



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Postfach 103439 • 70029 Stuttgart

Verein Mensch Natur e. V.
Marktstraße 14
73033 Göppingen

Bundesinitiative VERNUNFTKRAFT. e.V.
Kopernikusstraße 9
10245 Berlin

Stuttgart 14. August 2020

Name

Durchwahl

E-Mail

Aktenzeichen 4-8820.10-04.VO/237/398

(Bitte bei Antwort angeben!)

Vorab per E-Mail

Recycling und Rückbau von Windkraftanlagen

E-Mail und „Offener Brief“ vom 08.11.2019

Sehr geehrte Damen und Herren,

vielen Dank für Ihr Schreiben vom 8. November 2019, in dem Sie Ihre Bedenken zu einem umweltgerechten Rückbau und Recycling von Windkraftanlagen und die potenziellen Umwelt- und Gesundheitsrisiken durch Carbonfasern beim Brand von Windkraftanlagen mitteilen. Herr Minister Untersteller hat mich gebeten, Ihnen zu antworten. Ich bitte, die lange Bearbeitungszeit zu entschuldigen.

Auf Ihre Fragen zu Rückbau, Recycling und Auswirkungen von Bränden bei Windkraftanlagen bezogen auf Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) möchte ich in folgenden Themenblöcken eingehen.

Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen

Bezogen auf die gesamte Windkraftanlage können heute bereits etwa 80-90 Gewichtsprozent der verbauten Materialien verwertet werden. Nach Rückbau und Zerlegung der Windkraftanlage werden die unterschiedlichen Wertstoffe wie z. B. Kupfer, Stahl, Aluminium und Beton einem Recycling zugeführt. Verbleibende Fraktionen werden thermisch behandelt oder beseitigt. Carbonfaserverstärkte Kunststoffe machen meist weniger als 1 Gewichtsprozent der verbauten Materialien aus.

Bis zum Jahr 2005 wurde in den Rotorblättern zur Verbesserung deren Stabilität überwiegend glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) eingesetzt. CFK-Material bzw. GFK/CFK-Verbunde kommen erst seit 2007-2010 in nennenswertem Umfang in den größeren Windkraftanlagen zum Einsatz, wobei die Masse an verbauten CFK-Material in der Regel deutlich geringer ist als die Masse an GFK. Vor diesem Hintergrund werden die Abfallmengen an CFK aus Windkraftanlagen in den nächsten Jahren noch sehr gering ausfallen. Die Frage der Entsorgung tritt bislang hauptsächlich bei Produktionsabfällen oder bei fehlerhaften Produkten auf. Insgesamt sind die zu entsorgenden Abfallmengen an GFK und CFK von Windkraftanlagen nur schwer abschätzbar. Denn die verbauten Massen an Carbon- und Glasfasern variieren bei den einzelnen Herstellern und bei den unterschiedlichen Modellen jedes Herstellers teilweise stark. Detaillierte Aufstellungen zu den in den verschiedenen Anlagen verbauten Fasermengen liegen dem Umweltministerium nicht vor.

Unabhängig vom eingesetzten Material ist es üblich, die Rotorblätter bei einem Anlagenrückbau vor Ort zu segmentieren. Dabei werden eingehauste Sägen oder vergleichbare Maßnahmen eingesetzt, die ein Auffangen der Sägestäube und des staubkontaminierten Kühlwassers sicherstellen. In der DIN SPEC 4866 - Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen¹, werden die Rahmenbedingungen für den nachhaltigen und effizienten Rückbau, die Demontage, das Recycling und die Verwertung von Windenergieanlagen (WEA) beschrieben.

Neben dem Bau von Windkraftanlagen kommen GFK und CFK bereits in vielen anderen Bereichen zum Einsatz. Beispiele hierfür sind unter anderem der Fahrzeugbau, die Luft- und Raumfahrt und der Bootsbau.

¹ DIN SPEC 4866, Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen, August 2020

Hinsichtlich der Entsorgung werden bereits heute GFK als Ersatzbrennstoff energetisch oder in Zementwerken sogar stofflich und energetisch (Nutzung des Siliziums und dadurch Schonung natürlicher Ressourcen) verwertet.

Die in CFK enthaltenen Carbonfasern können mittels Pyrolyse vom Kunststoff getrennt und als Recyclingfaser wiederum grundsätzlich zur Herstellung neuer CFK-Bauteile eingesetzt werden. Allerdings hat sich ein tragfähiger Markt für die dabei erzeugten Recycling-Carbonfasern bislang noch nicht etabliert. Derzeit existiert bundesweit erst eine auf die Trennung von Carbonfasern und Kunststoffmatrix spezialisierte Pyrolyseanlage in Stade. Diese verfügt über eine jährliche Behandlungskapazität von 1.000 bis 1.500 Tonnen CFK.

Eine thermische Verwertung von CFK-Bestandteilen in üblichen Abfallverbrennungsanlagen wie Müllheizkraftwerken, Ersatzbrennstoffkraftwerken oder Sonderabfallverbrennungsanlagen ist nicht möglich, da Reste von Carbonfasern in den Filteranlagen zu Prozessstörungen führen können. In diesem Zusammenhang hat das Umweltbundesamt aktuell ein Forschungsvorhaben zur systematischen Untersuchung der Verbrennung von CFK-Abfällen in üblichen großtechnischen Abfall(mit)verbrennungsanlagen durchgeführt (UFOPLAN-Vorhaben – Förderkennzeichen 3716 34 318 0). Das von der RWTH Aachen bearbeitete Forschungsprojekt wurde inzwischen abgeschlossen. Der Abschlussbericht wird in Kürze erwartet.

Da Windenergieanlagen mit nennenswerten CFK-Anteilen voraussichtlich erst ab 2027 zur Entsorgung anfallen und aktuell intensiv an tragfähigen Lösungen zum Rückbau von Windenergieanlagen und besonders zur Entsorgung der dabei anfallenden Rotorblätter gearbeitet wird, gehen wir davon aus, dass bis zu diesem Zeitpunkt ein standardisiertes Verfahren zum Rückbau von Windenergieanlagen sowie geeignete Entsorgungslösungen für CFK-haltige Segmente entwickelt und etabliert sein werden. Unter anderem hat das Umweltbundesamt Anfang 2020 ein Forschungsvorhaben zur Entwicklung von Rückbau- und Recyclingstandards für Rotorblätter ausgeschrieben (UFOPLAN-Vorhaben – Förderkennzeichen FKZ 3720 31 301 0). Mit der Durchführung des im Juli 2020 gestarteten Vorhabens wurde der am Karlsruher Institut für Technologie angesiedelte ThinkTank „Industrielle Ressourcenstrategien“ beauftragt.

Vor dem Hintergrund des zunehmenden Einsatzes von Faserverbundwerkstoffen in vielen Wirtschaftsbranchen kommt der Frage einer ordnungsgemäßen und schadlosen Entsorgung eine stetig steigende Bedeutung zu. Aktuell ist die Entsorgung jedoch noch nicht für alle betreffenden Materialströme, vor allem für carbonfaserhaltige

Kunststoffe und Betone, ausreichend sichergestellt. Zudem besteht bei faserhaltigen Abfällen weiterhin Klärungsbedarf zu Fragen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes.

Einen guten Überblick über das Thema „Entsorgung faserhaltiger Abfälle“ bietet der Abschlussbericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) vom Juli 2019.²

Brände bei Windkraftanlagen

Bei jedem Haus- oder Industriebrand entstehen je nach Brandbedingungen und den am Brand beteiligten Materialien eine Vielzahl von Schadstoffen. Beispiele sind Kohlenmonoxid (CO), Ruß, Salzsäure (HCl) oder Blausäure (HCN) sowie Dioxine. Bei starker Rauchbildung werden in der Regel die Anwohner in unmittelbarer Nähe zum Brandort vorsorglich gebeten, Fenster und Türen geschlossen zu halten. Anschließende Luftmessungen ergeben auf Grund der hohen Verdünnung in der Umgebungsluft in den meisten Fällen keine kritischen Schadstoffkonzentrationen. Beim Brand von Windkraftanlagen (WKA) wird dieser Effekt wegen der Höhe der Brandquelle und den Abständen zur Wohnbebauung verstärkt.

Eine 2018 veröffentlichte Studie³, kommt zu dem Ergebnis, dass es an WKA in dem Betrachtungszeitraum 2005 - 2015 deutschlandweit durchschnittlich zu 6,3 Bränden pro Jahr kam. Die von Ihnen genannte Dokumentation von WKA-Unfällen⁴ der Bundesinitiative Vernunftkraft kommt auf durchschnittlich 4,3 Bränden pro Jahr für den Zeitraum April 2005 - Juni 2020. Bezogen auf die Gesamtanzahl der in Deutschland betriebenen WKA (Annahme durchschnittlich 23.000 WKA) bewegt sich die Anzahl der Brände mit einem Anteil von unter 0,03 % damit auf einem sehr niedrigen Niveau.

Bei Brandereignissen an WKA unterscheidet man zwischen dem Vollbrand der Gondel und Rotorblätter sowie Klein- beziehungsweise Schwelbränden. Vollbrände sind aufgrund ihrer Höhe für die Feuerwehr nicht löscher. Bei einem Vollbrand sichert die Feuerwehr daher die Gefahrenstelle und lässt die Anlagenteile kontrolliert abbrennen. Herabstürzende Anlagenteile werden gelöscht.

² https://www.laga-online.de/documents/bericht-laga-ausschuss-entsorgung-faserhaltige-abfaelle_juli-2019_1574075541.pdf

³ Brandereignisse an Windenergieanlagen (WEA) pro Jahr in Deutschland (Quelle: Lettmann, A., Sesselmann, J., Kawohl, A. (2018), S. 13).

⁴ <https://www.vernunftkraft.de/unfaelle-mit-windkraftanlagen/>

Bei Kleinbränden im Innenbereich kann durch Abdichten der Belüftungsöffnungen und der Türen die Sauerstoffzufuhr zum Brandherd unterbunden und damit das Feuer gelöscht werden. CBRN⁵-Einsätze werden beim Brand einer WKA nicht durchgeführt, da Carbonfasern nicht den CBRN-Substanzen zugeordnet werden.

Maßnahmen zum vorbeugenden, organisatorischen und abwehrenden Brandschutz sind in einem Brandschutzkonzept zu beschreiben, welches im Rahmen der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung von WKA vom Antragsteller vorzulegen ist.

Gesundheitlichen Auswirkungen von Bränden bei Windkraftanlagen

Beim Abbrand von CFK-Material können sich unter ungünstigen Umständen lungengängige Faserbruchstücke bilden. Das Luftwaffenamt der Bundeswehr hat sich aufgrund verschiedener Brandereignisse, bei denen auch CFK-haltige Bauteile betroffen waren, mit der Gefährdung von Einsatzkräften vor Ort durch sogenannte fiese Fasern beschäftigt und beschreibt konkrete Maßnahmen, um diese Gefährdung zu reduzieren. Dabei wurde mit Hilfe personenbezogener Messungen die Faserausbreitung an der Unfallstelle untersucht. Auf Grundlage der gemessenen Werte konnte über eine Modellrechnung festgestellt werden, dass bei den Untersuchungen der Flugunfälle der Grenzwert für eine erhöhte Faserkonzentration von 1.000 Fasern pro Kubikmeter in einer Entfernung von etwa 16 m unterschritten wird.⁶ Daher wird in der Regel ein Mindestabstand von 20 m gewählt, um Personen zu schützen, die keine Schutzausrüstung tragen, wenn gleichzeitig mit abgebrannten CFK-Teilen hantiert wird.

Zum Vergleich: Für Asbest gelten gemäß der TRGS 910 am Arbeitsplatz derzeit folgende Konzentrationswerte: Akzeptanzkonzentration 10.000 Fasern pro Kubikmeter und Toleranzkonzentration 100.000 Fasern pro Kubikmeter. Da es sich bei Asbest um ein natürlich vorkommendes Mineral handelt, ist es auch in der Umwelt vorhanden. Als natürliche Hintergrundbelastung wurde eine Faserkonzentration von 100 bis 150 Asbestfasern pro Kubikmeter Luft festgestellt.⁷

⁵ CBRN = Chemische, biologische, radiologische, nukleare Substanzen

⁶ Autoren: S. Eibl, N. Scholz, J. Ortner

Zeitschrift: Flugsicherheit, Sonderausgabe 2019: Gefahren und Verfahren an Flugunfallstellen, Herausgeber: Luftwaffenamt der Bundeswehr Abteilung General Flugsicherheit, Luftwaffenkaserne Wahn 529, 51127 Köln
„Bewertung und Eindämmung von Gefahren durch lungengängige Kohlenstofffasern nach einem Luftfahrzeugabsturz, Seite 12 -17.

⁷ https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_9_asbest.pdf

Während eines Brandes ist das Risiko, einer kritischen Faserkonzentration gegenüber ausgesetzt zu sein, gering, da der thermische Auftrieb der heißen Verbrennungsgase diese Fasern nach oben hin mitreißt und großflächig verteilt. Die Fasern sind luftgetragen und werden dadurch auf unkritische Konzentrationen ($<1000 \text{ F/m}^3$) verdünnt. Dieser Effekt wird durch die Höhe der Brandquelle bei Windkraftanlagen noch verstärkt. Verglichen mit den Ergebnissen aus den Flugunfalluntersuchungen (Überschreitung Grenzwert von 1.000 Fasern/m^3 in 16 m Entfernung zur Unfallstelle) ist beim Brand von Windkraftanlagen, mit Abständen zur Wohnbebauung von mehreren hundert Metern, nicht mit einer Gefährdung der Anlieger zu rechnen.

Von einer flächendeckenden kritischen Kontamination der Umwelt mit CFK-Fasern nach dem Brand einer WKA ist auf Grund der sehr geringen Konzentrationen der freigesetzten Fasern derzeit nicht auszugehen. Maßnahmen zum Zivilschutz sind auf Grund der Menge der freigesetzten Faser und gleichzeitiger Verdünnung (luftgetragene Fasern) nicht erforderlich. Um die Gefahren weiter zu minimieren, ist zu empfehlen, den Boden an Stellen herabgestürzter, verbrannter Anlagenteile oberflächlich um das verbrannte CFK-Material abzutragen und zu entsorgen.

Die Kosten einer solchen Entsorgung sind vom Betreiber einer WKA zu übernehmen, der auch für allen anderen Schäden, die durch die WKA verursacht werden können, haftet.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass beim Brand von WKA CFK-Fasern und andere Schadstoffe freigesetzt werden. Durch die Höhe der Brandquelle und die anschließende Verdünnung über den Luftweg, sind keine gesundheitsgefährdenden Umweltbelastungen zu erwarten.

Mit freundlichen Grüßen
gez. Martin Eggstein
Ministerialdirigent