

# Recycling von Windenergieanlagen - öffentliche Debatte, aktuelle Situation und politische Herausforderung

Windenergietage 06. November Potsdam  
Wolf Stötzel - Bundesverband WindEnergie

# Mediale Debatte

Ausgediente Windräder

## Sprengen und verbrennen

Nach 20 Jahren Betrieb müssen Windräder in der Regel wieder abgebaut werden - ein wachsendes Problem in Deutschland. Die riesigen Rotorblätter sind nur schwer recycelbar, Forscher suchen nach Auswegen.

Von Jan Oliver Löffken

Dienstag, 03.02.2015 11:33 Uhr

3 FRAGEN AN WOLFRAM AXTHELM, BUNDESVERBAND WINDENERGIE

## AXTHELM: "RÜCKSTELLUNGEN FÜR WINDRADRÜCKBAU SIND AUSREICHEND"

STROM Add-on 29.05.2018 - 11:00 - 0 - 0

## Jetzt bekommt die Energiewende noch ein Recycling-Problem

Veröffentlicht am 17.02.2018 | Lesedauer: 8 Minuten

FRIEDHOF DER ROTORBLÄTTER

Warum die Entsorgung von Windrad-Flügeln so problematisch ist

## "Windräder können wir nicht recyceln"

Die Energiewende erzeugt Problemmüll. Der Abfallentsorger Remondis warnt vor Hightech-Müllhalden etwa durch Windräder

von Monika Dunkel und Jenny von Zepelin

18. Januar 2017

f t G+ in

## Recycling-Problem Wohin mit alten Windkraftträdern?

Von Rolf Schraa 30.05.17, 10:00 Uhr

## Wohin mit dem Windradmüll?

Deutschlands größter Entsorger Remondis warnt vor einem ganz neuen Problem der Energiewende.

von Jenny von Zepelin und Monika Dunkel

1. März 2017

Rückbau von Windenergieanlagen:  
Eine ungelöste Problematik?

24. September 2015 | Sascha Schulz

# Tatsächliche Herausforderung

## Bundesrechtliche Rechtsgrundlage

Die Rückbauverpflichtung für WEA findet ihre Rechtsgrundlage im Baugesetzbuch (BauGB). § 35 Abs. 5 S. 2 i.V.m. S. 3 BauGB stellt eine bundesrechtliche Ermächtigungsgrundlage dafür dar, dass eine Baugenehmigung mit Nebenbestimmungen zur Gewährleistung des Rückbaus nach dauerhafter Nutzungsaufgabe der Anlage verbunden werden muss. Für WEA sieht § 35 Abs. 5 S. 2 BauGB als Genehmigungsvoraussetzung die Abgabe einer Verpflichtungserklärung vor, das Vorhaben nach dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung zurückzubauen und Bodenversiegelungen zu beseitigen.

## Absicherung

Gemäß § 35 Abs. 5 S.3 BauGB soll die Baugenehmigungsbehörde die Einhaltung der Rückbauverpflichtung durch nach Landesrecht vorgesehene Baulast oder in anderer Weise sicherstellen.

## Umfang

Gemäß § 35 Abs. 5 S. 2 BauGB ist die Anlage zurückzubauen und Bodenversiegelungen sind zu beseitigen. Viele Bundesländer und auch die Rechtsprechung gehen daher von einer Verpflichtung zur vollständigen Beseitigung der Fundamente aus. In jedem Fall muss die Bodenversiegelung beseitigt werden.

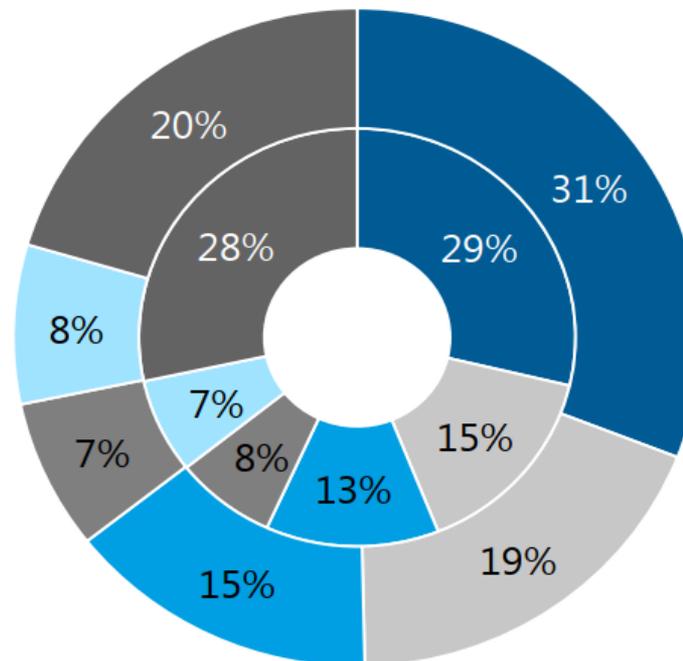


# Aktuelle Situation – Weiterbetrieb

**Sinnvollste Möglichkeit ist der Weiterbetrieb von Windenergieanlagen auch nach Ende der Förderung durch das EEG!**

Abbildung 23:  
Herstelleranteile der  
Weiterbetriebsanlagen  
(Anlagenalter  
≥ 20 Jahre am Stichtag:  
30.06.2017)

Datenbasis: BDB 6/17



Weiterbetriebsanteile  
nach Anlagenherstellern  
Innen: Anlagenanzahl  
Außen: Leistung

- Enercon
- Tacke
- Vestas
- AN Bonus
- Micon
- Weitere

# Aktuelle Situation - Rückbau

- Windenergieanlagen wurden und werden nach Nutzungsende wie andere Bauwerke auch ordnungsgemäß zurückgebaut.  
In der Regel wird dazu nach detaillierten Rückbauanweisungen der Hersteller vorgegangen; liegen diese nicht vor (z.B. Hersteller nicht mehr vorhanden), haben unabhängige Serviceunternehmen und Rückbauunternehmen bereits detaillierte Vorgehensweisen beim Rückbau erarbeitet.
- Nachdem alle Flüssigkeiten entfernt wurden, werden die Rotorblätter, das Maschinenhaus und der Turm demontiert.
- Das Fundament wird an Ort und Stelle zerkleinert und in der Gesamtheit entfernt. Eventuell vorhandene Pfahlgründungen unter dem Fundament verbleiben dabei im Boden, da die Entfernung einen zu großen Einfluss auf die Bodenstruktur hätte.



# Aktuelle Situation - Recycling

---

- Betonteile aus Fundament und Turm werden vor Ort zerkleinert und durch etablierte Recyclingstrukturen verwertet. Bspw. im regionalen Straßenbau.
  - Alle Metalle (Eisen- und Nichteisenmetalle) finden als begehrter Sekundärrohstoff Wiederverwendung
  - Betriebsflüssigkeiten (Öle, Kühl- und Hydraulikflüssigkeiten) werden in vorhandenen Recyclingstrukturen verwerten. Öle werden z.B. neu raffiniert.
  - Kunststoffe und Kunststoffverbundmaterialien werden in der Regel thermisch verwertet  
Glas- und Kohlefaserverstärkte Kunststoffe stellen eine besondere Herausforderung dar, der sich die Branche bewusst ist
- Fast alle Teile einer Windenergieanlagen werden durch etablierte Recyclingstrukturen aufgenommen.
- **Eine Besonderheit sind GFK und CFK**



## Rotorblattaufbau | Bsp: Enercon 112

| Material                         | Masse kg    |
|----------------------------------|-------------|
| <b>Glas</b>                      | <b>8128</b> |
| <b>Epoxydharz (inkl. Härter)</b> | <b>7582</b> |
| Aluminium                        | 122         |
| Polyamid                         | 282         |
| Polyethylen                      | 847         |
| PVC                              | 487         |
| PU-Hartschaum                    | 1036        |
| Lack (PU)                        | 684         |
| Gummi                            | 205         |
| Sonstiges                        | 628         |

# Aktuelle Situation – Besonderheit GFK und CFK

Prinzipiell gibt es derzeit **3** technische Prozesse:

## 1. Solvolyse

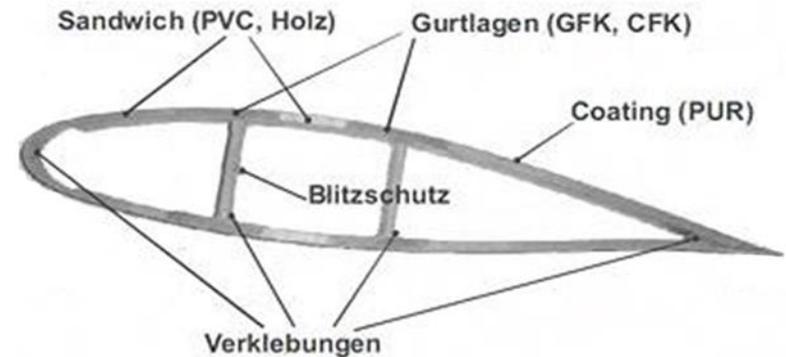
Lösen der Kunststoffe durch Säuren oder Laugen  
→ bisher nur im Labormaßstab

## 2. Pyrolyse

durch hohe Temperaturen jenseits der 800 °C werden die organischen Verbindungen der Duroplastischen Kunststoffe aufgespalten und die entstehenden Gase verbrannt.

→ bisher nur in sehr kleinem Maßstab möglich

## 3. Thermische Verwertung – derzeit einzige sinnvolle Möglichkeit für größere Mengen

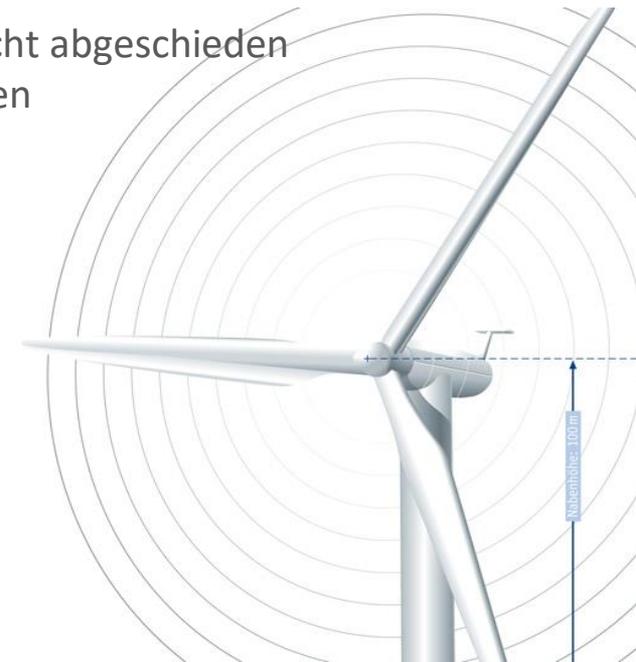


# Aktuelle Situation – Besonderheit GFK und CFK

- Thermische Verwertung in normalen Müllverbrennungsanlagen nicht einfach möglich, weil:

GFK:           → geringer Heizwert  
                  → hoher Aschegehalt  
                  → Glasfasern werden in Elektrostatischen Filtern nicht abgeschieden  
                  → Brennräume verglasen bei zu hohen Temperaturen

CFK:           → Filter verstopfen  
                  → Carbonfasern führen in Anlagen zu Kurzschlüssen



# Aktuelle Situation – Besonderheit GFK und CFK

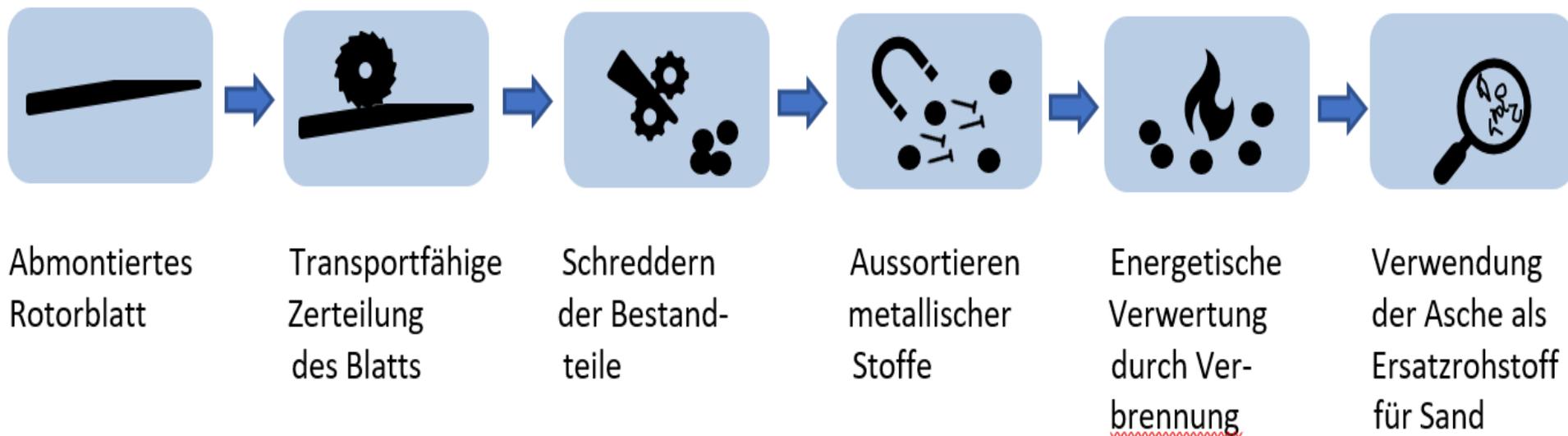
- Thermische Verwertung als Prozess in Zementwerk sinnvoll:

Vorteil → 50 % werden thermisch als Heizwert des Kunststoffes verwertet  
→ 50% (Glasfasern) werden als Silkiatsubstitut verwendet

Voraussetzung: → mechanische Aufbereitung auf < 40 mm  
bisher 2 Aufbereitungsanlagen (Zerkleinerung) mit Kapazität  
von 70.000 T/a in Bremen  
→ Endverwertung bisher im Zementwerk Lägerdorf



# Aktuelle Situation – Besonderheit GFK und CFK



# Herausforderung

## **Rotorblatt: aktuell überschaubare Mengen**

- Abfallmengen kommen aus Repowering - ca. 2.300 Anlagen mit etwa 1.580 MW sind mittlerweile zurückgebaut – d.h. ca. 15.700 t Rotorblätter
- Rückbau kommt derzeit nicht voll im Recycling an
- Zusammensetzung der Rotorblätter wenig transparent

## **Rotorblatt: unklare Perspektive**

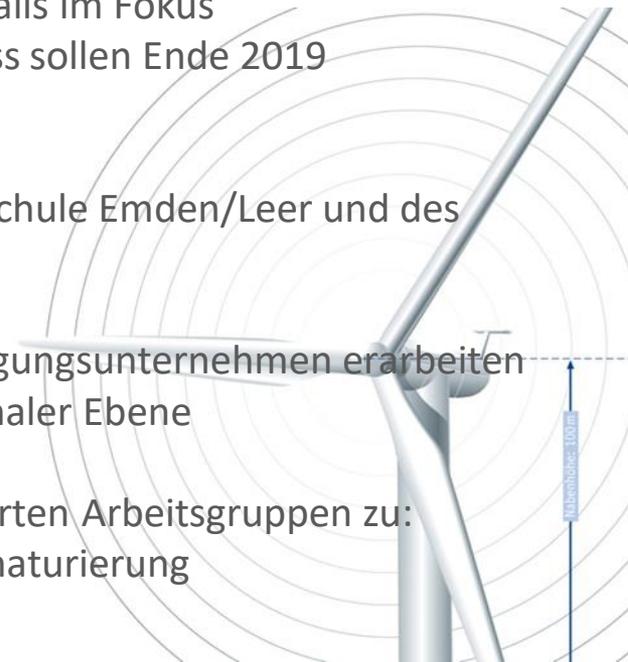
- wann der Rückbau von Anlagen ansteht, ist abhängig von der technischen Möglichkeit und der Wirtschaftlichkeit des Weiterbetriebs sowie der Chance eines Repowerings
- bis 2025 stehen ca. 16.000 MW vor einer solchen Entscheidung – das entspricht einem Recyclingbedarf von bis zu 140.000 t Rotorblätter
- Verzögerter Rückbau: rund 50% der Anlagen befinden sich außerhalb von Eignungsgebieten – Tendenz steigend

**GfK – Recycling: Herausforderung besteht in mehreren Branchen, aber hohe Sichtbarkeit bei Wind – an Land wie Offshore!**



# Wer macht was?

- Arbeitsgruppe innerhalb der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall – hier federführend Baden-Württemberg – befasst sich seit 2017 und voraussichtlich bis Ende 2018 mit CFK/GFK
- Baden-Württemberg diskutiert im Rahmen „Strategiedialog Automobilwirtschaft“ zu CFK/GFK – Verwertung – BWE arbeitete im Januar 2017 Mengenschätzung Wind an Land zu
- UBA-Forschungsvorhaben angelaufen für GFK; Teilaspekt Windenergie abgeschlossen aber noch nicht veröffentlicht. Projekt zu CFK folgt und ist angelaufen.  
Flugzeug-, Automobil- und Bootsbau/Freizeitindustrie ebenfalls im Fokus  
Empfehlungen des UBA wie weiter vorgegangen werden muss sollen Ende 2019 veröffentlicht werden
- Projekt zu Rückbau Offshore-Windenergieanlagen der Hochschule Emden/Leer und des Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Institut bis 2022
- Neue Vereinigung RDRWind e.V. mit federführenden Entsorgungsunternehmen erarbeiten in 2019 einen Vorschlag zu Rückbaunormung auf rein nationaler Ebene
- Task Force Decommissioning bei **Wind Europe** mit spezialisierten Arbeitsgruppen zu: Rückbauplanung, Demontage, Ressourcen-Management, Renaturierung



# Position des BWE

---

Die Branche kann zu Standards beitragen:

## I. Einheitlicher Rückbaustandard

Es gilt, einen einheitliche Rückbaustandard als gute fachliche Praxis zu etablieren. Windenergieanlagen sind dabei in ihrer Gesamtheit, inkl. Fundament vollständig zurückzubauen.

Die im Rahmen des Rückbaus erforderlicher Zerlegung von Komponenten soll weitgehend vor Ort umgesetzt werden. Um Staubemissionen zu vermeiden, muss die Vorzerkleinerung insbesondere der Rotorblätter unter Abschirmung erfolgen.

Insgesamt braucht es geeignete Abschirmungen, den Einsatz von Wassernebel und/oder Filtermatten. Lärmemissionen müssen auch bei Abbruch die gesetzlichen Grenzwerte unterschreiten.



# Position des BWE

---

Der Gesetzgeber ist gefordert:

## II. **Eine vereinfachte und geordnete Verwertung der zurückgebauten Materialien**

Dafür ist zunächst einmal ein Abfallschlüssel für CFK und GFK in der Abfallverzeichnis-Verordnung erforderlich. Hierfür sollte es einen internationalen Abgleich geben.

Um die Verwertung zu vereinfachen, müssen die Hersteller für alle wesentlichen Komponenten der Windenergieanlage einheitlich strukturierte Datenblätter vorlegen, die ausreichende Informationen über die eingesetzten Rohstoffe, Bauteilmaterialien und -mengen liefern.

Der Einsatz gebrauchter Rotorblätter im Inland bleibt möglich. Der Export von gebrauchten Rotorblättern, die älter als fünf Jahre sind, sollte dagegen nur dann möglich sein, wenn ein Einsatz nachgewiesen wird.

Die Entsorgungsnachweise sind regelmäßig, den unteren Abfallbehörden vorzulegen und werden dort archiviert.

Der Rückbau und Recyclingprozess sollte in allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union nach einem gleichen Standard erfolgen.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Bundesverband WindEnergie e.V.  
Neustädtische Kirchstraße 6  
10117 Berlin

T +49 (0)30 / 21 23 41 - 130

[w.stoetzel@wind-energie.de](mailto:w.stoetzel@wind-energie.de)  
[www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de)