



# Rückbau und Recycling WEA – Worauf ist zu achten?

Rechtsanwalt und Fachanwalt Dr. Jan Thiele  
Rechtsanwältin Izabela Bochno



## Spezialisiert. Fokussiert. Engagiert.

- Bundesweit im Verwaltungs- und Verfassungsrecht tätig
- Beratung von privaten Unternehmen, Verbänden und Kammern, Landesregierungen, Landkreisen, Gemeinden und Zweckverbände
- Enge Verbindung zur Rechtswissenschaft, z. B. Wahrnehmung von Lehraufträgen
- Herausgeberschaften: KommJur, LKV

# Schwerpunkte

## Staat und Verwaltung

Schutz der Grundrechte, kommunale Selbstverwaltung, staatliche Beihilfen, Finanzierung öffentlicher Einrichtungen und Aufgaben

## Datenschutz und Informationszugang

Umsetzung datenschutzrechtlicher Vorgaben des EU-, Bundes- und Landesrechts, Umweltinformationen, Akteneinsicht, Umgang mit anvertrauten Informationen und personenbezogenen Daten

## Öffentliche Aufträge und Vergabe

Planung, Vergabe und Abwicklung öffentlicher Aufträge, Fördermittel und Zuwendungsbescheide

## Öffentlicher Dienst

Organisationsverantwortung und Fürsorge öffentlicher Dienstherren und Arbeitgeber, Dienstfähigkeit und Ruhestand, Disziplinarverfahren und Compliance, Besoldungs- und Versorgungsfragen

## Wissenschaft

Hochschulleitung und Aufsicht, Selbstverwaltung, Lehrorganisation, wissenschaftliche Redlichkeit, Finanzierung und Mittelverteilung, Drittmittelforschung, Nebentätigkeiten, Kooperationen, Wissenstransfer, Tierversuche, Anerkennung von nichtstaatlichen Hochschulen

## Planen und Bauen

Regionalpläne, gemeindliche Bauleitplanung und Fachplanung, Hochspannungsleitungen, Rohstoffabbau, Straßen, Schienennetze, Wasserwege, Hafenanlagen), Denkmalschutz und städtebauliche Sanierungsmaßnahmen

## Erneuerbare Energien

Kraft-Wärme-Kopplung, Anlagenzulassung, Strom-einspeisung, Mieterstrommodelle, Zulassung von Energieversorgungs- und Energieerzeugungsanlagen

## Umwelt und Klimaschutz

Abfallwirtschaft und Bodenschutz, Natur- und Immissionsschutz, Wasser- und Ressourcennutzung, Luftreinhaltung, Industrieanlagen, Landwirtschaft und Forstwirtschaft

## Gesundheit

Planung, Kommunalisierung oder Privatisierung von Krankenhäusern, Gesundheitsberufe, Zulassung von Arzneimitteln

## Kita und Schule

Kommunale und freie Kita-Träger, Mustersatzungen, Entgeltsatzungen, Betreiberverträge, Planung neuer Kita-Einrichtungen, Genehmigung und Anerkennung von freien Schulen, Schulverträge und Schulgeld

## Beruf und Gewerbe

Staatliche und berufsbezogene Prüfungen, Berufszulassung und Berufsordnung, regulierte Berufe, Arbeitsschutz, Sonntagsarbeit

# Überblick

- Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von Windenergieanlagen
- Entsorgung und Recycling von Windenergieanlagen
- Besonderheit: Umgang mit Entsorgung von Rotorblättern

Förderung ausgelaufen

# Mehr als 400 Windkraftanlagen werden in Brandenburg stillgelegt

Di 07.09.21 | 21:06 Uhr

96

www.agrarheute.de

## Windräder: Rückbau bringt Riesenprobleme



© Adobestock



## Riesige Mengen Sondermüll?



Die bei einem Rückbau anfallenden Mengen an Beton und Stahl sind gigantisch. Das UBA rechnet mit bis zu 5,5 Millionen Tonnen Beton und einer Million Tonnen Stahl - jährlich. Dennoch geht man davon aus, dass die Recyclingkapazitäten in Deutschland eigentlich ausreichen, um diese gewaltigen Massen zu bewältigen.



oonar.com/Maurice Tricatelle

urg in Betrieb  
ing lohnen sie sich

# 1.

## **Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von Windenergieanlagen**

## Ausgangslage § 6 BImSchG

*„Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn*

- 1. sichergestellt ist, dass die sich aus § 5 und einer auf Grund des § 7 erlassenen Rechtsverordnung ergebenden Pflichten erfüllt werden, und*
  - 2. andere öffentlich-rechtliche Vorschriften und Belange des Arbeitsschutzes der Errichtung und dem Betrieb der Anlage nicht entgegenstehen.“*
- **Genehmigungen** sind i.d.R. **unbefristet**  
(Umkehrschluss aus § 12 Abs. 2 BImSchG =>  
„Genehmigung kann befristet erteilt werden...“)

## § 18 BImSchG

*„(1) Die Genehmigung erlischt, wenn*

- 1. innerhalb einer von der Genehmigungsbehörde gesetzten angemessenen Frist nicht mit der Errichtung oder dem Betrieb der Anlage begonnen oder*
- 2. eine Anlage während eines Zeitraums von mehr als drei Jahren nicht mehr betrieben worden ist.*

*(2) Die Genehmigung erlischt ferner, soweit das Genehmigungserfordernis aufgehoben wird.*

*(3) Die Genehmigungsbehörde kann auf Antrag die Fristen nach Absatz 1 aus wichtigem Grunde verlängern, wenn hierdurch der Zweck des Gesetzes nicht gefährdet wird.“*



# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

- Rückbauverpflichtung richtet sich nach Rechtsgrundlage und Zeitpunkt der Genehmigung
  - Baugenehmigung gem. LBO bei einer Gesamthöhe der WEA von bis zu 50 m
  - immissionsschutzrechtliche Genehmigung bei einer Gesamthöhe der WEA von mehr als 50 m
  - Nebenbestimmung zur Baugenehmigung/ immissionsschutzrechtlichen Genehmigung

## Beispiele (1)

2. Vor der Fundamentgründung für die WEA ist für die Sicherung der Rückbauverpflichtung nach § 35 Abs. 5 BauGB eine Sicherheitsleistung in Form einer selbstschuldnerischen Bürgschaft einer deutschen Großbank oder öffentlichen Sparkasse beizubringen. In der Bürgschaft ist sicherzustellen, dass die bürgende Bank den Bürgschaftsbetrag auf erstes Anfordern an den Kreis Recklinghausen als Genehmigungsbehörde zahlt und auf die Einreden der Anrechnung, der Aufrechnung und der Vorausklage verzichtet (§§ 770, 771 BGB). Die Sicherheitsleistung wird auf 168.155,00 € festgesetzt.
  
- 6.2 Im Rahmen der Stilllegung der Windenergieanlage ist der unteren Abfallwirtschaftsbehörde vor der Schadstoffentfrachtung und dem Rückbau der Anlage ein Rückbau- und Entsorgungskonzept zur Prüfung und Freigabe vorzulegen.

## Beispiel (2)

- 5.3 Nach Stilllegung der Anlage ist der Standort nach geltendem Recht zurückzubauen. Die anfallenden Abfälle sind einer geordneten Entsorgung zuzuführen (verwerten bzw. beseitigen). Auf Verlangen der zuständigen Behörde sind die Belege der Entsorgung vorzulegen.

Nach § 72 Abs. 2 der BbgBO ist eine Genehmigung für Vorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 2 bis 6 BauGB erst zu erteilen, wenn der Bauaufsichtsbehörde die Verpflichtungserklärung zum Rückbau vorliegt und ihr für die Einhaltung der Rückbauverpflichtung eine Sicherheit in Höhe der Kosten der Beseitigung der baulichen Anlage oder gleichwertige Sicherheit geleistet ist. Die Voraussetzungen zur Erfüllung dieser Forderung können erst nach Erteilung der Genehmigung erwirkt werden. Unter Bezugnahme auf den Erlass 24/01.06 des MIR vom 28. März 2006 i. V. m. § 12 Abs. 1 BImSchG nutzen wir das uns eingeräumte Ermessen, den Zeitpunkt der Hinterlegung der Sicherheitsleistung gesondert zu regeln und erteilen die Genehmigung unter der Bedingung, dass der uBAB des LK O-S vor dem Beginn der Bauarbeiten eine Sicherheit in Form einer Bankbürgschaft für die Rückbaukosten der genehmigten WKA in Höhe von 139.000,00 Euro erbracht wird, bevor die Genehmigung in Anspruch genommen werden darf (NB VI. 3.1). Die Verpflichtungserklärung zum Rückbau der Anlage nach dauerhafter Betriebseinstellung nach § 35 Abs. 5 BauGB liegt dem Antrag bei.

# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

## Immissionsschutzrechtlich genehmigte WEA

In der Stilllegungsphase gilt die **Betreiberpflicht** aus § 5 Abs. 3 Nr. 2 und 3 BImSchG:

*„Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten, zu betreiben und stillzulegen, dass auch nach einer Betriebseinstellung (...)*

*2. vorhandene Abfälle ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt werden und*

*3. die Wiederherstellung eines ordnungsgemäßen Zustandes des Anlagengrundstückes gewährleistet ist.*

# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

- Grundsätzlich **Rückbauanzeige** für den Rückbau und die Demontage von WEA ausreichend
- Vereinzelt **Baugenehmigung** für den Rückbau erforderlich  
z.B. in Hessen nach § 62 Abs. 1 Satz 1 HBO:

*„Die Errichtung, Aufstellung, Anbringung und Änderung, die Nutzungsänderung, der Abbruch und die Beseitigung von Anlagen oder von Teilen bedürfen der Baugenehmigung, (...)“*

- Durchsetzung mittels **Beseitigungsanordnung** nach den LBO

# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

**Rückbauverpflichtung** für WEA im Außenbereich § 35 Abs. 5 Satz 2 und 3 BauGB (seit 2004):

*„Für Vorhaben nach Absatz 1 Nummer 2 bis 6 ist als weitere Zulässigkeitsvoraussetzung eine Verpflichtungserklärung abzugeben, das Vorhaben nach **dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung zurückzubauen und Bodenversiegelungen zu beseitigen;**“*

*„Die Baugenehmigungsbehörde soll durch nach Landesrecht vorgesehene Baulast oder in anderer Weise die Einhaltung Verpflichtung nach Satz 2 sowie nach Absatz 4 Satz 1 Nr. 1 Buchstabe g sicherstellen.“*

# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

## § 35 Abs. 5 Satz 2 und 3 BauGB: Selbstverpflichtungserklärung zum Rückbau nach Betriebsaufgabe

- Genehmigungsvoraussetzung nur für WEA im **Außenbereich**
- für vor 20.07.2004 genehmigte Anlagen findet § 35 Abs. 5 Satz 2 und 3 BauGB keine Anwendung → ggf. fachrechtliche Ermächtigungsgrundlage zur Rückbauanordnung
- Die Genehmigungs- oder Zulassungsbehörde stellt durch geeignete Nebenbestimmungen im Bescheid die ordnungsgemäße Erfüllung der Rückbauverpflichtung sicher

## Umfang der Rückbaupflicht nach § 35 Abs. 5 Satz 2 und 3 BauGB

- Rückbauverpflichtung betrifft alle Hoch- und Tiefbauten (**einschließlich der vollständigen Fundamente**), die der Anlage dienende Infrastruktur, die Kabeltrasse, Flächen- und Wegebefestigungen und sonstige versiegelte Flächen

VGH Hessen, Beschluss vom 12.01.2005, Az.: 3 UZ 2619/03:

*„Um die Beeinträchtigung beim Landschaftsbild und im Funktionszusammenhang beim Schutzgut Boden rückgängig zu machen, ist nicht nur der Ausbau des oberirdischen Teils der Windkraftanlage geboten, sondern auch die Entfernung des Betonfundaments.“*

- Weitere Vorgaben in **Windenergieerlassen** der Bundesländer



## Umfang des Rückbaus

- Grds. Rückbau der gesamten Windenergieanlage mit Fundament, Zuwegung und Kabel sowie die Beseitigung der Bodenversiegelungen (so z. B. WEA-Erlass Niedersachsen S. 197 f.)
- im Einzelfall weniger strikt wegen Grundsatz der Verhältnismäßigkeit → in Einzelfällen auch nur Teilrückbau, z. B. wenn mit Rückbau schwerwiegende Verletzung anderer Rechtsgüter
  - Pfahlgründung führt zur Grundwasserverunreinigung
  - Faktische Unmöglichkeit des Rückbaus

# Sicherstellung des Rückbaus

- Grundbuchrechtliche Sicherung der Rückbaupflicht durch Baulast oder beschränkt persönliche Dienstbarkeit
- Sicherung der Kosten durch Bürgschaften oder Hinterlegung
- Die Sicherung muss den vollständigen Rückbau abdecken
- Art und Höhe der Sicherheitsleistung liegt im Ermessen der Genehmigungsbehörde – bundeseinheitliche Berechnungsformel zur Höhe der Sicherheitsleistung fehlt

## Höhe der Sicherheitsleistung

Niedersachsen: Windenergie-Erlass, Ziff. 3.5.2.3

*„Die Sicherheitsleistung soll den Rückbau der WEA einschließlich des den Boden versiegelnden Fundaments am Ende der voraussichtlichen Lebensdauer der Anlage vollständig abdecken.*

*Die Höhe der Sicherheitsleistung ergibt sich in der Regel aus der Formel Nabhöhe der WEA [m] x 1000 [EUR/m] = Betrag der Sicherheitsleistung [EUR].*

*In begründeten Einzelfällen, d. h. bei Vorliegen außergewöhnlicher Konstellationen, kann eine abweichende Bemessung der Sicherheitsleistung vorgenommen werden.“*

## Rückbau in der Bauleitplanung/ öffentlich-rechtlicher Vertrag

- Rückbauverpflichtung gem. § 249 Abs. 2 BauGB durch Festsetzung in B-Plänen und Darstellung in FNP nach § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB
- Neuerrichtung von WEA wird vom Rückbau bestehender Anlagen abhängig gemacht
- Vereinbarung einer Rückbauverpflichtung im städtebaulichen Vertrag nach § 11 Abs. 1 Satz 2 BauGB

## Anforderungen beim Rückbau:

- Bei der Demontage gelten ganz unterschiedliche Anforderungen:
  - Baustellensicherung und der Qualifikation der Arbeiter
  - Rotorblätter, Turm und Gondel fachgerecht zerlegen
  - sicherstellen, dass keine schädlichen Stoffe in die Umwelt gelangen
  - bei der Entsorgung: Klarheit schaffen, welche Bestandteile der WEA sich wie verwerten lassen
  - Auftraggeber muss Rückbau dokumentieren und wissen, ob bzw. welche behördlichen Genehmigungen für den Rückbau in welchem Bundesland notwendig sind.

# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

Kein rechtlich vorgegebener Stand der Technik für den Rückbau von WEA am Standort vorhanden

umweltbezogene Rückbaustandards:

- UBA-Abschlussbericht Nr. 117/2019
- **DIN Spec 4866 „Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen“**

# Rückbauprozess von WEA

Die einzelnen Schritte:

- Vorbereitung Demontageprozess (Trennung vom Netz, Baustelleneinrichtung, Ablassen der Betriebsflüssigkeiten)
- Abnahme Rotorblätter, Nabe und Gondel
- Zerkleinerung der Rotorblätter vor Ort und Abtransport zur weiteren Verwertung
- Turmdemontage bzw. Turmabbruch
- Rückbau der Tiefbauten: Zerlegung Fundament, Rückbau von Kranstellflächen sowie weiteren befestigten Flächen; Rückbau der Kabeltrasse
- Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht

# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

- Branchenstandard für den nachhaltigen Rückbau, die Demontage, das Recycling sowie die Verwertung von Windenergieanlagen in der **DIN SPEC 4866** vom Juli 2020
- Rahmenbedingungen für den gesamten Rückbauprozess



# Rechtliche Anforderungen an den Rückbau von WEA

Die DIN SPEC 4866 beinhaltet:

- Empfehlungen, wie die Baustelle gesichert werden muss
- welche Qualifikationen die Arbeiter für den Rückbau benötigen
- wie Rotorblätter, Turm und Gondel zerlegt werden sollten
- welche Sicherheitsmaßnahmen notwendig sind, damit keine schädlichen Stoffe in die Umwelt gelangen
- welche Bestandteile der Windenergieanlage sich auf welche Weise verwerten lassen
- wie der Rückbau dokumentiert werden muss
- welche behördlichen Genehmigungen für den Rückbau in welchem Bundesland notwendig sind

# 2.

## **Entsorgung und Recycling von WEA-Bestandteilen**

# Entsorgung und Recycling von WEA-Teilen

## Rechtliche Grundlagen:

- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)
- Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) und MantelVO ab 2023
- Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)
- ElektroG, BattG, AltholzV, AltölV oder NachweisV

## Sonstige Leitlinien:

- UBA-Abschlussbericht Nr. 117/2019
- DIN Spec 4866
- LAGA-Abschlussbericht „Entsorgung faserhaltiger Abfälle“ vom Juli 2019
- LAGA M20

# Einführung in das Kreislaufwirtschaftsrecht

## Abfallbegriff in § 3 Abs. 1 KrWG

Abfälle im Sinne dieses Gesetzes sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.

- Bei WEA Zeitpunkt der dauerhaften Nutzungsaufgabe des Betreibers

# Entsorgung und Recycling von WEA-Teilen

## WEA-Bestandteile und verbaute Stoffe/Stoffgruppen

- Beton ca. 60-65 %
- Stahl ca. 30-35 %
- Faserverbundstoffe wie GFK und CFK
- Kupfer und Aluminium
- PVC
- Betriebsflüssigkeiten
- Bodenmaterial
- Schotter
- Elektrokomponenten

## Einführung in das Kreislaufwirtschaftsrecht

Entsorgungspflicht der beim Rückbau anfallenden Abfälle trifft den **Abfallerzeuger** (§ 3 Abs. 8 KrWG) sowie **Abfallbesitzer** (§ 3 Abs. 9 KrWG)

*„**Erzeuger** von Abfällen im Sinne dieses Gesetzes ist jede natürliche oder juristische Person,*

- 1. durch deren Tätigkeit Abfälle anfallen (Ersterzeuger) oder*
- 2. die Vorbehandlungen, Mischungen oder sonstige Behandlungen vornimmt, die eine Veränderung der Beschaffenheit oder der Zusammensetzung dieser Abfälle bewirken (Zweiterzeuger).“*

*„**Besitzer** von Abfällen im Sinne dieses Gesetzes ist jede natürliche oder juristische Person, die die tatsächliche Sachherrschaft über Abfälle hat.“*

## Exkurs: Abfallerzeugereigenschaft in Auftragsverhältnissen

„Löschwasser-Urteil“ des BVerwG vom 15.10.2014 (7 C 1.13)

*„Abfallerzeuger ist grundsätzlich derjenige, der als Inhaber der tatsächlichen Sachherrschaft die letzte Ursache für die Umwandlung einer Sache zu Abfall gesetzt hat. Ausnahmsweise kann aber auch eine andere, vorgelagert handelnde Person als Abfallerzeuger zu qualifizieren sein, wenn ihr Verhalten sich aufgrund besonderer Umstände bei wertender Betrachtung als wesentliche Ursache für die Abfallentstehung darstellt.“*

- Bei der Beauftragung mit dem Abriss baulicher Anlagen ist der Auftraggeber der Abfallerzeuger

# Einführung in das Kreislaufwirtschaftsrecht

## ➤ Verwertungspflicht aus § 7 KrWG

Pflicht der Abfallerzeuger und –besitzer zur **ordnungsgemäßen** und **schadlosen Verwertung** der Abfälle, soweit diese technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist (§ 7 Abs. 2, 3 und 4 KrWG)

## Definition in § 3 Abs. 23 KrWG

*„Verwertung im Sinne dieses Gesetzes ist jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis die Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder indem die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen.“*



# Einführung in das Kreislaufwirtschaftsrecht

## Definition Recycling gem. § 3 Abs. 25 KrWG

*„Recycling im Sinne dieses Gesetzes ist jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden; 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 Verfüllung bestimmt sind.“*

# Einführung in das Kreislaufwirtschaftsrecht

- Getrennthaltungspflicht aus § 9 KrWG i.V.m. § 8 GewAbfV

Pflicht zur Getrenntsammlung und Getrennthaltung der anfallenden Abfallfraktionen

- Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen richtet sich nach Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV)

# Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen

- Pflicht zur getrennten Sammlung, Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen aus § 8 GewAbfV
- Ausnahmen von der Getrennterfassung bestehen, soweit die getrennte Sammlung technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist (§ 8 Abs. 2 GewAbfV)
- Dokumentationspflicht aus § 8 Abs. 3 GewAbfV + Entsorgungsnachweise
- Beachtung der Abfallhierarchie aus §§ 6-8 KrWG bei Umsetzung der Pflichten

## § 8 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1-4 und Nr. 8 GewAbfV

Erzeuger und Besitzer von Bau- und Abbruchabfällen haben die folgenden Abfallfraktionen jeweils getrennt zu sammeln, zu befördern und nach Maßgabe des § 8 Absatz 1 und § 9 Absatz 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes vorrangig der Vorbereitung zur Wiederverwendung oder dem Recycling zuzuführen:

1. **Glas** (Abfallschlüssel 17 02 02),
2. **Kunststoff** (Abfallschlüssel 17 02 03),
3. **Metalle**, einschließlich Legierungen (Abfallschlüssel 17 04 01 bis 17 04 07 und 17 04 11),
4. **Holz** (Abfallschlüssel 17 02 01),
8. **Beton** (Abfallschlüssel 17 01 01)

# Einführung in das Kreislaufwirtschaftsrecht

## Abfallhierarchie aus § 6 Abs. 1 KrWG

Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallbewirtschaftung stehen in folgender Rangfolge:

1. Vermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,
3. Recycling,
4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung,
5. Beseitigung.

# Entsorgung der WEA-Teile aus dem Rückbau

## Betonaufbruch (AVV 17 01 01)

- Aufbereitung und Recycling zu Betonschutt in mobilen oder stationären Anlagen (am Ort der Abbrucharbeiten)
- hauptsächlich Weiterverwendung als Sekundärstoff im Straßenbau als Fundamentverfüllung

## Stahlschrott (AVV 16 01 17)

- Recycling durch Einschmelzung
- Weiterverwertung als Sekundärrohstoff

# Entsorgung der WEA-Teile aus dem Rückbau

## Kupfer und Aluminium (AVV 16 01 18)

- Kupfer- und Aluminiumrecycling durch Einschmelzen (metallurgisches Einschmelzverfahren bei Sortenreinheit)

## Betriebsflüssigkeiten (AVV 13 02 08)

- Insbesondere Altöl; Altölrecycling durch Aufbereiten und Raffinieren

# Besonderheit: Umgang mit Entsorgung von end-of-life Rotorblättern

## Zusammensetzung eines Rotorblatts

- Faserverstärkte Verbundwerkstoffe: Glasfaser- und Carbonfaserverstärkte Kunststoffe, Kohlefaser oder Aramid
- Polymermatrix: Duroplaste wie Epoxidharz, Polyester oder Thermoplaste
- Balsaholz oder PVC-Schaum
- Beschichtung
- Metalle: Kupferverdrathung und Stahlbolzen



# Entsorgung von Verbundabfällen (GFK/CFK)

- Vorbereitung zur Wiederverwendung
- Recycling
- Kombinierte energetisch-stoffliche Verwertung
- Energetische Verwertung
- Deponierung inzwischen unzulässig

## **Vorbereitung zur Wiederverwendung**

- Wiederverwendung demontierter Rotorblätter als Ersatzteile für defekte Bauteile im späteren Zeitpunkt
- Zwischenlagerung auf Freiflächen
- Problem: Abfalleigenschaft der Ersatzteile

## **Recycling**

- Noch kein etabliertes Recyclingverfahren auf dem deutschen Markt vorhanden wg. mangelnder Rentabilität
- Recyclingkosten übersteigen die Preise von Neufasern

# Energetisch-stoffliche Verwertung

## Pyrolyse

- Polymermatrix zerfällt in Pyrolysegase, die zur Energiegewinnung genutzt werden
- Glasfaser bleiben zurück
- Wirtschaftlichkeit nicht vorhanden

## Zementindustrie

- Materialangepasste Zerkleinerung
  - Einsatz von GFK als Ersatzbrennstoff
  - Feste Restbestandteile substituieren Kalkstein und Quarzsand im Zementklinker
- *Derzeit beste Recyclingoption von GFK Abfällen*

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## KONTAKT



Dr. Jan Thiele  
Tel. 0331 620 42 – 808  
E-Mail [jan.thiele@dombert.de](mailto:jan.thiele@dombert.de)



Izabela Bochno  
Tel. 0331 620 42 – 907  
E-Mail [izabela.bochno@dombert.de](mailto:izabela.bochno@dombert.de)



## POTSDAM

Campus Jungfernsee · Konrad-Zuse-Ring 12A · 14469 Potsdam  
Tel. 0331 62042-70 · Fax 0331 62042-71 · E-Mail [potsdam@dombert.de](mailto:potsdam@dombert.de)



## DÜSSELDORF

Design Offices Fürst & Friedrich · Fürstenwall 172 · 40217 Düsseldorf  
Tel. 0211 159239-0 · Fax 0211 159239-29 · E-Mail [duesseldorf@dombert.de](mailto:duesseldorf@dombert.de)