



Willi
Windpark
AG

SCHULUNGS- UNTERLAGEN

Vertriebsschulung

Thema

Einwandbehandlung



Willkommen zu unserem Schulungsmodul!

Unsere Produkte sind einzigartig und bieten unseren Kunden echte Mehrwerte – und genau das möchten wir auch in der Einwandbehandlung deutlich machen. Jeder Einwand ist eine Chance, die Qualität und Überlegenheit unserer Windkraftanlagen zu unterstreichen. Mit den richtigen Strategien könnt ihr das Vertrauen unserer Kunden gewinnen, ihre Bedenken ausräumen und gemeinsam den Weg zu nachhaltigem Erfolg gehen. Diese Unterlagen mit **fünf exemplarischen Einwänden** wurden von uns erstellt, um euch im Vertrieb bestmöglich zu unterstützen. Lasst uns unsere Spitzenprodukte noch überzeugender präsentieren!

These

„Die Inbetriebnahme des Windparks führt zu zusätzlichen erheblichen Belastungen des Stromnetzes. Das Stromnetz ist für diese Belastungen nicht ausgelegt, sodass die Netzstabilität gefährdet ist.“

Begründung

Im europäischen Verbundnetz sind sämtliche elektrischen Erzeuger und Verbraucher in Europa miteinander verbunden. Die folgenden Kriterien sind die Basis für das Funktionieren des Verbundnetzes:

- Die Netzspannung ist konstant.
- Die Netzfrequenz beträgt 50 Hz +/- 10 mHz.
- Der Zu- und Abfluss elektrischer Energie muss identisch sein, da das Netz keine Energie speichern kann.
- Es erfolgt eine bedarfsgerechte Zu- und Abschaltung von Erzeugern und Verbrauchern.
- Die vorhandenen Leitungen haben begrenzte Übertragungskapazitäten.

Jeder neu in das Verbundnetz integrierte Erzeuger muss diesen Anforderungen genügen, um die Stabilität des Netzes nicht zu gefährden.

Einwandbehandlung

Ein neuer Windpark führt zu neuen – nicht unerheblichen – Belastungen im Stromnetz, die beachtet und bewertet werden müssen. Eine konstante Netzspannung und Netzfrequenz können durch geeignete regelbare Komponenten im Windpark gewährleistet werden.

Für eine Aussage über die Netzstabilität sind die folgenden Informationen notwendig:

- Kenntnis der Lastprognosen im Jahresverlauf und im Tagesverlauf
- Kenntnis der vorhandenen Grund-, Mittel- und Spitzenlastkraftwerke und deren Schaltzeiten
- Kenntnis der Wetterprognosen
- Kenntnis der vorhandenen Trassen und deren Lastgrenzen
- Kenntnis der technischen Daten des Windparks

Ein Anschluss des Windparks an das europäische Verbundnetz erfolgt normalerweise am nächsten Knotenpunkt. Die dort vorhandene Leistungsreserve muss für den Windpark ausreichend sein. Dies ist vor dem Bau und der Inbetriebnahme des Windparks zu prüfen.

Um Windparks im Verbundnetz integrieren zu können, erfolgt eine zentrale Überwachung aller „großen“ Energieerzeuger durch die Bundesnetzagentur. Mit einer automatisierten Regelung auf Basis von Lastprognosen, Wetterdaten und Kraftwerksdaten können Erzeuger und Verbraucher zu- und abgeschaltet werden, um die Netzstabilität zu gewährleisten. Ein neuer Windpark belastet zwar die Stromverteilernetze, führt aber durch die Regelungsmöglichkeiten nicht zu einem Ausfall des europäischen Verbundnetzes.

These

„Der massive Ausbau der Windkraftparks in Deutschland erhöht die Anfälligkeit des europäischen Stromnetzes für Cyberattacken.“

Begründung

Die Zahl der Cyberangriffe in Deutschland hat ein Rekordhoch erreicht, insbesondere kritische Infrastrukturen sind vermehrt Ziel von Angriffen. Die enorme Zunahme der Netzzugänge (von 1.725 im Februar 2010 auf 4.893 im Dezember 2024) erhöht das Risiko einer Cyberattacke erheblich, da die Daten in Windparks teilweise unverschlüsselt übertragen werden. Das „Hacken“ eines größeren Windparks und dessen vollständige Abschaltung unter Vollast (durch Manipulation von Smartmetern) kann zu lokalen Stromausfällen und erheblichen Störungen im Verteilnetz führen.

Das Risiko eines Totalausfalls durch externe Beschädigungen ist bei herkömmlichen Kraftwerkstypen und PV-Anlagen deutlich geringer als bei Windkraftparks.

Einwandbehandlung

Was könnten Drohnen oder Saboteure anrichten?

Wolfram Wellßow und Christian Rehtanz von der TU Dortmund antworten dazu in einem Interview der SWR:

„Eine Unsicherheit ist immer da, denn es ist extrem schwer, sich gegen militärisch organisierte Sabotageakte oder Terrorakte zu schützen. "Drohnenangriffe, die Sie aus dem Nichts mal eben machen können, wie wollen Sie sich davor schützen?", fragt Wellßow. Letztlich müsste man dann alle Anlagen regelrecht einbunkern. Das aber ist reine Utopie.

Die Wissenschaftler Wellßow und Rehtanz meinen dennoch, dass die Systeme am Ende ziemlich robust seien und blicken beide Richtung Ukraine: "Wie viel musste Putin bombardieren, bis die Ukraine jetzt eine wacklige Stromversorgung hat?", so Rehtanz. Ziel sei es gewesen, einen Ukraine-weiten Blackout zu verursachen, aber das habe Putin bis heute nicht geschafft. Es gebe am Ende doch sehr viele Möglichkeiten, die Versorgung aufrecht zu erhalten.

WellBow weist darauf hin, dass es einen folgenschweren Unterschied zwischen einem Blackout durch einen Terrorangriff oder durch einen technischen Defekt oder ein Naturereignis gibt. "Die Reparatur defekter Systeme setzt voraus, dass diese noch vorhanden sind. Wurden sie von Terroristen zerstört, stehen die Anlagen einfach nicht mehr zur Verfügung", so WellBow. Mit anderen Worten: Ein zerstörtes System wieder an den Start zu bekommen, würde sehr viel länger dauern, als ein kaputtes System zu reparieren.

Er zweifelt jedoch doch daran, dass Terroristen wie die vom IS "die Power haben, großflächig viele Anlagen gleichzeitig auszuschalten, dass wir das gar nicht mehr ans Laufen kriegen." Mit Blick auf Putin gibt er zu bedenken: Würde er Stromnetze und Anlagen mit Gewalt in Deutschland angreifen, dann wäre das ein Verteidigungsfall. "Das wäre ein Angriff auf ein NATO-Mitgliedsland - und dann hätten wir viel weitreichendere Konsequenzen als nur ein paar Tage keinen Strom."

Netzbetreiber haben die Hacker im Blick

Cyber-Attacken sind aus Sicht der Energieversorger eine reale Gefahr. "Alle Netze stehen unter permanentem Beschuss", sagt Pressesprecher (EV aus Koblenz) Peerenboom. Bislang habe man alle Versuche von Hackern, Sicherheitslücken zu finden, erfolgreich abwehren können und das Unternehmen investiere sehr viel in diese Sicherheit: "Das ist kritische Infrastruktur (KRITIS) und die genießt einen sehr hohen Schutz in Deutschland (BSI, ENTSO-E)."

Peerenboom erklärt, es werde ein sehr hoher Aufwand getrieben und viel Geld für die Sicherheit ausgegeben, das bekämen die Menschen gar nicht so mit. "Ein kompletter Stromausfall in ganz Deutschland durch eine Cyber-Attacke ist eigentlich nicht vorstellbar." Als Beispiel für die Sicherheitsmaßnahmen führt er die EVM-Netzleitstelle ins Feld, über die die ganze Steuerung der Strom- und Gasversorgung in ihrem Gebiet laufe. Es gebe für dieses Herzstück ein "redundantes System" - also quasi ein Kopie an einem anderen Ort. Dort könne in einem Notfall sofort die Steuerung übernommen werden.

Kritische Gebäude gesichert wie ein Hochsicherheitstrakt

Die Netzleitstelle sei im Übrigen wie ein Hochsicherheitstrakt gesichert: "Da kommen Sie überhaupt nicht rein und wir erzählen auch nicht, wo die steht." Und dennoch: "Eine hundertprozentige Sicherheit werden Sie niemals erreichen können. Wer wirklich kriminelle Energie hat und es wirklich darauf anlegt, irgendetwas zu zerstören, dann wird er einen Weg finden, das zu tun."

Quellen

- <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/stromversorgung-wie-sicher-gefahr-blackout-stromausfall-stromnetz-sabotage-100.html>
- https://www.entsoe.eu/network_codes/nccs/

These

„Der Rückbau oder das Recycling von Windkraftanlagen ist nicht nachhaltig bzw. nicht möglich.“

Begründung

Die Errichtung von Windkraftanlagen stößt in der Gesellschaft nicht ausschließlich auf Zustimmung.

Durch die begrenzte Lebensdauer von Windkraftanlagen (20 - 30 Jahre) wird das Problem von Altanlagen zunehmend größer. Durch das hohe Umweltverständnis der Bevölkerung kommen immer häufiger Fragen auf, wie Anlagen nachhaltig entsorgt werden.

Der Autor Michael Altmöos veröffentlicht einen Reader mit dem Titel „Windenergie im Ökologie-Zusammenhang: Schwere Schäden!“. In Kapitel 9 erläutert er, dass einige Fundamente nach dem Ende der Lebensdauer der Windkraftanlagen mit Erde bedeckt werden, wodurch sie zu den Altlasten der Zukunft werden.

Bilder von Sprengungen alter Anlagen bzw. Bilder vom Deponieren (Erddeponien) mit ausgedienten Rotorblättern gehen durch die Presse und erwecken den Anschein, dass die Rückbau- bzw. Recyclingfrage bei Windkraftanlagen nicht geklärt ist. Dabei stellt sich die Frage: Was passiert mit den ausgedienten Komponenten?

Eine typische Windkraftanlage besteht aus:

- **Fundament**, besteht aus Stahlbeton
- **Gondel**, enthält Generator, Getriebe und weitere Technik
- **Turm**, besteht aus Stahl oder Beton
- **Elektronik & Verkabelung**
- **Rotorblätter**, besteht meist aus glas- oder kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (GFK/CF)

Die Rotorblätter bestehen aus Verbundmaterialien und stellen eine besondere Herausforderung dar. Eine umweltgerechte Verwertung ist entscheidend, um die Nachhaltigkeit der Windenergiebranche zu gewährleisten.

Einwandbehandlung

Rückbau und/oder Wiederverwendung

Schon bei der Errichtung bzw. Planung von Windkraftparks muss über den Rückbau oder das Recycling der Windkraftanlagen nachgedacht werden. Die Entwicklung effizienter Recyclingmethoden für Windkraftanlagen ist ein wichtiger Schritt hin zu einer echten Kreislaufwirtschaft. Durch die Zusammenarbeit von Industrie, Forschung und Politik können wir die Energiewende nachhaltig gestalten.

Fundamente, Gondel und Turm

- Fundament

Das Recycling ist klar geregelt. Das Fundament muss, einschließlich der Sauberkeitsschicht, vollständig abgebaut werden. Der Rückbau erfolgt durch das Separieren des Oberbodens und das Freilegen, entweder durch konventionelle Methoden oder durch Lockerungssprengung. Danach werden die Bestandteile des Fundaments abtransportiert. Gegebenenfalls sind gefährliche Beschichtungen im Voraus zu entfernen, wobei die Begutachtung auf den Ergebnissen von Schadstoffgutachten basiert. Durch den geplanten Rückbau der Windkraftanlagen kann die vorliegende Bodenfläche komplett reproduziert werden. Bei Wiederaufbau einer neuen Anlage kann das Fundament weiterhin als Gründung der Anlage dienen. Sollte das Fundament größer dimensioniert werden müssen, so ist der Bestand nach statischer Prüfung mit anzuschließen. Sollte diese „Neunutzung“ nicht angestrebt werden, lassen sich die Baustoffe vollständig recyceln.

(siehe DIN SPEC 4866:2020-10, Abschnitt 5)

Beton:

Der vom Armierungsstahl getrennte Beton kann Verwertung im Straßen- und Wegebau finden, sowie als Zuschlag für einen Recyclingbeton genutzt werden.

Metalle:

Aufgrund der hohen Menge an anfallendem Stahlschrott wird in der Industrie überwiegend Recyclingmaterial verwendet. Mineralische Bauabfälle müssen zunächst getrennt werden. Beton, der mit Kies oder Natursteinen vermischt ist, wird zerkleinert und separat recycelt. Die Bewehrungsstäbe aus Stahl werden mithilfe von Magneten herausgefiltert, mit einer Schrottschere zerkleinert, gereinigt und in ein verwertbares Rohmaterial umgewandelt. Stahl, Kupfer und Aluminium aus Turm, Generator und Verkabelung werden eingeschmolzen und wiederverwendet. Stahl kann vollständig recycelt und somit wieder in den industriellen Prozess integriert werden.

Elektronik und Verkabelung

Elektronik wird nach der WEEE-Richtlinie (Waste of Electrical and Electronic Equipment) recycelt.

Rotorblätter

Recyclingverfahren	Anwendung	Vorteile	Nachteile
Mechanisches Recycling	<ul style="list-style-type: none">• Zerkleinerung der Rotorblätter zur Nutzung als Füllmaterial im Straßenbau oder in der Zementindustrie	<ul style="list-style-type: none">• einfache Umsetzung und Nutzung vorhandener Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none">• nicht nachhaltig
Thermisches Recycling	<ul style="list-style-type: none">• Verbrennung der organischen Bestandteile in Hochöfen zur Energiegewinnung	<ul style="list-style-type: none">• Rückgewinnung von mineralischen Bestandteilen als Zuschlagstoff im Zement	<ul style="list-style-type: none">• Es können Schadstoffen entstehen.
Chemisches Recycling (Pyrolyse)	<ul style="list-style-type: none">• Trennung von Fasern und Harzen durch Erhitzung ohne Sauerstoffzufuhr	<ul style="list-style-type: none">• Rückgewinnung hochwertiger Fasern für neue Anwendungen	<ul style="list-style-type: none">• aktuell in der Forschung und Pilotphase

Innovative Projekte geben Rotorblättern ein zweites Leben:

- **Architektur:** Nutzung von Rotorblättern als Bauelemente für Brücken oder Gebäude
- **Möbelbau:** Herstellung von Tischen, Bänken oder Spielgeräten aus recycelten Materialien
- **Kunstprojekte:** Künstlerische Installationen und Skulpturen aus Teilen von Windkraftanlage

Aktuelle Entwicklungen und Forschung

- **Recyclingquote:** Über 90 % der Masse einer Windkraftanlage sind derzeit recycelbar,
- **Forschung:** Institutionen (z. B. Fraunhofer-Institut) arbeiten an verbesserten Recyclingmethoden für Verbundwerkstoffe.
- **Zukunft:** Entwicklung von Windkraftanlagen mit recyclingfreundlicheren Materialien und Designs
Projekte wie „Re SORT“ entwickeln nachhaltige Recyclingverfahren für Rotorblättern

Quellen

- https://www.nahe-natur.com/.cm4all/uproc.php/0/Altmoos-WindenergieVersusOekologie.pdf?cdp=a&_=18e09770d88
- <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/betonarten/recyclingbeton-930267>
- <https://www.wierec.com/armierungseisen/>

These

„Die Errichtung von Windkraftanlagen gefährdet die Gesundheit der Bevölkerung durch die Emission von Infraschall und Lärm.“

Begründung

Windkraftanlagen erzeugen während ihres Betriebs Infraschall und Lärm, die für das menschliche Ohr teilweise nicht hörbar sind, jedoch negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden haben können. Einige Studien zeigen, dass eine langfristige Exposition gegenüber diesen Geräuschen mit Schlafstörungen, Stress und anderen gesundheitlichen Problemen in Verbindung gebracht wird. Besonders empfindliche Personengruppen, wie Kinder und ältere Menschen, sind anfälliger für die gesundheitlichen Folgen. Darüber hinaus kann die ständige Lärmbelastung das soziale Gefüge innerhalb von Gemeinden belasten und zu Konflikten führen.

Infraschall

Definition: Infraschall bezeichnet Schallwellen, die Frequenzen unterhalb des menschlichen Hörbereichs von etwa 20 Hertz (Hz) haben. Diese tiefen Frequenzen sind für das menschliche Ohr nicht hörbar, können jedoch physiologische und psychologische Effekte auf den Menschen haben. Infraschall entsteht durch verschiedene natürliche und künstliche Quellen, darunter Erdbeben, Vulkanausbrüche, Wind, Meereswellen und auch durch technische Anlagen wie Windkraftanlagen, Flugzeuge und bestimmte Maschinen.

Erzeugung: Windkraftanlagen erzeugen Infraschall durch die Bewegung der Rotorblätter im Wind und durch mechanische Komponenten wie Getriebe und Generatoren. Diese Schallwellen können über große Entfernungen reisen und sind oft schwer zu dämpfen.

- Rotorblätter: Wenn die Rotorblätter durch den Wind drehen, erzeugen sie Druckwellen, die als Infraschall wahrgenommen werden können. Diese Wellen entstehen durch die Wechselwirkungen zwischen den Blättern und dem Luftstrom.
- Mechanische Komponenten: Auch die mechanischen Teile der Windkraftanlagen, wie Getriebe und Generatoren, können Infraschall erzeugen, insbesondere wenn sie in Bewegung sind.

Charakteristika von Infraschall

- Wellenlängen: Da Infraschall niedrige Frequenzen hat, besitzen die Schallwellen große Wellenlängen. Dies ermöglicht es ihnen, sich über weite Strecken auszubreiten und Hindernisse wie Wände oder Bäume zu durchdringen.
- Wahrnehmung: Menschen können Infraschall nicht direkt hören, aber sie können physische Reaktionen darauf haben, wie z.B. Unbehagen oder ein Gefühl von Druck.

Lärm

Arten von Lärm:

Windkraftanlagen erzeugen zwei Haupttypen von Lärm:

- **Aerodynamischer Lärm:** Entsteht durch den Luftstrom über die Rotorblätter.
- **Mechanischer Lärm:** Kommt von beweglichen Teilen der Anlage, wie dem Generator und dem Getriebe.

Lärmniveau: Der erzeugte Lärm kann je nach Windgeschwindigkeit, Bauweise der Anlage und Umgebung variieren. In der Regel liegt der Lärmpegel bei einem Abstand von 600 m von Windkraftanlagen zwischen 35 dB und 50 dB, was als vergleichsweise leise gilt, jedoch von Anwohnern als störend empfunden werden kann.

Gesundheitliche Auswirkungen auf die Bevölkerung

Mögliche Symptome:

- Schlafstörungen: Menschen, die in der Nähe von Windkraftanlagen leben, berichten häufig von Schlafproblemen, die möglicherweise durch den erzeugten Lärm und Infraschall verursacht werden.
- Stress und Angst: Chronischer Lärm kann Stressreaktionen hervorrufen, die zu Angstzuständen und anderen psychischen Gesundheitsproblemen führen können.
- Körperliche Beschwerden: Einige Personen berichten von Symptomen wie Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit und allgemeinem Unwohlsein, die mit der Nähe zu Windkraftanlagen in Verbindung gebracht werden.

Einwandbehandlung

Forschung und Studien

Die wissenschaftliche Forschung zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Infraschall und Lärm ist vielfältig und oft umstritten. Einige Studien zeigen keine signifikanten gesundheitlichen Auswirkungen, während andere auf potenzielle Risiken hinweisen. Die Ergebnisse können je nach Region, Methodik und den spezifischen Bedingungen der Windkraftanlagen variieren.

Lärmschutzrichtlinien: Es gibt gesetzliche Richtlinien, die die Lärmemissionen von Windkraftanlagen regulieren. Diese Vorschriften legen Grenzwerte für den zulässigen Lärmpegel fest, um die Gesundheit der Anwohner zu schützen.

Abstandsregelungen: Einige Länder haben Mindestabstände zwischen Windkraftanlagen und Wohngebieten festgelegt, um die Exposition gegenüber Lärm und Infraschall zu reduzieren.

Die Abstandsregelungen für Windkraftanlagen zu Wohngebäuden variieren je nach Land und Region. Es gibt jedoch einige allgemeine Richtlinien und Empfehlungen, die häufig beachtet werden.

Allgemeine Abstandsregelungen

In Deutschland gibt es keine einheitliche Regelung für den Abstand von Windkraftanlagen zu Wohngebäuden, da dies von den Bundesländern unterschiedlich geregelt wird. In vielen Bundesländern beträgt der empfohlene Abstand zwischen 500 und 1.000 Metern zur nächsten Wohnbebauung. In einigen Fällen kann dieser Abstand auch größer sein, abhängig von der Höhe der Windkraftanlage und den spezifischen Lärmschutzvorschriften.

Faktoren, die die Abstandsregelungen beeinflussen

Die genauen Abstandsregelungen können durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden, darunter:

- Höhe der Windkraftanlage: Höhere Anlagen können größere Abstände erfordern, um Lärm- und Infraschallbelastungen zu minimieren.
- Lärmschutzvorschriften: Die lokalen Lärmschutzrichtlinien können bestimmen, wie nah Windkraftanlagen an Wohngebäuden stehen dürfen.
- Topographie: Die geografischen Gegebenheiten, wie Hügel oder Täler, können ebenfalls die Schallausbreitung beeinflussen und damit die erforderlichen Abstände.

Technologische Entwicklungen

Geräuschreduzierung: Die Technologie zur Reduzierung von Lärm hat sich weiterentwickelt. Moderne Windkraftanlagen sind oft so konstruiert, dass sie leiser arbeiten, indem sie z. B. spezielle Rotorblätter verwenden, die den aerodynamischen Lärm minimieren.

Monitoring-Systeme: Einige Betreiber installieren Systeme zur kontinuierlichen Überwachung von Lärm und Infraschall, um sicherzustellen, dass die Grenzwerte eingehalten werden und um gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

Quellen

- https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2380/dokumente/umid_01-2021-infraschall1.pdf
- <https://www.aerzteblatt.de/archiv/windenergieanlagen-und-infraschall-der-schall-den-man-nicht-hoert-d2cf3eec-deb8-41f6-a237-39d8528e20bd>
- <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/windkraft-und-gesundheit-neue-studie-gibt-entwarnung-bei-infraschall/>
- https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/01-mensch-und-umwelt/05-schall/20181123_BWE_Informationspapier_Schall_und_WEA.pdf
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/laerm/nachbarschaftslaerm-laerm-von-anlagen/laerm-von-windenergieanlagen>

These

„Die energetischen Aufwendungen für die Herstellung des benötigten Zements zur Errichtung einer Windkraftanlage übersteigen die gesamte Energie, die diese Anlage, während ihrer Betriebsdauer erzeugen kann, was ihre Nachhaltigkeit und Effizienz in Frage stellt.“

Begründung

Die Zementherstellung ist so CO₂-intensiv, dass sie bis zu acht Prozent des globalen jährlichen Kohlenstoffdioxid-Ausstoßes verursacht. Ein wichtiger Kennwert ist die spezifische Kohlenstoffdioxid-Emission, die angibt, wie viele Tonnen CO₂ bei der Produktion einer Tonne Zement freigesetzt werden. Im Jahr 2018 betrug dieser Wert laut der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) etwa 0,59, was 590 Kilogramm CO₂ pro Tonne Zement entspricht. Deutschland produzierte in diesem Jahr rund 33,7 Millionen Tonnen Zement.

Die hohen CO₂-Emissionen resultieren hauptsächlich aus der Beheizung des Drehrohrofens und dem chemischen Prozess der Entsäuerung von Kalkstein. Verbesserungen in der Ofentechnik und Filteranlagen haben seit 1990 zu einer Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen um etwa 22 Prozent geführt. Im Jahr 2018 wurden etwa 30 Prozent fossile Brennstoffe und 70 Prozent alternative Materialien, wie Müll und Tiermehle, verwendet. In einigen Zementwerken werden Wasserstoff- und Biomassebrennstoffe getestet.

Die chemischen Prozesse bei der Zementklinkerherstellung sind nur begrenzt beeinflussbar. Bei 1.450 Grad Celsius wird Calciumcarbonat unter Abspaltung von CO₂ in Calciumoxid umgewandelt:



Diese Reaktion ist für etwa 60 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich.

Einwandbehandlung

Laut der Publikation „Ökobilanz von Onshore-Windenergieanlagen“ des Bundesverbands WindEnergie beträgt der Primärenergieverbrauch für die Herstellung von Windenergieanlagen (WEA) während ihres gesamten, auf 20 Jahre angenommenen Lebenszyklus 2 bis 3 Prozent der Nettoenergieerzeugung. Dies resultiert in einer energetischen Amortisationszeit von etwa 5 bis 12 Monaten. Der Großteil, über 80 bis 85 Prozent, des Primärenergieverbrauchs entfällt auf die Produktion der Bauteile, während der Aufbau weniger als 5 Prozent, der Transport unter 2 Prozent und der Rückbau etwa 1 Prozent ausmachen. Der verbleibende Anteil bezieht sich auf die Nutzungsphase, einschließlich Service, Wartung und Eigenenergieverbrauch.

Im Jahr 2016 erzeugte eine durchschnittliche neu installierte WEA etwa 30 bis 40 Mal mehr Strom als für ihre Herstellung benötigt wurde. Bei einem Betrieb über 20 Jahre kann eine WEA sogar bis zu 50 Mal mehr Energie produzieren.

In der Veröffentlichung (2021) des Umweltbundesamtes „Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen“ wird im Kapitel 7.6.1 beschrieben, dass die zur Herstellung einer Windkraftanlage verwendete Primärenergie spätestens nach einem Jahr Betriebszeit wieder zurückgewonnen wird.

Um diese Werte weiter zu verbessern, werden an den Baustoffen weiter geforscht, um diese emissionsarmer herzustellen. Auch Alternativen werden in Betracht gezogen, so ist der Einsatz von innovativen Betonsorten (UHPC und Textilbeton) zukünftig denkbar. Diese Betone würden eine sehr viel schlankere Bauweise fördern und somit den Materialbedarf reduzieren.

Quellen

- <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/herstellung/betonherstellung-und-klimaschutz-7229519>
- https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/02-technik-und-netze/09-rueckbau/20170930_hintergrundpapier-oekobilanz-von-windenergieanlagen.pdf
- https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf
- <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/herstellung/betonherstellung-und-klimaschutz-7229519>