this is technically feasible and economically reasonable.

The materials shall be separated by type as much as possible for further recovery. The requirements relating to the waste hierarchy as per 6.1.1 are to be observed. The requirements of the GewAbfV shall be applied with regard to separation and documentation.

The following processes are regarded as beneficial here in the context of high-grade recovery:

#### a) Rotor blades

Recovery of GFRP parts is carried out in accordance with current state-of-the-art practice. Material and energy recovery is carried out after a multi-stage size-reduction process (using cross-flow shredders, for example) in a cement works or for energy purposes as a substitute fuel.

Recovery of CFRP parts is carried out in suitable recycling equipment. Pyrolysis with subsequent use of the recovered secondary fibres is to be regarded as current state-of-the-art practice in this regard. Manufacturing of semi-finished products is also possible, although not yet widespread.

Disposal in municipal waste incineration plants that are available for municipal, commercial and construction waste and/or for sorting leftovers from waste treatment of these materials are generally not suitable for the amounts of GFRP and CFRP from rotor blades.

Annex B provides an overview of the current state of research and development in this area.

#### b) Spinner/hub

These are broken down into individual components. Recovery of GFRP parts is carried out in a cement works or else using equivalent processes as a minimum, see also item a). Recovery of metal parts is carried out in the metal industry.

#### c) Nacelle

These are broken down into individual components. Recovery of GFRP parts is carried out in a cement works or else using equivalent processes as a minimum, see also item a). Recovery of metal parts is carried out in the metal industry.

The generator is broken down at a specialised waste management company for electrical scrap, after which proper recovery takes place. Magnets made of rare earths that are possibly present should be separated and proper recovery should be carried out at appropriate specialised waste management company. These permanent magnets, made for example of compounds containing neodymium, dysprosium or terbium (rare earths), are contained in synchronous generators in gearless turbines in particular.

If a gearbox is present, it is broken down and recovered at a specialised waste management company for scrap metal. Operating substances are removed beforehand, see 5.5.13.

The inert gas sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>) that is possibly present in switchgears shall not escape into the environment during breaking down. It is to be vacuumed up and re-used.

#### d) Tower

Installation components such as lifts, tension cables or electrotechnical installation components are transported away after they have been separated on site. After being separated, electrotechnical components are to be sent to an initial treatment facility in accordance with the German Electrical and Electronic Equipment Act (ElektroG). Proper recovery is carried out at a specialised waste management company.

In the case of a tubular steel tower and lattice mast, recovery is carried out after breaking down and, if necessary, separation of hazardous components in the steel industry.

Broken down concrete towers can be recovered as recycled construction materials in the construction of access routes and/or as recycled concrete, for example; recovery of reinforcement steel is carried out in the steel industry.

Combinations of the above-mentioned processes are used in the case of hybrid towers made of steel and concrete.

Other materials such as timber are used only in very rare cases.

**e) Foundation**

Ideally, foundation materials, generally concrete, are recycled on site for re-use for follow-on measures, for example as recycled rubble in the construction of access routes or as other recycled construction materials and/or recycled concrete. Recovery of reinforced steel is carried out in the steel industry.

Materials that arise during dismantling are to be removed from the building site as soon as possible after the end of breaking down work.

**6.4 Final documentation**

The entire working process is to be documented by the contractor on site. One possible approach is to keep a construction diary with corresponding photographic documentation.

Recycling and disposal are to be documented using the following documents as a minimum:

- photographic documentation of breaking down;
- proofs of whereabouts;
- weighing certificates;
- delivery notes;
- electronic validation processes for hazardous waste.

## Annex A (informative)

### Overview of official permits

This annex provides an overview of the most important permits that may be necessary for the dismantling and disassembly of wind turbines. These are specific to each federal state. In the case of uncertainties, the relevant building supervisory office should be consulted.

**WARNING — The information provided here is without guarantee and serves merely as an initial orientation aid. DIN and the initiators and authors of this DIN SPEC accept no liability for its correctness, completeness and up-to-dateness.**

**Table A.1 — Required building permits for German federal states**

Federal state	Required building permit
Baden-Württemberg	No permit required, but notification procedure, article 51 (3) of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 51 (4) of State Construction Regulations (BauO). In response to an application by the project developer, a construction permit procedure can be conducted, article 51 (5) of State Construction Regulations (BauO).  The requirements of the notification and/or construction permit procedure are to be observed.
Bavaria	No permit required, notification of removal is to be provided to the municipality and building supervisory office at least one month in advance, article 57 (5) sentence 2 of State Construction Regulations (BauO). Notification of the start of demolition works must be provided, article 57 (5) sentence 5 in conjunction with article 68 (5) no. 3 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 55 (2) of State Construction Regulations (BauO).
Berlin	No permit required, notification of removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance, article 61 (3) sentence 2 of State Construction Regulations (BauO). Notification of the start of demolition works must be provided, article 72 (1) of State Construction Regulations (BauO) in conjunction with article 61 (3) sentence 6 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 59 (2) of State Construction Regulations (BauO).
Brandenburg	No permit required, notification of removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance, article 6 of Brandenburg Construction Documentation Regulations (BbgBauVorIV). The public regulations based on the relevant laws are to be observed (nature conservation, species protection etc.).
Bremen	Notification procedure; notification is to be provided to the building supervisory office at least one month before the start of works. Work can be started after the expiry of one month after receipt of complete notification if the building supervisory office or municipality do not demand that a construction permit procedure is conducted, article 61 (3) sentences 2 and 3, article 62 (4) of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed, article 59 (2) of State Construction Regulations (BauO).
Hamburg	No procedure necessary, article 60 in conjunction with Annex 2 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations based on the relevant laws are to be observed (nature conservation, species protection etc.).
Hessen	Formal construction permit procedure, article 66 sentences 1 and 2 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed, article 62 (2) of State Construction Regulations (BauO).

Federal state	Required building permit
Lower Saxony	No permit required, but there is an obligation to provide notification of removal, article 60 (3) sentence 1 of State Construction Regulations (BauO). Demolition may start one month after acknowledgement of receipt by the building supervisory office at the earliest, article 60 (3) sentence 5 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations based on the relevant laws are to be observed (nature conservation, species protection etc.). Public construction law is to be observed, article 59 (3) of State Construction Regulations (BauO).
Mecklenburg-Western Pomerania	No permit required, notification of removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance, article 61 (3) sentence 2 of State Construction Regulations (BauO). Notification of the start of demolition works must be provided, article 72 (7) no. 2 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 59 (3) of State Construction Regulations (BauO).
North Rhine-Westphalia	No permit required, but there is an obligation to provide notification of removal, article 62 (3) sentence 1 of State Construction Regulations (BauO). Demolition may start one month after acknowledgement of receipt by the building supervisory office at the earliest, article 62 (3) sentence 5 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 60 (2) of State Construction Regulations (BauO).
Rhineland-Palatinate	No permit required, article 62 (2) no. 6 a) in conjunction with (1) no. 4 f) of State Construction Regulations (BauO). Otherwise the turbines require a permit, article 61 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 59 (1) of State Construction Regulations (BauO).
Saarland	No permit required, article 61 (4) no.1 in conjunction with (1) of State Construction Regulations (BauO). Notification of removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance, article 61 (4) sentence 2 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 60 (2) of State Construction Regulations (BauO).
Saxony	Notification of intended removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance. The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 59 (2) of State Construction Regulations (BauO).
Saxony-Anhalt	No permit required as per article 60 (3) no.1 in conjunction with (1) no.3 b) of State Construction Regulations (BauO). Notification of removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance, article 60 (3) sentence 2 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 58 (2) of State Construction Regulations (BauO).
Schleswig-Holstein	No permit required, article 63 (3) no. 1 in conjunction with (1) no. 3 c) of State Construction Regulations (BauO). Otherwise a permit is required as per article 62 (1) of State Construction Regulations (BauO). Notification of removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance, article 63 (3) sentence 2 of State Construction Regulations (BauO). Construction work may only be started when the building supervisory office has notification of commencement of construction, article 73 (6) sentence 1 no. 3) of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 53 and article 59 (1) of State Construction Regulations (BauO).
Thuringia	No permit required, article 60 (3) no. 1 in conjunction with (1) no. 3 c) of State Construction Regulations (BauO). Notification of removal is to be provided to the building supervisory office at least one month in advance, article 60 (3) sentence 2 of State Construction Regulations (BauO). The public regulations are to be observed (nature conservation, species protection etc.), article 59 (2) of State Construction Regulations (BauO).

There is a federal obligation to provide notification of blasting as part of a demolition measure as per the Third Ordinance to the Explosives Act (SprengV 3, de: 3. Sprengverordnung) [7].

Among the public regulations to be observed, the following permits should be obtained from the relevant authorities if removal could affect the following areas:

**Office of Construction Regulations and Preservation of Historical Structures, Department of Preservation of Historical Structures:**

Permit under regulations for the preservation of historical structures for the dismantling and disassembly of wind turbines due to changes in the surroundings of cultural monuments

The surroundings of a cultural monument are also the subject of the preservation of historical structures if they are of extreme importance for the preservation or appearance of the monument (see Table A.2).

**Table A.2 — Required building permits for preservation of historical structures for German federal states**

Federal state	Required permit
Baden-Württemberg	Removal in the surroundings of a natural historical monument requires permission in accordance with article 15 (3) of the State Preservation of Historical Structures Act.
Bavaria	Authorisation required in accordance with article 6 (1) sentence 2 and article 7 (4) of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG, de: Denkmalschutzgesetz).
Berlin	Permission required in accordance with article 11 (2) of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
Brandenburg	Authorisation required in accordance with article 9 (1) no. 4 of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
Bremen	Permission required in accordance with article 10 (1) no. 3 of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
Hamburg	Permission required in accordance with article 8 of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG) if the unique character and appearance of the monument is affected by the removal.
Hessen	Permission required in accordance with article 18 (2) of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
Lower Saxony	Permission required in accordance with article 10 (1) no. 4 of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
Mecklenburg-Western Pomerania	Permission required in accordance with article 7 (1) no. 2 of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
North Rhine-Westphalia	Authorisation required in accordance with article 9 (1 b) of the State Preservation of Historical Structures Act.
Rhineland-Palatinate	Permission required in accordance with article 13 (1) sentence 3 of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
Saarland	Permission required in accordance with article 6 (2) of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).
Saxony	In accordance with article 12 (2) of the Preservation of Historical Structures Act of the state of Saxony, the erection, alteration and removal of built structures or garden or landscaped facilities in the surroundings of a cultural monument requires permission under regulations for the preservation of historical structures or consent for a building permit if these structures/facilities are of extreme importance for the appearance of the monument.

Federal state	Required permit
Saxony-Anhalt	In accordance with article 14 (1) no. 3 of the State Preservation of Historical Structures Act.
Schleswig-Holstein	In accordance with article 12 (2) of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG), permission from the high authority for the preservation of historical structures is required for measures at historical sites and in their surroundings if the measures are capable of affecting the historical sites.
Thuringia	Authorisation required in accordance with article 13 (1) no.2 of the State Preservation of Historical Structures Act (DSchG).

**Transport and Civil Engineering Office:**

Road Acts of the federal states (LStrG, de: Straßengesetz der Länder):

In this context, the permit processes in accordance with the road acts of the federal states are to be taken into account in relation to the special use of roads. This also includes the erection of a building site on roads for the purposes of removing wind turbines.

**Office of Environmental Protection (de: Amt für Umweltschutz):**

Waste, soil protection and nature conservation law:

- Act on Protection against Harmful Soil Changes and Remediation of Contaminated Sites (Federal Soil Protection Act — de: Bundes-Bodenschutzgesetz — BBodSchG);
- German Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance (de: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung — BBodSchV);
- Waste Shipment Act (de: Abfallverbringungsgesetz — AbfVerbrG);
- Recycling and Waste Act (de: Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz — KrW-/AbfG); Recycling Act (de: Kreislaufwirtschaftsgesetz — KrWG);
- Waste Framework Directive (Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018);
- Disposal Records Ordinance (de: Nachweisverordnung — NachwV);
- Federal/State Working Group on Waste (de: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall — LAGA);
- Waste Management and Soil Protection Act of the federal states (de: Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz der Länder — ABG);
- Waste Wood Ordinance (de: Altholzverordnung — AltholzV);
- Act on Nature Conservation and Landscape Conservation (Federal Nature Conservation Act — de: Bundesnaturschutzgesetz — BNatSchG);
- Act on Nature Conservation and Landscape Conservation of the federal states (Nature Conservation Act — de: Naturschutzgesetz — NatSchG);
- Ordinance on the Conservation of Wild Fauna and Flora Species (Federal Ordinance on the Conservation of Species — de: Bundesartenschutzverordnung — BArtSchV);

- Council Directive 79/409/EEC on the conservation of wild birds, the so-called Birds Directive;
- Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora, the so-called Habitats Directive.

Immission protection law:

- General Administrative Regulation on Protection against Construction Noise Immissions;
- 32nd Ordinance on the Implementation of the Federal Immission Control Act-Equipment and Machinery Noise Protection Ordinance (de: 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes-Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung — 32. BImSchV);
- Federal Immission Control Act: in particular, the required notification of termination of operations in article 15 (3) of the Federal Immission Control Act (de: Bundes-Immissionsschutzgesetz — BImSchG) with adherence to the obligations contained in article 5 (3) no. 3 of the Federal Immission Control Act (BImSchG).

Water law:

- Water Acts of the federal states (de: Wassergesetz der Länder — LWG);
- Water Resources Act (de: Wasserhaushaltsgesetz — WHG).

Aviation (obstruction lighting):

For disassembly cranes with a height of 100 m or greater: obligation to provide obstruction lighting; results from article 16a of the Air Traffic Act (LuftVG) in conjunction with AVV marking.

## **Annex B** **(informative)**

### **Research and development on the recovery of rotor blades**

Research and development is being conducted on various processes for the recovery of both GFRP and CFRP fractions. One possible recovery approach is the separation of fibre materials from matrix fractions. These processes can be divided into mechanical and chemical processes, for example.

Fibre-plastic-composite parts (FPC) that are still very large in certain cases first shall be reduced in size as a preliminary measure for mechanical separation processes. Various processes such as sawing or shredding are used here. The chips that are produced can be further decomposed using a cross-flow shredder, for example, in a subsequent process step. In this case, the strong composite is broken up using collision and impact loads, and a loose mixture of fibres, resin residues and other substances is produced. These substances can be separated with the aid of sieving or flotation processes and recovered in various recycled products. The isolated fibres can be used in new FPC components (recycled composites) or short fibre-reinforced concrete components, for example. Filler materials for other plastics can be produced from the resin residues or else chemical recycling of these residues can be aimed for. As the reinforcement fibres are shortened significantly in these processes, they can no longer be used for components subject to high loads.

Some chemical separation processes are based on the principle of solvolysis. In this process, molecular bonds in the synthetic resin matrix are dissolved out of the FPC component with the aid of special recycling agents. After subsequent washing out of the matrix residues, the reinforcement fibres remain in approximately their original length and quality. As a result of the preservation of these properties, these fibres can be used in components that are subject to higher loads. The short-chain molecules (oligomers) can be recovered from the dissolved synthetic resin components and re-used in recycled form as foam or as constituents of synthetic resin in new components. In this way, a new, closed raw material cycle can be established with regard to synthetic resin components. However, the use of this process is strongly dependent on the type of synthetic resin and has only been demonstrated for certain classes of resin on a laboratory scale up to now. This process is applicable to both glass-fibre-reinforced and carbon-fibre-reinforced plastics.

Pyrolysis is a thermochemical separation process. In this process, organic compounds in a matrix material are broken up at high temperatures and, where applicable, in the absence of oxygen. This decomposes the synthetic resin matrix and separates it from the reinforcement fibres. In this case too, the fibres can be recovered from components in approximately unchanged lengths. However, a small reduction in the cross-section has been observed as a consequence of treatment, which means that the number of times they can be re-used is limited.

Additional processes to be researched for CFRP components include metallurgical processes, recovery in electric arc furnaces in steelworks and in calcium carbide production, and electrodynamic fragmentation.

## Bibliography

- [1] EEG, *Act to fundamentally reform the German Renewable Energy Sources Act and amend other provisions of the Energy Industry Act (Article 1 Act for the expansion of renewable energy sources (Renewable Energy Sources Act — EEG 2014))*
- [2] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2015-10, *Operation of electrical installations — Part 100: General requirements*
- [3] DIN EN IEC 61936-1 (VDE 0101-1):2019-07, *Power installations exceeding 1 kV AC and 1,5 kV DC — Part 1: AC (IEC 99/226/CD:2019); Text in German and English*
- [4] DIN 8591, *Manufacturing processes disassembling — Classification, subdivision, definitions*
- [5] Brandenburg state guide on the demolition of buildings, available at [https://mluk.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/Leitfaden\\_selektiver\\_Rueckbau.pdf](https://mluk.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/Leitfaden_selektiver_Rueckbau.pdf)
- [6] Accompanying documents from RDR Wind e. V.<sup>1</sup> on DIN SPEC 4866 [available at: <https://www.rdrwind.de/>]
- [7] SprengV 3, *Third Ordinance to the Explosives Act (3. SprengV)*<sup>2</sup>
- [8] KrWG, *Kreislaufwirtschaftsgesetz*<sup>2</sup>
- [9] DSchG, *Denkmalschutzgesetz*<sup>2</sup>
- [10] BBodSchG, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten*<sup>2</sup>
- [11] BBodSchV, *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung*<sup>2</sup>
- [12] AbfVerbrG, *Abfallverbringungsgesetz*<sup>2</sup>
- [13] AbfG, *Abfallgesetz*<sup>2</sup>
- [14] Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018)<sup>2</sup>
- [15] NachwV, *Nachweisverordnung*<sup>2</sup>
- [16] ABG, *Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz der Länder*<sup>2</sup>
- [17] AltholzV, *Altholzverordnung*<sup>2</sup>

---

1 RDR Wind e. V.  
Hollerithallee 6  
30419 Hannover  
Email: [info@rdrwind.de](mailto:info@rdrwind.de)  
Internet: <https://www.rdrwind.de/>

2 Found in the DITR database of DIN Software GmbH; available from: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)).

- [18] BNatSchG (Bundesnaturschutzgesetz), Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege<sup>2</sup>
- [19] BArtSchV (Bundesartenschutzverordnung), Verordnung zum Schutz wildlebender Tiere- und Pflanzenarten<sup>2</sup>
- [20] Richtlinie 79/409/EWG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten<sup>2</sup>
- [21] Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen<sup>2</sup>
- [22] 32. BImSchV, 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes-Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung<sup>2</sup>
- [23] BImSchG, Bundes-Immissionsschutzgesetz<sup>2</sup>
- [24] LWG , Wassergesetz der Länder<sup>2</sup>
- [25] WHG, Wasserhaushaltsgesetz<sup>2</sup>