



# Ökobilanzen von Onshore-Windenergieanlagen

Stand November 2017

Zusammen mit dem Ausbau der Windenergie, wachsen auch die Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Windenergieanlagen (WEA). Um dieser gerecht zu werden, orientieren sich immer mehr Firmen an Indikatoren zur Ermittlung von Energie- und Rohstoffe-Effizienzfaktoren. Dazu spielen zunehmend Ökobilanzen eine wichtige Rolle.

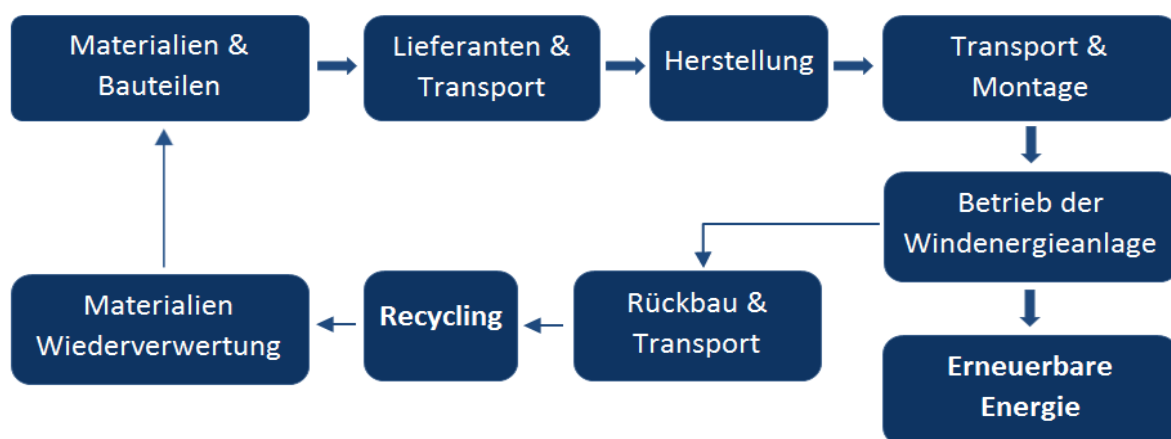
## Was ist eine Ökobilanz (Lebenszyklen-Analyse)

Eine Ökobilanz ist eine Lebenszyklen-Analyse (LCA – für Life Cycle Assessment) der Auswirkungen von Produkten und Leistungen auf die Umwelt. Hierzu gehören die Beschaffung der Rohstoffe, die Produktion, die Nutzungsphase sowie die Behandlung des Produkts nach Erreichen des Endes der Lebensdauer. Gemäß den Normen ISO 14040 und 14044 umfasst eine LCA vier Phasen:

1. Definition des Ziels und der Untersuchungsrahmen (Anlagentyp, Systemgrenzen) der Studie.
2. Sachbilanz (LCI – für Life Cycle Inventory) durch eine Bestandsaufnahme der Input/Output-Ströme von Materialien, Ressourcen, Vorprodukten, Emissionen, Abfällen und Energie.
3. Wirkungsabschätzung (LCIA – für Life Cycle Impact Assessment) auf die Umwelt, die menschliche Gesundheit und die Ressourcenverfügbarkeit anhand der Sachbilanz-Ergebnisse.
4. Auswertung (inklusive Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Empfehlungen).

Nachfolgende Abbildung zeigt mögliche Angrenzungsbereiche, die zu der LCA einer Onshore-Windenergieanlage von der Beschaffung der Materialien zur Herstellung bis zur Wiederverwertung der WEA gehören können.

## Mögliche Angrenzungsbereiche der LCA einer Onshore-Windenergieanlage



Quelle: BWE Eigene Darstellung, 2017



Die Prüfung von Ökobilanzen ist auch für die Windenergie wichtig, denn obwohl Windenergieanlagen die Natur und das Klima durch Ressourceneinsparung schützen, hat deren Herstellung, Nutzung und Entsorgung Auswirkungen auf die Umwelt. Das Erfassen dieser Auswirkungen zeigt ein nachhaltiges Bewusstsein, sorgt für Transparenz in der Windbranche und erlaubt Herstellern seine, umweltbezogene Leistung kontinuierlich zu verbessern, indem die kritischen Punkte für den Umweltschutz erkannt und behoben werden.

## Aufbau von Lebenszyklen-Analysen

LCA werden in der Regel mittels Software-Tools von den Herstellern von Windenergieanlagen für alle Anlagentypen durchgeführt. Die Ergebnisse der LCA von gleichen Anlagentypen können dabei maßgeblich voneinander variieren aufgrund der unterschiedlichen Bedingungen des Standortes. Hintergrund ist, dass sowohl der Transportaufwand zur Errichtung, als auch der Entsorgungsaufwand bzw. Rückbau der Anlage unterschiedliche Auswirkungen in Abhängigkeit der Entfernungen zum jeweils Produktionswerk beziehungsweise Wiederverwertungsort nachweisen.

Hinzu kommt, dass die standortsabhängige erzeugte Leistung die LCA-Ergebnisse stark beeinflussen kann. Darüber hinaus können Unterschiede in der Wertschöpfungskette der Hersteller auch erhebliche Differenzen bei den Ergebnissen vorzeichnen, ebenso wie unterschiedliche Lebensdauer der WEA (Weiterbetrieb nach 20 Jahren oder frühere Rückbau). Deshalb bemühen sich die Hersteller, eine realitätsbildende Darstellung des Produktionsverfahrens ihrer jeweiligen WEA bei der LCA anzuwenden.

Lebenszyklen-Analyse werden in der Regel zertifiziert und alle zwei Jahre durch eine externe Stelle überprüft, weil Änderungen der Projektrahmenbedingungen, angewendetes Recyclingverfahren, Weiterbetrieb oder andere Faktoren die LCA-Ergebnisse beeinflussen. Demzufolge ist auch die Breite der Spanne bei den Angaben über den Primärenergieverbrauch, die energetische Amortisationszeit und die CO<sub>2</sub>-Bilanz der WEA zurück zu führen.

## LCA einer durchschnittlichen Onshore-Windenergieanlage

In Bezug auf alle relevanten Stufen des Lebenszyklus einer WEA einschließlich Produktion, Transport, Aufbau, Nutzung, Rückbau und Entsorgung wird nachfolgend die LCA einer modernen Anlage dargestellt. In nachfolgender Tabelle sind die Eigenschaften einer im Jahr 2016 in Deutschland durchschnittlich installierte WEA zu erkennen.

Im Jahr 2016 durchschnittlich installierte Windenergieanlage <sup>1</sup>	
<b>Rotordurchmesser</b>	109 m
<b>Nabenhöhe</b>	128 m
<b>Nennleistung</b>	2.848 kW
<b>Standortabhängige Vollaststunden</b>	2.500 pro Jahr

Quelle: BWE eigene Darstellung, 2017

<sup>1</sup> BWE- Halbjahreszahlen 2017

Der Verbrauch von Primärenergie<sup>2</sup>, den die Herstellung von Windenergieanlagen erfordert beträgt 2 bis 3 Prozent der Nettoenergieerzeugung während des gesamten Lebenszyklus, angenommen eine Lebensdauer von 20 Jahre. Daraus folgt eine energetische Amortisationszeit<sup>3</sup> von circa 5 bis 12 Monate. Über 80 bis 85 Prozent des gesamten Primärenergieverbrauchs wird durch die Produktion der einzelnen Bauteile der WEA verbraucht, durch den Aufbau unter 5 Prozent, Transport unter 2 Prozent und Rückbau ca. 1 Prozent. Der Rest bezieht sich auf Nutzungsphase einschließlich Service, Wartung und Eigenenergieverbrauch.

In 2016 erzeugte eine durchschnittliche neu installierte WEA etwa 30 bis 40 Mal mehr Strom, als für ihre Herstellung benötigt wurde. Bei einem Weiterbetrieb nach 20 Jahren kann eine WEA sogar 50 Mal mehr Energie erzeugen.

## CO<sub>2</sub>-Bilanz einer durchschnittlichen Onshore-Windenergieanlage

Berechnungen über Treibhausgasemissionen liegen üblicherweise zwischen 7 bis 10g CO<sub>2</sub>/kWh für WEA. Es gibt zudem Hersteller die bereits 5,9g CO<sub>2</sub>/kWh erreicht haben und Bemühungen derzeit anstreben, einen Ausstoß von 5g CO<sub>2</sub>/kWh zu erzielen. Zum Vergleich werden in Deutschland 527g CO<sub>2</sub>/kWh bei der Stromerzeugung durch den gegenwärtigen Strommix ausgestoßen<sup>4</sup>.

## Aktuelle Studie über Ökobilanzen von Onshore-Windenergieanlagen

Derzeit erstellt die Firma Thinkstep AG im Auftrag des UBA eine umfangreiche Studie zum Thema: „Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen“. Ergebnisse werden voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2018 veröffentlicht.

---

### Ansprechpartner

#### Abteilung Fachgremien

Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)  
Neustädtische Kirchstraße 6  
10117 Berlin  
T +49 (0)30 / 212341-210  
fachgremien@wind-energie.de

---

<sup>2</sup> Die Primärenergie bezeichnet den Energiegehalt, die von natürlichen, noch nicht verarbeiteten Energieträgern wie zum Beispiel Wind, Sonne, Erdöl, Erdgas, Kohle, unter andere Energiequellen stammt

<sup>3</sup> Die energetische Amortisationszeit weist auf die Zeit, die eine Energieerzeugungsanlage braucht, bis die zu ihrer Herstellung benötigte Energie erzeugt ist

<sup>4</sup> UBA, Wie viel CO<sub>2</sub> wird in Deutschland für den Verbrauch einer Kilowattstunde Strom ausgestoßen?, 2017