BI keine Windkraft im Emmertal e.V.
Unserer Heimat, unserer Natur,
unserer Gesundheit und unserer Zukunft zu Liebe!
IBAN: DE71254501100031028202
www.keinewindkraftimemmerthal.de

VERNUNFTKRAFT.
Bundesinitiative für vernünftige Energiepolitik
www.vernunftkraft.de

Informationssammlung zum Thema „Fiese Faser“ Carbon (CFK)

Hauptthemengebiete:

Gefährdungsanalyse Carbon "Fiese Fasern"

Bundeswehr Berichte (Übungen)

Deutsche Feuerwehr-Zeitung Fachberichte

Unfallliste WKA in Deutschland / Verdacht Freisetzung "fiese Fasern"

WKA-Hersteller Unterlagen mit Hinweisen auf CFK

Fragenkataloge zum Thema Carbon

Sonstige Veröffentlichungen zu Gefahren durch CFK

Der WKA-Unfall Illschwang. Beseitigung von Rotorblattfaserresten (CFK) durch Kinder der Jugendfeuerwehr 2018 !!!

WINDKRAFTANLAGEN MIT RISIKO?

Vorwort

Diese Präsentation soll allen betroffenen Bürgern dazu dienen, die Diskussion und Forderung zur Aufklärung bzgl. CFK in Windkraftanlagen gegenüber:

- **Verwaltungs- u. Genehmigungsbehörden**
- **Betreibern von WKA**
- **Herstellern von WKA**

(Beispiele siehe Tabelle am Ende der Präsentation)

einzufordern.

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Inhalt:

Unfallhäufigkeit Brand

Ereignis Brand Windkraftanlage Hohe

Ereignis Hubschrauberabsturz bei Aerzen

Was ist das Besondere an Faserverbundwerkstoffen?

Wie zeichnet sich das besondere Verhalten der Kohlenstofffasern aus?

Gefährdete Personengruppen

Berichte zu CFK Feuerwehrfachzeitschrift

Ermittlung der Faserkonzentrationen?

Warum geht die Gefahr auch von Windkraftanlagen aus?

Beispiel Angaben über CFK in Rotorblättern

Welches Szenario ist zu erwarten und worin liegt die Gefahr?

Übersicht Windkraftanlagen von Firma NORDEX und VESTAS im Landkreis Hameln-Pyrmont

Kritische Ausbreitungskorridore bei einem möglichen WKA-Brand am Beispiel Windindustriegebiet Grohnde - Kirchohsen

Vereinbarkeit mit dem Bundes-Immissionsschutzgesetz?

Publikationen zum Thema Risiken durch „Nanotubes“

Links zu weiteren Informationen

2021-05-01

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Warum eine Betrachtung und Erörterung dringend geboten ist?

Datum	Ort/Windpark	Bundesland	Störfall	Störfallart B	GRBA	TF	TA	KU	S	Anlagentyp	Baujahr
Legende Störfallart:				B = Brand,	GRBA = Gondel/Rotorblatt Abwurf,	TF = Tur					
			Störfallhäufigkeit	82	78	18	11	16	17	(Teilweise Kombinationen vorhanden)	
		Ereignisse 2021		1	1	0	0	0	1		
21.01.2021	Windpark Jeggeleben	Sachsen-Anhalt	Abbruch Rotornabe und Flügel		X					NEG Micon NM82/1500	2003
20.01.2021	Windrad Sebbel Hullern	Nordrhein-Westfalen	Rotorblattschaden (12.2020)						X	VESTAS V150 4,2 MW	2020
12.01.2021	Windpark Hehlen-Hohe	Niedersachsen	WKA brennt nieder	X						Gamesa G80, 2,0 MW	2004
		Ereignisse 2020		5	7	0	0	0	8		
2020.??.??	WP Rote Steige/Mainhardr	Baden-Württemberg	Massiver Rotorblattschaden						X	VESTAS V136 3,45MW	2017
2020.??.??	WP Kohlenstraße	Baden-Württemberg	Massiver Rotorblattschaden						X	VESTAS V136 3,45MW	2017
25.11.2020	WP Harsum-Schellerten	Niedersachsen	Rotorblatt bricht ab		X					Nordex N131 (3,6 /4,8 ?)	2019
15.11.2020	Testfeld Grevenbroich	Nordrhein-Westfalen	Vertikalachser Rotorarm bricht ab		X					Agile Wind Power Vertical Sky A32	09.2020
11.10.2020	WP Schwanebeck	Sachsen-Anhalt	Rotornabe bricht komplett ab		X					VESTAS V80 oder V90?	2003
13.09.2020	WP Fiefbergen (WKA 2)	Schleswig Holstein	WKA Brennt nieder	X						Tacke TW 1,5s	1999
30.07.2020	WP Grohnde	Niedersachsen	Massive Rotorblattschäden an WKA 02						X	VESTAS V136 3,45MW	2018
18.07.2020	Windpark Marsberg	Nordrhein-Westfalen	Kran gerät in Hochpannungsleit.						X		
15.07.2020	Diverse WKA- Standorte	Thüringen	Rotorblattschäden						X	VESTAS V136 3,45MW	????
02.07.2020	WP Felgenwald	Hessen	Massive Rotorblattschäden an 2 WKA						X	VESTAS V136 3,45MW	2018
02.06.2020	Windpark Kümper	Nordrhein-Westfalen	Rotornabe bricht komplett ab		X					NEG Micon NM60/1000) oder Enercon E-53 ?	2001 2011
23.04.2020	Borkum Riffgrund 1	Niedersachsen	Schiffskollision mit WKA						X	Siemens SWT-4.0-120	2015
20.04.2020	Windpark Haltern	Nordrhein-Westfalen	Rotorblatt bricht ab		X					Senvion 3.2M114	2014

In der Häufigkeit der erfassten Unfallereignisse an WKA nehmen die Brände den 1. Platz ein!

Störfall	Störfallart B	GRBA	TF	TA	KU	S	Anlagentyp	Baujahr	Mehr Information unter Link:
Legende Störfallart:	B = Brand,	GRBA = Gondel/Rotorblatt Abwurf,	TF = Turmfall,	TA = Tödlicher Arbeitsunfall,	KU = Kranunfall,	S = Sonstiges			
Störfallhäufigkeit	82	78	18	11	16	17	(Teilweise Kombinationen vorhanden)		Rot gekennzeichnete WKA-Unfälle: Verdacht Freisetzung auf Carbon "fiese Fas

2021-05-01

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

So ereignete sich am 12. Januar 2021 in der unmittelbaren Umgebung von Hohe, Gemeinde Bodenwerder, ein zweiter Brand an einer WKA innerhalb eines Jahres. Die lokalen Nachrichten wie die DEWEZET berichteten.

DEWEZET

DIE TAGESZEITUNG FÜR DAS WESERBERGLAND · 1848

Mittwoch, 13. Januar 2021 — Deister- und Weserzeitung

WIE VOR EINEM JAHR

Schon wieder brennt ein Windrad

Sorge um Schadstoffausbreitung – ABC-Zug der Feuerwehr im Einsatz

Löschversuche zwecklos

Zum zweiten Mal innerhalb eines Jahres brennt ein Windrad bei Hohe / Behörden warnen Bevölkerung

Um 13.23 Uhr wurden die Wehren zu dem Feuer an der Windkraftanlage alarmiert, gegen 17 Uhr war ihr Einsatz beendet. FOTO: GL

Quelle: DEWEZET

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Bei einem Brand an einer der VESTAS oder NORDEX Windkraftanlagen im Landkreis Hameln-Pyrmont wären die Folgen und Probleme um einige Dimensionen größer.

Warum werden sich viele Bürger fragen?

Erinnern wir uns hierzu einmal an den Hubschrauberabsturz bei Aerzen im Jahr 2019. Auch hier berichtete damals die DEWEZET.

Gefährlicher Löscheinsatz

ABC-Einheiten bauen Dekontaminationsplatz auf – und reinigen Feuerwehrleu

VON ULRICH BEHMANN

DEHMKE. „Wir haben gegrillt und die Hubschrauber fliegen sehen“, erzählt Andrea Weber aus Dehmke. Sie habe kurz darauf das Geschirr ins Haus gebracht. „Als ich wieder nach draußen kam, war oben am Wald eine große Rauchsäule zu sehen. In dem Feld lief jemand. Wir haben gedacht: Gott sei Dank ist der Pilot rausgekommen. Der Mann habe sich kaum auf den Beinen halten können – er sei mehrere Male hingefallen, berichtet die Augenzeugin. Der 26 Jahre alte Soldat soll noch selbst via Handy Hilfe angefordert haben. Für die Pilotin (25) kommt jede Hilfe zu spät.

Es ist 13.52 Uhr, als der erste Notruf bei der Leitstelle in Hameln eingeht. Schnell ist klar: Oberhalb von Dehmke ist ein Hubschrauber abgestürzt. Das Wrack steht in Flammen. Ein Notarztteam und Rettungswagen der Feuerwehr Hameln und des Deutschen Roten Kreuzes und fünf Feuerweh-

Am Absturzort – Feuerwehrleute aus Aerzen bereiten einen Löschangriff vor. Der Hubschrauber ist zerschellt. FOTO: UBE

VON ULRICH BEHMANN

DEHMKE. Die Szenen, die sich am Dienstag oberhalb von Dehmke abspielen, muten gespenstisch an. Menschen, die graue Schutzanzüge, Gummihandschuhe und Atemmasken tragen, gehen durch ein Getreidefeld. Es sind Mitglieder der Expertengruppe einer militärischen Abteilung, die dem Luftfahrtamt der Bundeswehr unterstellt ist. Die Flugunfall-Ermittler suchen nach Spuren. Noch ist die Unglücksursache völlig unbekannt. „Spekulationen über den Unfallhergang verbieten sich“, sagte eine Sprecherin des Heeres auf Nachfrage der Dewezet. In der Nähe eines Hochsitzes ist auf dem Feld ein schwarzer Fleck zu sehen. Dort ist am Montag kurz vor 14 Uhr ein Schu-

Unsichtbare Gefahr im Sperrbezirk

Nach Absturz – Pilot und Einsatzkräfte dekontaminiert / Unglücksursache noch unbekannt

In der Nähe der Absturzstelle bei Dehmke – auf einem Schild warnt die Bundeswehr: „Vorsicht, Schusswaffengebrauch“. FOTO: DRK

Kleinste Carbon-Partikel frei- Verbrennung eine Gefähr- tag Wischproben In zwei drei sicht Schusswaffengebrauch “

Quelle: DEWEZET

2021-05-01

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

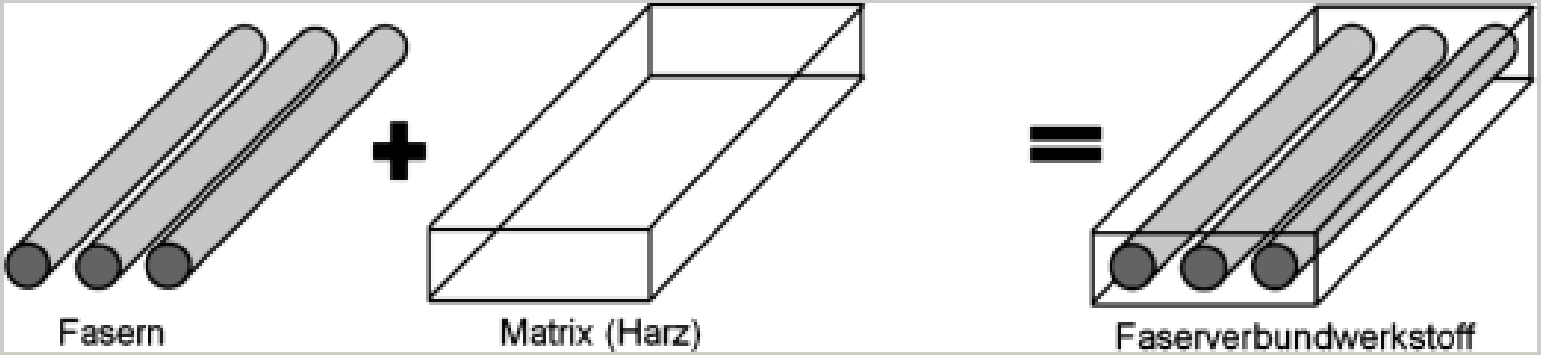
Erkenntnis:

Durch den tragischen Hubschrauberabsturz 2019 bei Aerzen erfahren die Bürger, dass bei der Verbrennung von carbonfaserverstärkten Kunststoffen sogenannte „Fiese Fasern“ freigesetzt werden!

> „Carbon-Fasern sind so fein, dass sie über Haut und Lunge in den Körper gelangen können.“
>
> Michael Wömpener
> Brandoberinspektor

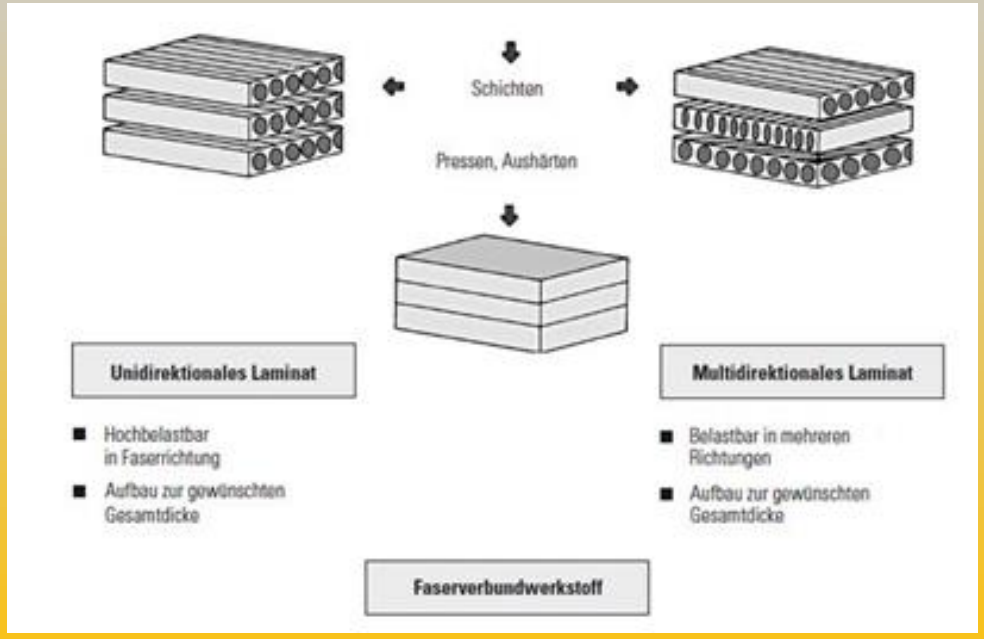
Quelle:
DEWZET Bericht vom 3. Juli 2019

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.



Was ist das Besondere an Faserverbundwerkstoffen?

Faserverbundwerkstoffen bestehen grundsätzlich aus zwei Komponenten: Der **Faser** und der **Matrix,** z. B. Harz



Wie zeichnet sich das besondere Verhalten der Kohlenstofffasern aus bei Bränden?

Während sich die Kunststoffmatrix typischerweise
bei Temperaturen unterhalb 400 °C zersetzt,
sind Kohlenstofffasern in Kontakt mit Luft bis ca. 650 °C stabil.

Bei hohen Temperaturen bzw. Brandlasten können
die Fasern aus der Kunststoffmatrix freigesetzt werden.

Gleichzeitig werden sie in einer Art und Weise abgebaut, dass sich der Faserdurchmesser von 5 µm bis 9 µm auf unter 3 µm verringert und die Fasern in einzelne Stücke brechen.

Hinzu kommt, dass sich an der Oberfläche der Einzelfasern toxische Verbrennungsprodukte aus der Matrix, wie z. B. Rußе, anlagern und zu einer zusätzlichen Reizung der Atemwege, der Haut und der Augen führen, und natürlich durch die Fasern selbst.

Derartige Faserbruchstücke können länger als 5 µm, dünner als 3 µm sein und ein Längen-Dicken-Verhältnis von größer 3 zu 1 aufweisen. Bei diesen Faserdimensionen handelt es sich nach der Definition durch die World Health Organisation (WHO) um lungengängige Fasern, die möglicherweise krebserzeugend sind.
Diese **Faserfragmente können in die feinen Lungenbläschen eindringen**. **Sie können** jedoch aufgrund ihres sperrigen Charakters **nicht** durch die natürlichen Reinigungsmechanismen des Körpers **ausgeschieden werden und verbleiben auf Dauer im Körper.**

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Für welche Personengruppen ergibt sich aus den bislang gewonnen Erkenntnissen eine Gefährdungslage mit den bislang wenig bekannten Risiken?

Alle Personen die in die direkte Nähe des Brandes kommen:

- Einsatzkräfte, wie z.B. Hilfs- und Bergungsmannschaften (Feuerwehr, Polizei, Sanitäter, THW usw.)
- Servicepersonal der Windkraftanlagen
- Zivilbevölkerung der direkten Umgebung
- Mitarbeiter von Entsorgungsunternehmen
- Agrar-Mitarbeiter der landwirtschaftlich genutzten Flächen
- Berichterstatter

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Berichte zum Thema carbonfaserverstärkte Kunststoffe und Fiese Fasern sind schon 2014 erschienen in einschlägigen Fachzeitschriften der Feuerwehren. <u>Windkraftanlagen</u> sind auch dort als mögliche Quelle genannt (Ausgabe 6/2014)!!!

2021-05-01

Ermittlung der Faserkonzentrationen?

(Auszug Fachzeitschrift Brandschutz 6/2014)

Problematisch bei der Bestimmung der freigesetzten Fasermenge ist die gleichzeitige Bildung von Ruß, der hier vor allem aus dem Abbrand des Flugkraftstoffes stammt.

Ruß, der sich auf den Probenahmefiltern abscheidet, überdeckt die freigesetzten Kohlenstofffasern und macht eine quantitative Auswertung unmöglich. Aus diesem Grund lassen sich für die personenbezogenen und stationären Probenahmen, die zum Teil den Rauchschwaden ausgesetzt waren, keine zuverlässigen Faserkonzentrationen ermitteln. Es kann lediglich festgestellt werden, dass Fasern mit kritischen Dimensionen im Rauch enthalten sind.

Ermittlung der Faserkonzentrationen?

(Fortsetzung)

Es ist zu betonen, dass die Fasern für das bloße Auge nicht sichtbar sind, und der Rauch nur indirekt als Orientierung für die Ausbreitung der Fasern dient. Die Untersuchung der Filter, die sich auf der windabgewandten Seite zum Brandherd befanden, zeigten keine Fasern. Die Fasern breiten sich damit bevorzugt in Windrichtung und durch den thermischen Auftrieb zunächst nach oben aus.

Die personenbezogenen Messungen am Flugunfalluntersucher, der nach dem Abbrand mit geschädigtem CFK-Material hantiert, zeigen Faserkonzentrationen im Bereich von 90 000 Fasern pro Kubikmeter. Vergleichbare Faserkonzentrationen wurden ebenfalls bei einem Absturz und vollständigen Ausbrand eines vorwiegend aus CFK gefertigten Luftfahrzeuges ermittelt. Damit ist festzuhalten, dass lungengängige Fasern vor allem beim Hantieren mit dem abgebrannten Material eine Gefahr darstellen können.

Warum geht die Gefahr auch von Windkraftanlagen aus?

WKA-Herstellerfirmen wie NORDEX und VESTAS verbauen große Mengen Carbon-Materialien in deren Rotorblättern.
Diese Tatsache geht als Beispiel aus dem Produkthandbuch der Firma VESTAS hervor:
http://www.vestas.de/~/media/germany/brochures/2017/3_mw_produkt_broschuere_de_2017.pdf

Betroffene WKA-Typen sind z. B. V90, V112, V126, V136 usw.

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Beispiel der Firma NORDEX:
Der Anlagentyp N117, 2,4 MW bringt es auf einen Carbonanteil von 5.600 kg in den Rotorblättern.

G4-EN1

ZUSAMMENFASSUNG DER HAUPTMATERIALIEN FÜR DIE ANLAGE N117/2400 EXKL. FUNDAMENT IN TONNEN UND PROZENT

Turmhöhe	91 m	120 m	141 m	91 m	120 m
Material*	Anteil (in t)			Anteil (in %)	
Stahl	320,1	499,1	293,6	85,0	89,8
Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)	22,2	22,2	22,2	5,9	4,0
Elektronik	14,2	14,2	14,2	3,8	2,5
Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK)	5,6	5,6	5,6	1,5	1,0
Kernmaterial (Balsaholz und PET-Schaum)	4,4	4,4	4,4	1,2	0,8
Aluminium	2,8	3,2	4,0	0,7	0,5
Kupfer	2,6	2,6	2,6	0,7	0,5
Betriebsflüssigkeiten	1,7	1,7	1,7	0,4	0,3
Beton	0,0	0,0	841,5	0,0	0,0
Andere	3,2	3,4	3,8	0,8	0,6
Summe	376,8	556,4	1.193,6	100	100

* Aufgrund der jeweils stark variierenden Fundamente erfolgt die Detaildarstellung der Materialzusammensetzung ohne Fundament.

2.2.2 Änderungsumfänge N117/2400

Rotorblatt NR58.5 – Innovativer Schlüssel für Plattform-Erweiterung

NORDEX We've got the power.

Erfolgsfaktoren

- Strukturelle & aerodynamische Auslegung basierend auf den Erfahrungen aus den voll-umfänglich zertifizierten Eigen-Entwicklungen NR45 und NR50
- **Einsatz von Karbonfasern (CFK)** in den Gurten des **neu entwickelten Rotorblattes NR58,5** als Schlüssel zur Gewichtsreduzierung
- **+17% Rotorduchmesser** bei gleichzeitiger **Reduktion der Rotormasse um 1500kg**
- Entwicklung des **Fertigungskonzeptes in Kooperation** mit Carbon-Spezialist **SGL Carbon**

	NR45	NR50	NR58.5
WEA Typ	N90	N100	N117
Länge	43.8 m	48.8 m	57.3 m
Masse	10,300 kg	11,000 kg	10,500 kg
Max. Chord	3220 mm	3700 mm	3496 mm
Vorbiegung	1500 mm	2000 mm	2000 mm
Projizierte Oberfläche	93 m²	116 m²	121 m²
Anzahl der Bolzen	64 (M36)	64 (M36)	64 (M36)
Bolzenkreis-Durch-messer	2300 mm	2300 mm	2300 mm
Materialien	GFK	GFK	GFK und CFK

N117/2400 | Nordex SE | Hamburg | 09/2011 21

2021-05-01

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Im Rahmen der Antragstellung und Baugenehmigung des Windindustriegebietes Grohnde wurden (bewusst?) vom Hersteller VESTAS und auch von der Projektfirma Ebert Erneuerbare Energien (EEE) Informationen über die verbauten Carbon-Materialien zurückgehalten.

Die Betreiber, Projektierer und Anlagenhersteller verweigern Informationen und stufen die verbauten Materialien als Betriebsgeheimnis ein.

(DEWEZET-Bericht vom 20. Juli 2019 „Sind Carbonfasern in den Rotoren?“)

Die Folge hieraus ist:

Umweltbehörden, Genehmigungsbehörden und Hilfskräfte haben keine belastbaren Informationen über verbautes CFK-Material und dessen Gefahren bei einem Brandeinsatz.

(DEWEZET-Bericht 20. Juli 2019 „Sind Carbonfasern in den Rotoren?“)

2021-05-01

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Übersicht Windkraftanlagen von Firma NORDEX und VESTAS im Landkreis Hameln-Pyrmont

Name	Baujahr	Gesamt-leistung (MW)	Anzahl	Typ (WKA)	Ort	Land-kreis	Koordinaten	Projektierer / Betreiber	Bemerkungen
Windkraftanlagen Afferde	2017	6,6	2	Vestas V126-3.3MW (1×) Nordex N131/3300 (1×)	Afferde	HM	52° 6' 11" N, 9° 25' 28" O	Landwind	
Windpark Coppenbrügge	2015	40,55	15	Enercon E-101 (7×) Nordex N117/2400 (8×)	Coppenbrügge	HM	52° 7' 22" N, 9° 30' 5" O	Windwärts	
Windpark Grohnde-Kirchohsen	2018	27,6	8	Vestas V136-3.45MW (8×)	Grohnde Kirchohsen	HM	52° 1' 4" N, 9° 22' 30" O	Ebert Erneuerbare Energien	
Windpark Groß Hilligsfeld[57]	2017-2018	9,9	3	Nordex N131/3300 (3×)	Groß Hilligsfeld	HM	52° 8' 0" N, 9° 25' 21" O	Landwind	
Windpark Lachemer Forst	2000 2018	10,35	3	Vestas V126-3.45MW (3×)	Egge	HM	52° 6' 10" N, 9° 11' 19" O	EBV	2018 Repowering (3× Vestas V126-3.45MW statt 3× Enron Wind 1.5s)

Quelle: Wikipedia
Liste von Windkraftanlagen in Bremen, Hamburg und Niedersachsen

Welches Szenario ist zu erwarten?

Sollte es zu einem Brand an einer WKA kommen, liegt der Brandherd in 150 bis 217 m Höhe über Grund.

Keine Feuerwehr ist in der Lage einen WKA-Brand zu löschen!

Man spricht seitens der Feuerwehr von einem kontrollierten Abbrennen der WKA.

Was aber ist mit den „Fiesen Fasern“, die unkontrolliert in die Luft gelangen?

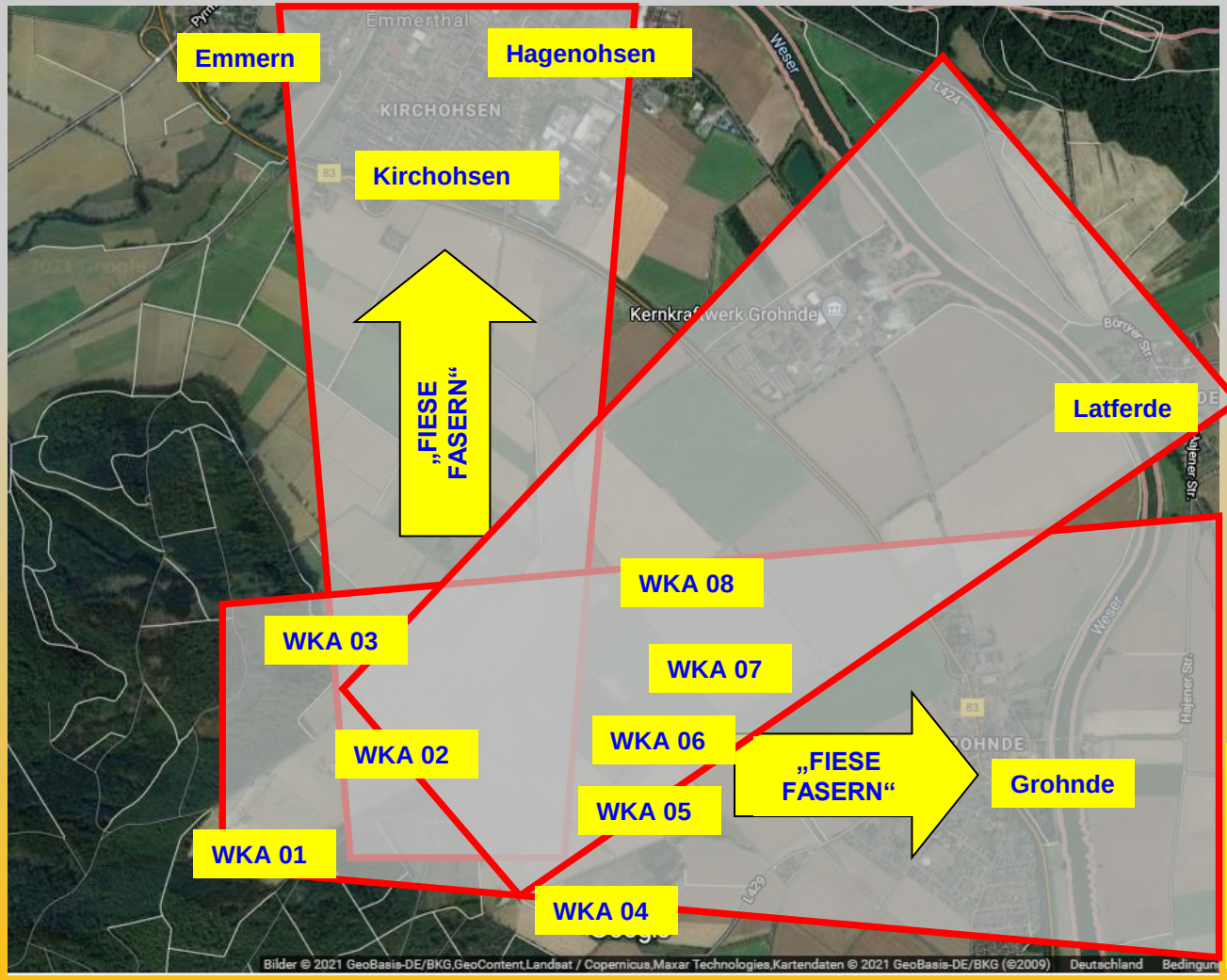
Worin liegt die Gefahr beim Brand an einer WKA?

„Fiese Fasern“ würden
großräumig in Abhängigkeit der
Windrichtung und –stärke
die Umgebung kontaminieren.

„Fiese Fasern“ sind feinste lungengängige Fasern. Es ergibt sich die Frage, ist ein Schließen von Fenstern und Türen eine ausreichende Schutzmaßnahme, um die Bevölkerung vor Kontamination und Inkorporationen zu schützen bzw. zu bewahren?

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Betrachtung: Kritische Ausbreitungskorridore bei einem möglichen WKA-Brand!



Die Hauptwindrichtung am Standort Grohnde ist Südost bis Südwest!

2021-05-01

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Es stellt sich die Frage:

Wie konform geht die Genehmigung von Windkraftanlagen und Umwelt, unter Berücksichtigung des Bundes-Immissionsschutzgesetz bei der Verwendung von carbofaserverstärkten Kunststoffen?

§ 1 BImSchG lautet:

(1) Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.

(2) Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, dient dieses Gesetz auch

- der integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen, sowie

- dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden.

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Windkraftanlagen mit CFK Materialien in den Rotorblättern.

Details und weitere Informationen sind beim Hersteller oder Genehmigungsbehörde zu erfragen!

Übersicht WIndkraftanlagen mit Hinweisen auf CFK Materialien.

Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Richtigkeit der Anlagentypen/Hersteller

Hersteller	Typ-Bauserie	CFK	Bemerkung/Quellinformation
Acciona Windpower	AW 1500	Ja	Jahrbuch Windenergie 2011
Acciona Windpower	AW 3000	Ja	Jahrbuch Windenergie 2011
AREVA Wind GmbH	Multibrid 5000	Ja	Jahrbuch Windenergie 2011
Dewind	D8.2	Ja	Jahrbuch Windenergie 2011
Dewind	D9.0	Ja	Jahrbuch Windenergie 2011
Dewind	D9.1	Ja	Jahrbuch Windenergie 2011
Dewind	D9.2	Ja	Jahrbuch Windenergie 2011
Enercon	E-103-EP2	Ja	Jahrbuch Windenergie 2019
Enercon	E-126 EP3	Ja	Windindustrie Deutschland
ENO	126 4000	Ja	Jahrbuch Windenergie 2019
ENO	126 4800	Ja	Jahrbuch Windenergie 2019
Gamesa	G87-2.0 MW	Ja	WIND ENERGY MARKET 2009
Gamesa	G90-2.0 MW	Ja	WIND ENERGY MARKET 2009
Nordex	N117 2400 IEC3a	Ja	Jahrbuch Windenergie 2015
Nordex	N117 3000 IEC2a	Ja	Jahrbuch Windenergie 2015
Nordex	N131 3000 IEC3a	Ja	Jahrbuch Windenergie 2015
Nordex	N131 3300	Ja	Nordex Beschreibung tech. Beschreibung
Nordex	N131 3300 DIBt S	Ja	Windindustrie Deutschland
Nordex	N131 3900 IEC S	Ja	Jahrbuch Windenergie 2017
Nordex	N146 4,0 -4,5 MW	Ja	Jahrbuch Windenergie 2019
Nordex	N149/5x	Ja	Nordex Pressemitteilung 2019-08-14
Nordex	N163/5.X	Ja	EE NEWS Pressemitteilung 2019-08-20
Siemens	SWT 3.15-142	Ja	Jahrbuch Windenergie 2017
Siemens Gamesa RE	SG 4.5-155	Ja	Jahrbuch Windenergie 2018
VESTAS	V90	Ja	
VESTAS	V112	Ja	Laut Flyer Windstark: Tragbalken aus überwiegend Carbonfasern.
VESTAS	V117	Ja	
VESTAS	V126	Ja	
VESTAS	V136 3.45 / 3.6 MW	Ja	
VESTAS	V150	Ja	VESTAS Datenblatt
VESTAS	V162-5,6 MW	Ja	VESTAS Datenblatt

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Publikationen zum Thema Risiken durch „Nanotubes“

Nanotubes

BUND warnt vor Risiken durch Nanotubes

10.05.12 | Redakteur: Wolfgang Ernhofer

Mithilfe der Nanotubes soll z.B. das Rotoren-Gewicht von Windkrafträdern verringert werden. (Bild: Bayer Material Science)

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) und die Coordination gegen Bayer-Gefahren kritisieren die geplante Genehmigung einer Produktionsanlage für Carbon Nanotubes (CNT) in Laufenburg am Oberrhein.

Köln – Mehrere Umweltverbände und Privatpersonen hatten Einwände gegen die Genehmigung der Nanotubes-Produktionsanlage in Laufenburg eingereicht.

"Ein mit Nanotubes vergleichbares Material kommt in der Natur nicht vor. Der derzeitige Wissensstand zum Gefahrenpotential von CNT ist zudem gering - dies ist angesichts einer geplanten Großproduktion nicht zu akzeptieren," sagte Claudia Baitinger, Chemieexpertin des BUND.

Die derzeit gültigen Umwelt- und Arbeitsschutzgesetze seien geschaffen worden, als Nanoteilchen noch nicht großtechnisch produziert wurden. Die Genehmigungsverfahren für die Anlagen in Leverkusen oder Laufenburg seien daher mit den bestehenden Regelungen nicht beherrschbar.

Nanotubes-Versuchsanlagen in Leverkusen und Laufenburg

Die Laufenburger Anlage, die von der Firma H.C. Starck im Auftrag von Bayer MaterialScience betrieben wird, hatte im Jahr 2006 eine befristete Genehmigung als Versuchsanlage erhalten. Die Produktion soll nun von 30 auf 75 Tonnen pro Jahr ausgeweitet werden und eine dauerhafte Genehmigung erhalten. Bayer selbst betreibt in Leverkusen ebenfalls eine Versuchsanlage, die sogar eine maximale Kapazität von 200 Jahrestonnen besitzt. Da diese laut BUND nicht wie geplant funktioniert, soll nun auf die Anlage in Laufenburg ausgewichen werden.

Nanotubes für den Anlagenbau

Die von Bayer MaterialScience produzierten Carbon Nanotubes (CNTs), winzige Röhrchen aus Kohlenstoff, sollen nach Angaben von Bayer in Lacken, beim Bau von Rotorblättern und in Sportartikeln eingesetzt werden. Nach Informationen von BUND, zeigen Tierversuche, dass bestimmte CNTs die Entstehung von Krebs ähnlich wie Asbestfasern begünstigen können. DNA-Schäden der Aorta sind ebenso möglich wie eine Beeinträchtigung der Lungenfunktion. Nanotubes können vom Körper sowohl über die Atemwege als auch über die Haut aufgenommen werden.

L.JNIVERSIM==>

MEDIZIN IM FOKUS

FACHTHEMA

Workshop ‚Lunge - Umwelt - Arbeitsmedizin" 2017

Gesundheitsgefährdung durch lungengängige Kohlenstofffasern beim Abbrand von Carbonkunststoffen

JATROS, 04.05.2017

Autor:
Prof Dr. Sebastian Eibl
Wehrwissenschaftliches Institut für
Werk- und Betriebsstoffe
Deutsche Bundeswehr. Erding
E-Mail: sebastianeibl@bundeswehr.org

PNEUMOLOGIE

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) - häufig als .Carbon" bezeichnet - stellen einen wichtigen Leichtbauwerkstoff dar. Sie finden neuerdings nicht nur in modernen Luftfahrzeugen mehr Verwendung, auch die Automobilindustrie setzt zunehmend auf eine mögliche Gewichtseinsparung durch CFK. Dieser Artikel zeigt einen neuen Gefährdungsaspekt auf, der sich ergibt, wenn lungengängige Kohlenstofffasern nach einem CFK-Brand freigesetzt werden.

Keypoints

Intaktes Carbonmaterial (CFK) stellt keine Gefährdung hinsichtlich enthaltener Kohlenstofffasern dar.
Nach einem Brand mit sehr hohen Temperaturen kann der Faserdurchmesser abnehmen und lungengängige Fasern können freigesetzt werden.
Vor allem der Umgang mit abgebranntem CFK kann demnach eine Gesundheits-gefährdung darstellen.
Künftig ist aufgrund des vermehrten Einsatzes von CFK
im Automobilbereich mit häufigeren Unfallereignissen mit CFK-Bränden zu rechnen.

Exemplarische Gefährdungsanalyse von Windkraftanlagenbränden. Wenn aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) „Fiese Fasern“ werden.

Links zu weiteren Informationen Thema Carbon „Fiese Fasern“

https://www.presse.online/2020/07/28/fiese-fasern-carbonfasern-in-windkraftanlagen/#:~:text=Die%20Weltgesundheitsorganisation%20stuft%20die%20Fasern,im%20Brandfall%20von%20Nanotubes%20ausgehen.

Eine umfassende Zusammenstellung zum Thema Carbon ist zu finden unter:

http://www.vi-rettet-brandenburg.de/intern/dokumente/Sammelmappe_Carbon_fiese_Fasern.pdf

Youtube-Kanal BI Keine Windkraft im Emmertal:

https://www.youtube.com/channel/UCIPhDWbGnzXvvFs7dmHUKtQ

Weiter Quelle: https://www.universimed.com/ch/article/pneumologie/gesundheitsgefaehrdung-durch-lungengaengige-kohlenstofffasern-beim-abbrand-von-carbonkunststoffen-2098532
(Prof. Dr. Sebastian Eibl Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe Deutsche Bundeswehr, Erding)

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.

Themengebiet:

→ Zurück zur Gesamtübersicht

Bundeswehr Berichte

1. **Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr: Info-Brief 08/2014 Gefährdung durch lungengängige Carbonfaserbruchstücke nach Bränden**

2. **Flugsicherheit Fiese Fasern? (2008)**

3. **Fiese Fasern? Gefahr und deren Begegnung (4. August 2013)**

4. **Übung "Fiese Fasern" in Faulbach (April 2019) und Brken Arrow in der Wüste von Mali (Juli 2019)**

Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr

Zentrale Stelle für Arbeitsschutz der Bundeswehr
– GS I 4 Chemikaliensicherheit –

Info-Brief 08/2014

Gefährdung durch lungengängige Carbonfaserbruchstücke nach Bränden

Sachgebiet: CMR-Stoffe	Bearbeiter: TORR Wallerstein	Stand: 5. September 2014

1. Hintergrund

Kohlenfaserverstärkte Kunststoffe (CFK), auch Carbonfasern genannt, gelten aufgrund ihrer mechanischen und physikalischen Eigenschaften als Material der Zukunft. Sie werden in vielen zivilen wie militärischen Bereichen eingesetzt, beispielsweise in Luftfahrzeugen wie dem UH Tiger oder in modernen Landfahrzeugen. Unter normalen Umständen, d.h. im gewöhnlichen Dienstbetrieb, ist eine Gefährdung durch Carbonfaserbruchstücke, die möglicherweise lungengängig sein können, nicht vorhanden.

Nur in der Ausnahmesituation eines Brandes von CFK-Material ist es möglich, dass Faserbruchstücke entstehen, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als krebsverdächtig eingestuft sind. Diese Carbonfaserbruchstücke stellen, zusätzlich zu akuten Gefährdungen wie Hitzeeinwirkung und Exposition gegenüber toxischen Brandprodukten, für direkt an Brand-Unfällen beteiligte Personenkreise, z.B. Feuerwehr, Rettungskräfte oder Unfalluntersucher, eine weitere Gefährdung dar. Diese Personenkreise müssen informiert und ausreichend geschützt werden.

2. Auftreten von lungengängigen Carbonfaserbruchstücken

Untersuchungen des Wehrwissenschaftlichen Instituts für Werk- und Betriebsstoffe haben gezeigt, dass Carbonfaserbruchstücke während und nach einem Brand von CFK-Material entstehen und freigesetzt werden können. Bei Temperaturen ab 400 °C wird zuerst die Kunststoffmatrix zersetzt, ab 650 °C beginnt der Faserabbau. Der Durchmesser der einzelnen Fasern wird geringer und sie können brechen. Diese Bruchstücke können einerseits während des Brandes, z.B. im Rauch, auftreten. Andererseits werden sie auch nach dem Brand freigesetzt, wenn die Überreste mechanisch belastet, z.B. bewegt werden. Die Untersuchungen haben weiter gezeigt, dass die Konzentration der Faserbruchstücke in der Luft abhängig von der Witterung ist sowie mit Abstand zur Unfallstelle stark abnimmt.

3. Gefährdungen durch lungengängige Carbonfaserbruchstücke

Die lungengängigen Carbonfaserbruchstücke haben einen Durchmesser kleiner 3 µm, eine Länge größer 5 µm und ein Längen-zu-Durchmesser-Verhältnis größer 3:1. Nach Definition der WHO sind diese Faserbruchstücke (WHO-Fasern) krebsverdächtig. Gemäß dem aktuell gültigen Gefahrstoffrecht sind sie als krebserzeugend, Kategorie 3 („Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zu Besorgnis geben“)

eingestuft. Bei einer Exposition werden die Faserbruchstücke nicht von den Nasenschleimhäuten zurückgehalten. Sie können tief bis zu den Lungenbläschen vordringen und dort in hohen Konzentrationen vorliegen. Da sie sich nicht auflösen, können sie zu entzündlichen Reaktionen und speziellen Tumoren führen, welche bereits aus der Asbestproblematik bekannt sind.

Achtung:
Die Carbonfaserbruchstücke sind aufgrund ihrer Abmessungen nicht mit dem bloßen Auge sichtbar. Der beim Brand entstehende Rauch dient nur indirekt zur Orientierung für die Ausbreitung der Faserbruchstücke.
Eine abschließende Bewertung zur Gefährdung durch die Carbonfaserbruchstücke steht noch aus, weil gegenwärtig noch keine gesicherten Erkenntnisse zu möglichen krebserzeugenden Eigenschaften vorliegen.

Hinweis:
Auch längere Zeit nach dem Ablöschen des Brandes, ca. 30 min, können im Inneren der abgebrannten CFK Materialen noch sehr hohe Temperaturen, ungefähr 640 °C, herrschen, obwohl die Oberflächentemperatur bereits wesentlich niedriger war.

4. Schutzmaßnahmen

Es sollten sich nur direkt am Unfall beteiligte Personen dem Brand bzw. den Überresten nähern. Andere Personen sollten, auch nachdem der Brand gelöscht wurde, einen Mindestabstand von 20 m einhalten.

Die betroffenen Personen sollten persönliche Schutzausrüstung in Form eines Vollschutzes tragen, damit inhalative wie dermale Aufnahme vermieden wird. Nach den technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 521 sind diese z.B.:

- Atmungsaktiver Schutzanzug Typ 5 nach DIN EN ISO 13982,
- Atemschutz durch Halbmasken mit P3-Filter bzw. partikelfiltrierende Halbmaske FFP3
- Schutzbrille
- Durchstichfeste Handschuhe

Personen in der näheren Umgebung sollte vorsorglich Atemschutz in Form von Einmal-Atemschutzmasken zur Verfügung gestellt werden.

Zur Reduktion der Faserkonzentration in der Luft sollte ein Faserbindelack (z.B. „Dustite IBC“ oder „Hawetol“) eingesetzt werden. Löschschaum weist keine ausreichenden Faserbindeeigenschaften auf. Der Lack sollte auf die abgekühlten Überreste aufgebracht werden und bindet die Carbonfaserbruchstücke auf der Oberfläche. Zu beachten ist, dass bei starker mechanischer Beanspruchung neue Bruchstellen entstehen können, wodurch neue Faserbruchstücke freigesetzt werden.

Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr

Zentrale Stelle für Arbeitsschutz der Bundeswehr
– GS I 4 Chemikaliensicherheit –

Das Aufwirbeln von Carbonfaserbruchstücken sollte vermieden werden. Überreste dürfen nicht geworfen werden.

Zum Transport und zur Lagerung sollten die abgebrannten Überreste staubdicht, z.B. in Kunststofffolie, verpackt werden.

Der/Die Dienststellenleiter/in ist dafür verantwortlich, dass die betroffenen Personen über die Gefährdungen informiert und aufgeklärt werden. Die Unterweisung sollte vor Aufnahme der Tätigkeit und anschließend einmal jährlich durchgeführt werden. Zusammen mit dem Betriebsarzt/der Betriebsärztin ist der/die Dienststellenleiter/in dafür verantwortlich, dass Art und Umfang arbeitsmedizinischer Untersuchungen festgelegt werden.

Die Zentralanweisung B1-2020/ „Gefahren an Einsatzstellen mit Faserverbundwerkstoffen sowie taktische und technische Möglichkeiten zur Gefahrenabwehr“ ist zu beachten.

gez. Becher
- Leitender Sicherheitsingenieur der Bundeswehr -

Fiese Fasern?

von
Dipl.-Ing. (FH) Norbert Scholz,
Arbeitsgruppe für Technische Untersuchungen (LwInsthRgt 1 - S3/AGTU) und
Dr. Sebastian Eibl,
Wehrwissenschaftliches Institut für Werk-, Explosiv- und Betriebsstoffe (WIWEB);
beide Dienststellen sind in Erding beheimatet.

In zunehmendem Maß werden in Luftfahrzeugen Faserverbundwerkstoffe eingesetzt. Verunfallen diese Luftfahrzeuge ergeben sich für die Personen, die bei der Rettung, Untersuchung und Bergung tätig sind zusätzliche Gefahren. Diese sind aber durch Anwendung von persönlicher Schutzausstattung sowie bei vorsichtigem Umgang an der Unfallstelle beherrschbar.

Flugunfall mit einer Grob G 180 vom November 2006 Bild freigegeben von der BFU

Am 17. Oktober 1990 befand sich der Harrier GR5 der *Royal Air Force* mit dem taktischen Kennzeichen ZD355 auf dem Rückflug von einem Kommando von Aalborg (Dänemark) nach England. In „*flight level*“ 235 brach eine Schaufel des zweiten Niederdruckverdichters und zerstörte das Triebwerk. Der Luftfahrzeugführer leitete nach erfolglosen Wiederanlassversuchen den Rettungsausstieg ein und überlebte mit leichten Verletzungen. Das Flugzeug selbst schlug auf einem landwirtschaftlich genutztem Feld in der Nähe eines Bauernhofes auf. Es entstand ein Aufschlagbrand, der nach einiger Zeit durch die örtliche dänische Feuerwehr gelöscht werden konnte. Rund 48 Stunden nach dem Aufschlag musste das an der Unfallstelle arbeitende englische Unfalluntersuchungsteam evakuiert werden, da die Beteiligten über Halsschmerzen sowie Schmerzen in der Brustgegend, in den Augen, der Nase und im Rachenraum klagten. Darüber hinaus hatten sich zahlreiche Schnittverletzungen ereignet, die sich zu entzünden begannen. Die Ursache für die Beschwerden waren lungengängige Kohlenstofffasern (auch Karbonfasern genannt), die sich im Zuge des Aufschlagbrandes gebildet hatten und freigesetzt wurden. Unter Vollschutz (Masken, Brillen und Einweganzügen) konnten die Unfalluntersuchungsarbeiten später wieder fortgesetzt werden. Die *Royal Air Force* untersuchte darauf hin sehr genau die Art und Beschaffenheit der Fasern. Anschließend wurden Untersuchungsteams auf den *Air Bases* aufgestellt, die unter Vollschutz an die Unfallstelle gebracht werden sollten.

Im Mai 1991 stürzte ein Harrier GR7 aus Gütersloh etwa 10 km von der Air Base entfernt nach einem kompletten Ausfall der Elektrik in den Wald. Die örtliche Feuerwehr war auch hier als erstes zur Brandbekämpfung vor Ort und die Feuerwehrleute staunten nicht schlecht, als kurze Zeit später aus einem englischen Militärhubschrauber mehrere Menschen unter Vollschutz ausstiegen und auf sie zugingen. In den Gesichtern der Feuerwehrleute bildeten sich drei deutliche Fragezeichen: „Warum tragen die Vollschutz?“ und mit Blick auf das Wrack „Was für gefährliche Stoffe führte das Luftfahrzeug mit sich?“, „Und warum hat uns niemand gewarnt?“.

Sind wir auf so etwas vorbereitet?

Ganz klar: Ja, wir sind es, zumindest was die Vorschriftenlage anbelangt. Die BesAnLwUKdo 203/8005: „Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für die Durchführung von Instandsetzungsarbeiten an Luftfahrzeugen und Luftfahrzeug-Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen“ ist sehr ausführlich und bietet viel technisches Hintergrundwissen sowie Hinweise für die praktische Instandsetzungsarbeit an. Die BesAnLwUKdo 204/4203, besser bekannt unter dem Titel „Handbuch Bruchbergung“ geht nur auf die wichtigsten Hinweise beim Umgang mit Faserverbundwerkstoffen ein.

Absolut hilfreich ist die Broschüre „Hilfe bei Flugunfällen“, die in kurzen Sätzen die Thematik sicher abarbeitet. Ebenfalls sehr gut geeignet ist die BesAnLwUKdo 203/8004: „Handbuch Gefahrenpotentiale von Lfz“. Hier werden im Kapitel 3 die organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen behandelt. Ein eigener Abschnitt widmet sich dabei sehr ausführlich dem Umgang mit Verbundwerkstoffbauteilen von brennenden und verbrannten Lfz. Hier werden alle nur möglichen Gefahren für Mensch, Maschine und Umwelt behandelt. Darüber hinaus werden die zeitlichen Aspekte der Ablauforganisation und die konkret zu treffenden Maßnahmen am Unfallort benannt. Es wird auch die Materialausstattung konkret angesprochen. In einer Liste werden alle Positionen der sogenannten „Schutzausstattung Flugunfalluntersuchung GenFlSichhBw“ einzeln mit Versorgungsnummer aufgeführt. 20 dieser Schutzausstattungssätze sollen an allen Flugplätzen der Bundeswehr vorgehalten werden.

Schutzausstattung gem. BesAnLwUKdo 203/8004

Auf die Frage „Und wie sieht es in der Praxis aus?“ folgte bei Nachfragen in verschiedenen Verbänden eigentlich alles, von einem leisen „Nöö“ über ein „Ach herrje, ich glaub´ da haben wir irgendwo was ...“ bis zu einem festen „Na klar!“ Letzteres kam vom Jagdgeschwader 73 „Steinhoff“, das sich auf Grund der Tatsache des Flugbetriebes mit dem Eurofighter bisher am besten mit der Thematik auseinandergesetzt hat. Der „Alarmplan für Notfälle mit Luftfahrzeugen ...“ berücksichtigt die Faserverbundwerkstoffe ausdrücklich und wird Interessierten als Vorlage empfohlen.

Was ist das Besondere an Faserverbundwerkstoffen?

Faserverbundwerkstoffe bestehen grundsätzlich aus zwei Komponenten:

Die Fasern dienen als Festigkeitsträger und der sie umgebende Kunststoff, der auch Matrix genannt wird, fixiert im ausgehärteten Zustand den Verbund. Die Fasern können aus unterschiedlichen Materialien bestehen, am häufigsten werden Kohlenstofffasern, Glasfasern und Aramidfasern im Luftfahrzeugbau eingesetzt. Die sogenannte Matrix besteht aus einem Harz. In den neuen Luftfahrzeugen der Bundeswehr werden ausschließlich Epoxidharz-basierte Werkstoffe eingesetzt. Um die Eigenschaften des Faserverbundes zu optimieren, werden in die Matrix Zusatzstoffe gegeben.

Diese Stoffe dienen z. B. zum Einfärben, Füllen und Weichmachen oder zur Verbesserung der antistatischen oder flammhemmenden Eigenschaften des Verbundes. Der große Vorteil der Faserverbundwerkstoffe liegt in ihrem geringen Gewicht. Darüber hinaus kann man durch geschickte Mischung der Komponenten Bauteile mit mechanischen Eigenschaften entwickeln, wie das mit herkömmlichen metallischen Werkstoffen bisher nicht möglich war.

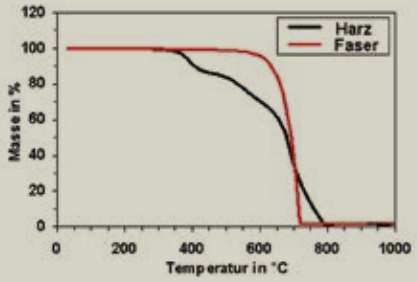
Der Einsatz von Faserverbundwerkstoffen in Militärluftfahrzeugen steigt stetig an. In der Vergangenheit wurden überwiegend nicht tragende Strukturteile wie z. B. Beplankungen und Deckel in Faserverbundtechnologie ausgeführt, wobei hier metallische Bauteile durch leichtere faserverstärkte Kunststoffe ersetzt wurden. Die neuen modernen Waffensysteme wie Tiger, NH-90 und vor allem der A-400M benutzen die Technologie auch im tragenden Strukturbereich.

Was kann beim Unfall passieren?

Brechen Faserverbundwerkstoffe, so können Bruchkanten entstehen wie sie beispielhaft dargestellt sind. Einzelne Fasern bzw. Faserbündel stehen hervor und wirken sägezahnartig, so dass sie an ungeschützten Händen leicht Verletzungen erzeugen können. Dabei kann es dazu kommen, dass in die Haut eingedrungene Fasern abbrechen. Diese Stellen entzünden sich und die Faserbruchstücke eitern langsam wieder heraus oder müssen chirurgisch entfernt werden. Schutz dagegen bieten nur dicke, durchstichfeste Lederhandschuhe, wie in der Darstellung Seite 23 zu sehen sind.

Und wenn es brennt?

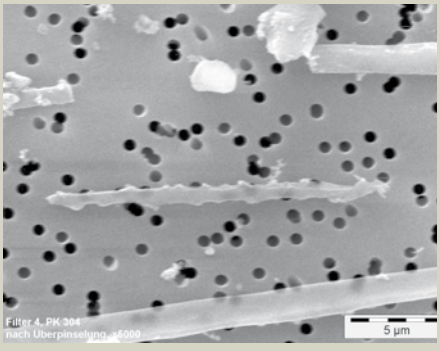
Kommt es zu einem Brand Kohlenstofffaser verstärkter Kunststoffe, so lassen sich grundsätzlich zwei Gefahrenmöglichkeiten ableiten. Zum einen werden, wenn die Kunststoffmatrix verbrennt, für Kunststoffbrände typische Verbrennungsprodukte freigesetzt. Vor allem Kohlenmonoxid ist hier als Leitkomponente zu nennen. Kohlenmonoxid ist für den Erstickungstod der meisten Opfer im Fall eines Brandes verantwortlich. Darüber hinaus stellt jedoch das Fasermaterial eine zusätzliche Gefährdung dar. Geht man von einer geringen Brandlast aus - also es verbrennt lokal lediglich die Kunststoffmatrix ohne dass es zu einem Hitzeeintrag durch brennendes Kerosin oder Hydraulikflüssigkeit kommt - werden die Fasern thermisch nicht abgebaut. Beispielsweise ist die unterschiedliche thermische Stabilität der Kunststoffmatrix und der Kohlenstofffasern zu erkennen, wenn man die Materialien aufheizt und den dabei eintretenden Gewichtsverlust der Proben verfolgt.



Während sich die Kunststoffmatrix typischerweise bei Temperaturen unterhalb 400°C zersetzt, sind Kohlenstofffasern in Kontakt mit Luft bis ca. 650°C stabil. Bei hohen Temperaturen bzw. Brandlasten können die Fasern aus der Kunststoffmatrix freigesetzt werden. Gleichzeitig werden sie in einer Art und Weise abgebaut, dass sich der Faserdurchmesser von 5 µm bis 7 µm auf unter 3 µm verringert und die Fasern brechen.

Scharfe Bruchkante eines Kohlenstofffaser verstärkten Kunststoffes Bild von der BFU

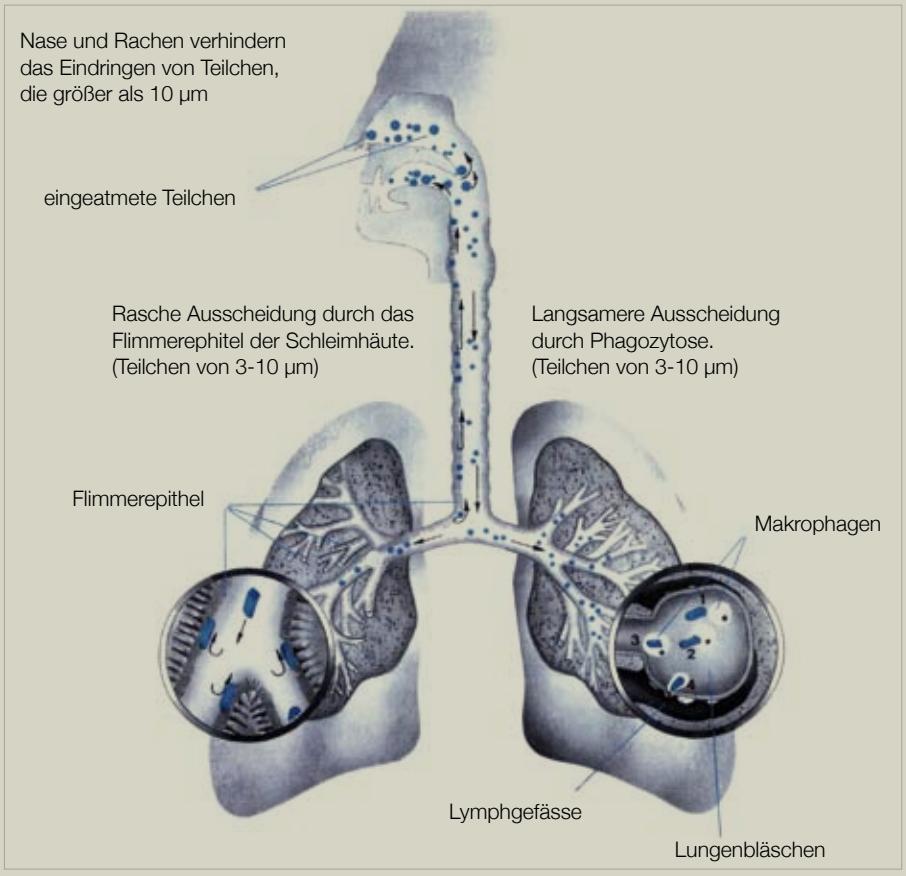
Abmessung einer im Labor erzeugten lungengängigen Kohlenstofffaser



Hinzu kommt, dass sich an der Oberfläche der Einzelfasern toxische Verbrennungsprodukte aus der Matrix wie z. B. Ruße anlagern und zu einer zusätzlichen Reizung der Atemwege, der Haut und der Augen wie bereits durch die Fasern selbst führen. Derartige Faserbruchstücke können länger als 5 µm, dünner als 3 µm sein und ein Längen-Dicken-Verhältnis von größer 3 zu 1 aufweisen. Bei diesen Faserdimensionen handelt es sich nach der Definition durch die *World Health Organisation (WHO)* um lungengängige Fasern, die möglicherweise krebserzeugend sind. Diese Faserfragmente können in die feinen Lungenbläschen eindringen. Sie können jedoch aufgrund ihres sperrigen Charakters nicht durch die natürlichen (Reinigungsmechanismen des Körpers ausgeschieden werden.

Eine abschließende Bewertung zur Gefährdung durch lungengängige Kohlenstofffaser-Bruchstücke steht noch aus. Ein Vergleich mit Asbestfasern zeigt, dass sich mögliche Erkrankungen erst nach sehr vielen Jahren eindeutig einer Faserstaubbelastung zuordnen ließen. Tierversuche lassen jedoch für Kohlenstofffasern ein geringeres Gesundheitsrisiko erwarten, da sie in der Lunge weniger Abwehr- und Wanderreaktionen hervorrufen.

Eine weitere Gefahr an der Unfallstelle besteht durch freigesetzte Kohlefasern, die in der Luft schweben. Diese wirken als unerwünschte elektrische Leiter und können zu Kurzschlüssen in elektrischen und elektronischen Anlagen führen. Dies stellt auch für komplexe Rettungsmittel wie Feuerlöschfahrzeuge und Rettungshubschrauber eine nicht unerhebliche Gefahr dar.



Biologische Reinigungsmechanismus von Fremdkörpern des Atemsystems ECD

Wie kann man sich dagegen schützen?

Der wirkungsvollste Schutz besteht im Tragen der in der BesAnLwUKdo 203/8004 genannten Schutzausstattung. Demnach sollte bei Bränden, d. h. Flamm- und Rauchgasentwicklung ohnehin nur die Feuerwehr mit umgebungsunabhängiger Atemluftversorgung und unter Vollschutz an das Luftfahrzeug. Alle weiteren Personen und Fahrzeuge sollte einen Mindestabstand von 300 m wahren. Dies gilt auch für Rettungsfahrzeuge und Hubschrauber. Hubschrauber sollten einen Unfallort nicht in geringer Höhe (<500 ft) überfliegen und bei Landung einen Mindestabstand von 300 m halten. Dabei ist die windabgekehrte Seite als Landeplatz zu bevorzugen. Medizinisches Rettungspersonal sollte eine Vollmaske mit Aktivkohlefilter tragen. Ist diese nicht verfügbar, sollte wenigstens eine möglichst gut abdichtende Schutzbrille und Vollmaske mit einer Mund- und Nasenschutzmaske (Partikelfilter Größe 3, FFP 3) getragen werden. Beispielhaft ist im folgenden Bild solches Material dargestellt. Da sich ein Kontakt mit Lfz-Bauteilen auch im Rettungseinsatz nicht immer vermeiden lässt, sollten durchstichfeste Handschuhe getragen werden. Es ist empfehlenswert, solche Masken und Brillen zu kleinen Sätzen zusammenzustellen und in den Fahrzeugen der ersten Notdienstgruppe zu verstauen. Technischem Personal, das etwas weniger unter Zeitdruck steht, wird geraten die in der Schutzausstattung aufgeführten Einweganzüge und Vollmasken mit Aktivkohlefilter zu tragen solange Rauch- und Gasentwicklung auftritt. Ist der Brand gelöscht, besteht weiterhin die Gefahr, dass vorhandene lungengängige Fasern des Wracks aufgewirbelt werden. Davor kann man sich aber durch Feinstaubmasken (FFP 3) schützen.

Einwegmaske (FFP 3), Scutzbrille und durchstichfeste Lederhandschuhe

Wie Sie sich sonst noch vorbereiten können.

Die Vorschriftenlage in Ihrer militärischen Einheit ist sicher das eine mit dem Sie sich in regelmäßigen Abständen vertraut machen sollten. Bei kritischer Überprüfung auch durch neu zuversetztes Personal fallen einem immer wieder einzelne Aspekte auf, die sich geändert haben oder bisher noch nicht berücksichtigt wurden. „Neue Besen kehren gut“ ist gerade in dieser Hinsicht ein nützliches Instrument bei dem Erfahrungen von anderen Standorten oder auch von z. B. Feuerwehren oder zivilen Unternehmen aus ihrer Umgebung mit einfließen können. Bestehende Kontakte zu öffentlichen Behörden wie Landratsämtern oder der Kontakt zu Pressevertretern kann einem auch hier im Hinblick auf einen Ernstfall mit den eingangs erwähnten drei Fragen sicher nicht schaden. Aber nicht zuletzt das eigene Personal sollte vor allem informiert und trainiert werden. Üben Sie an ihrem Standort im Rahmen einer Flugsicherheitsübung doch einmal ein Absturzszenario mit dem Teilaspekt der Freisetzung von Fasern aus Verbundwerkstoffen. Auch ein moderner Hubschrauber kann durch Rauch im Cockpit zu einer Notlandung in der Nähe des Unterkunftsbereiches gezwungen werden und dabei „unglücklicherweise an einem Verwaltungsgebäude hängen bleiben“. Der Fantasie der Verantwortlichen sind hier keine Grenzen gesetzt. Und was Sie dann erleben werden ist ein realer Soll - Ist Vergleich zu ihrer Vorschriftenlage. Aus eigener Erfahrung heraus berichtet, waren bei solchen Gelegenheiten auch immer erheiternde Aspekte zu beobachten - ganz im Gegensatz zu echten Unfällen.

Wie geht es weiter?

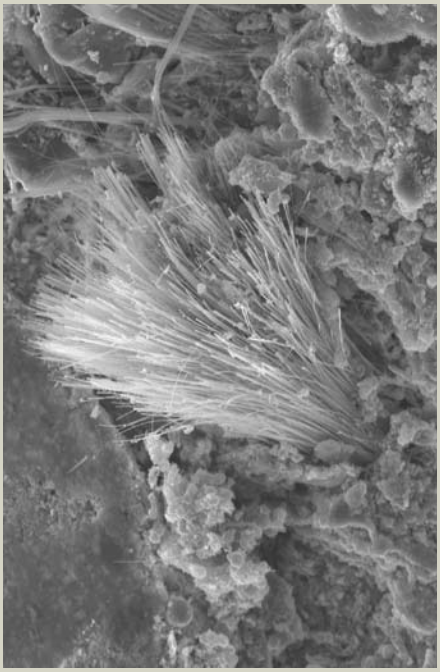
Früher oder später wird sich wohl auch bei uns ein Flugunfall ereignen, bei dem lungengängige Fasern freigesetzt werden. Da aber auch im zivilen Bereich in Deutschland noch keine Erfahrungen vorliegen, wird sich zeigen, ob die bisher angedachten und getroffenen Maßnahmen ausreichen. Sicher wird man aber daraus Erkenntnisse gewinnen, die den derzeitigen eher unsicheren Zustand in einen sicheren verwandeln werden. Bezüglich der Materialausstattung geht die Entwicklung weiter voran. So beschaffte z. B. die Fliegerhorst-Feuerwehr in Laage stabile Kunststofffolien und breites Gewebeklebeband damit große verunfallte Lfz-Bauteile vor dem Abtransport staubgesichert werden können. Um eine weitere Freisetzung von Fasern kleinerer Bauteile zu minimieren wird Klarlack vorgehalten, um Fasern auf solchen Bauteilen zu fixieren. Eine Flugunfallübung, bei der diese Materialien in der Praxis getestet werden, ist in der Planung.

Literaturverzeichnis:

1 *The Strike Command Directory of Aircraft Accidents 1983 - 1997, March 1998 Flight Safety Branch, HQ STC, RAF High Wycombe*

2 *„Aircraft Post Crash Management“ by Wing Commander J. T. Andrews, RAF Brampton Huntingdon Headquarters Logistics Command AMM2, October 1996*

3 Hilfe bei Flugunfällen; General Flugsicherheit in der Bundeswehr, Fliegerhorst Wahn 5 01/07, Postfach 90 61 10, 51127 Köln



Beispiel einer Asbestfaser: Blauasbest
Bildquelle Rastermikroskop ECD

Fiese Fasern – Gefahr und deren Begegnung

Köln Wahn, 04.08.2013.

Am 04.07.2013 fand auf Einladung des General Flugsicherheit in der Bundeswehr in Köln Wahn eine Informationsveranstaltung zum Thema „Fiese Fasern“ – Gefahren durch Carbonfaser verstärkten Kunststoff nach einem Unfall statt.

„Fiese Fasern“ – Gefahren und deren Begegnung (Quelle: Luftwaffe/Andreas Kern)Größere Abbildung anzeigen

Neue Materialien stehen im Fokus der Öffentlichkeit. Dabei stehen die umfangreichen Möglichkeiten des Einsatzes und die Vorteile im Vordergrund. Doch es gilt auch zu hinterfragen, welche Nebenwirkungen und Gefahren nach einem Unfall entstehen. In der Geschichte lassen sich dafür viele Beispiele finden. Da sei an die Nutzung von Bleibechern im Römischen Reich, die unbekümmerte Anwendung von Röntgenstrahlen Anfang des 20. Jahrhunderts und der jahrelange sorglose Umgang mit Asbest erinnert. Dass dies nicht der Vergangenheit angehört, zeigt sich an dem von Carbonfaser verstärktem Kunststoff, kurz CFK. Im Normalzustand ist das Material ungiftig und ungefährlich. Doch wie sich das Material nach einem Unfall oder nach einem Brand verändert und welche Gefahren dabei entstehen, war zum größten Teil noch nicht bekannt. Verbrennt CFK, bleibt augenscheinlich nur Asche übrig. Damit kennt man sich ja vermeintlich aus. Heutzutage wird der Werkstoff CFK durch seine hervorragenden Eigenschaften in den verschiedenen Lebensbereichen eingesetzt. Es ist zum Teil schwer, das Material als CFK zu erkennen und somit die richtige Herangehensweise im Schadensfall zu wählen. Beispiele für CFK - Anwendungen sind neben Angelruten, dem Einsatz als Rohrleitungen, auch größere Bauteile wie Fahrradrahmen und Verkleidungen von PKW, Bussen und LKW. Im Flug- und Fahrzeugbau findet CFK am häufigsten Verwendung. Gleichzeitig sind dies die Bereiche, in denen durch Kraftstoff Rahmenbedingungen gegeben sind, um hohe Temperaturen zu erzeugen.

Die Bundeswehr hat in der jüngeren Vergangenheit Waffensysteme eingeführt, die zum großen Teilen aus CFK bestehen oder in denen CFK verbaut ist. Durch einen Flugunfall im Jahre 2005 mit dem Hubschrauber EC – 135 wurde die Gefahr von CFK deutlich. Im Jahre 2008 bei einem Flugunfall der Royal Air Force mit dem Waffensystem Eurofighter kam es zu einem Brand von Teilen der Zelle, die aus CFK bestehen. Auf der Bilddokumentation war zu erkennen, dass das Material seine ursprüngliche Form verloren hatte. Nach Löschen des Brandes war eine Flüssigkeit auf dem verbrannten Teil zu sehen. Diese Vorkommnisse veranlassten die Dienststelle General Flugsicherheit in der Bundeswehr (GenFlSichhBw), diese Thematik grundlegend untersuchen zu lassen. Dazu wurde ein Untersuchungsauftrag an die bundeswehreigenen Untersuchungsstellen der Arbeitsgruppe für Technische Untersuchung und dem Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe (AGTU/WIWeB) vergeben. Dabei bestand der Auftrag, die Gefahren des Werkstoffes CFK nach einem Unfall mit Brand festzustellen. Gleichzeitig sollten verschiedene Bindemittel untersucht werden, die nach Brandbekämpfung zur Gefahrenminderung ausgebracht werden können. Die Ergebnisse werden Grundlage für verbesserte Schutzmaßnahmen an Unfallstellen mit CFK sein. Die bereits vor fast zwanzig Jahren entwickelte persönliche Schutzausstattung (PSA) für Flugunfalluntersucher, war gegen die damals allgemein bekannten Gefahren ausgelegt. Somit war auch die PSA Bestandteil der

Untersuchung. Im Oktober 2012 lag der Abschlussbericht der AGTU/WIWeB vor, indem die drei Gefahrenstufen von CFK labortechnisch dargelegt wurden. Davon ausgehend wurde aus verschiedenen Bindemitteln ein Bindelack als effektives Mittel der Gefahrenabwehr herausgearbeitet. Diese gewonnenen Erfahrungen konnten bei dem im März 2013 verunfallten Waffensystem „UH – Tiger“ Anwendung finden. Bei der Bergung des vollkommen ausgebrannten Hubschraubers aus schwierigem Gelände wurden weitere wertvolle Erkenntnisse gewonnen.

Generalmajor Dr. Rieks bei seiner Ansprache (Quelle: Luftwaffe/Ingo Bicker)Größere Abbildung anzeigen

Am 04.07.2013 fand auf Einladung des GenFlSichhBw in Köln Wahn eine Informationsveranstaltung zum Bereich CFK und die aus diesem Material resultierenden Gefahren nach einem Unfall statt. Dazu waren nicht nur Vertreter von Dienststellen der Bundeswehr geladen, sondern auch zivile Vertreter. Diese kamen aus den Bereichen der Innenministerien der Länder, zuständig für Brand-, Arbeits-, Bevölkerungs-, und Katastrophenschutz, der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung, der Vereinigung Cockpit, sowie Vertreter der Bundespolizei und Landespolizeipräsidien. Der Kommandeur des Kommando Unterstützungsverbände der Luftwaffe Generalmajor Dr. Ricks eröffnete die Veranstaltung und betonte die Notwendigkeit der engen Zusammenarbeit innerhalb wie auch außerhalb der Bundeswehr. Zur besseren Ressourcennutzung ist es in der heutigen Zeit notwendig, gemeinsame Schnittmengen zu erkennen und Anstrengungen zur Lösung der Aufgaben zu koordinieren. Er wünschte allen Teilnehmern viel Erfolg und äußerte sich zuversichtlich, dass die Auftaktveranstaltung eine gute Basis für die zukünftige Zusammenarbeit bilden könne.

Nach der Begrüßung führte Oberstleutnant Kern, Flugunfalluntersucher des GenFlSichhBw, in einer kurzen Präsentation engagiert in das Thema ein und vermittelte den Teilnehmern in einem ersten Eindruck die Wichtigkeit und große Facettenvielfalt dieser Thematik. Die wissenschaftlichen Grundlagen wurden danach in einem sehr anschaulichen Vortrag durch Dr. Eibl, dem Vertreter des WIWeB und Dipl.-Ing (FH) Scholz, der Vertreter der AGTU dargeboten. Zuerst wurden die Ergebnisse der Untersuchung hinsichtlich der Gefahren dargestellt. In einem zweiten Teil die Entscheidung, welches Bindemittel sich zur Begegnung der aufgezeigten Gefahren am besten eignet. Im Labor wurden CFK – Platten verschiedenen Unfallszenarien ausgesetzt. Infolge konnten drei Gefahrenzustände von CFK nach einem Unfall herausgearbeitet werden. Ist das Material nach Bruch scharfkantig und spröde, kann es sogar durch Stoff in die Haut eindringen und dort zu schweren Entzündungen führen. Wenn bei einem Unfall ein Brand mit Temperaturen bis ca. 600°C auftritt, sind die Fasern immer noch brüchig und können zu Entzündungen führen. Zusätzlich verliert das Material seine Formfestigkeit. Am gefährlichsten sind Unfälle mit Temperaturen über 650°C, da sich die einzelnen Fasern so verändern, dass sie lungengängig und somit stark gesundheitsschädigend werden. Die CFK – Platten wurden danach mit verschiedenen Bindemitteln behandelt, um die Fasern in jedem Zustand zu fixieren und damit die Gefahren zu minimieren. Des Weiteren wurden die verschiedenen Ausbringmöglichkeiten des Bindelackes an Hand eines Freilandversuches anschaulich verdeutlicht. Nahtlos nahm der Bergeoffizier der Luftfahrzeugtechnischen Abteilung 362, Hauptmann Beyer, den Faden auf und schilderte, wie sich die gerade dargelegten Ergebnisse, in der realen Praxis darstellten. Er zeigte Schwachstellen in der Vorbereitung auf, die es im Nachgang zu analysieren gilt und die im anschließenden Workshop diskutiert wurden. Abschließend legte Hauptmann Wall, Bearbeiter für Rettungs- und Sicherheitsgerät des GenFlSichhBw, seine persönlichen Erfahrungen an der Unfallstelle dar. Er führte Vor- und Nachteile der vorhandenen persönlichen Schutzausstattung für Flugunfalluntersucher in der Praxis aus. In seiner Zusammenfassung verdeutlichte OTL Kern die Lösungsansätze der Bundeswehr für diese Problematik und bot den zivilen Teilnehmern eine zukünftige Zusammenarbeit auf diesem Gebiet an.

Viele Zuhörer fanden den Weg zur Informationsveranstaltung (Quelle: Luftwaffe/Ingo Bicker)Größere Abbildung anzeigen

Am Nachmittag begann der bundeswehrinterne Workshop mit Vertretern aus den verantwortlichen Bereichen, die angesprochenen Lösungsansätze in konkrete Schritte umzusetzen. Es wurde besprochen, die gemachten Erfahrungen zeitnah in die vorhandenen Grundsatzvorschriften einfließen zu lassen. Auch wurden Bereiche identifiziert, in denen die Ausbildung des Personals neu aufgestellt oder weiter fortgeschrieben werden muss. Die Notwendigkeit der Weiterentwicklung der PSA für die Kräfte der ersten Stunde wurde erörtert. Gleichzeitig wurde über die Möglichkeit diskutiert, notwendige Schutzausstattung lage- und gefahrenabhängig vor Ort für das weitere Personal zu organisieren. Danach wurden die Beschaffungsmöglichkeiten und die

praktische Einbindung des Bindelackes in die Gefahrenbekämpfung besprochen. Konkret wurden verschiedene Ausbringungsmöglichkeiten des Bindelackes mit bundeswehreigenen Mitteln erörtert und zur Prüfung an die technische Schule der Luftwaffe in Auftrag gegeben. Weiterhin wurden Überlegungen hinsichtlich des Einsatzes eines zentralen Koordinators für die Bergung angestellt, der mit den notwendigen Kompetenzen ausgestattet ist.

Es kristallisierte sich heraus, dass diese Informationsveranstaltung und der Workshop nur der Beginn einer zivil militärischen Zusammenarbeit sein kann und gemeinsames Handeln in der Zukunft unbedingt notwendig ist. Ein enger Erfahrungsaustausch unter den beteiligten Dienststellen, hilft Ressourcen effektiv einzusetzen und sich gegenseitig zu ergänzen. Das Wissen über die Fähigkeiten von Stellen außerhalb der Bundeswehr und deren Nutzung kann zu internen Einsparungen führen.

-

Stand vom: 26.11.13 | Autor: Andreas Kern

---

https://www.luftwaffe.de/portal/poc/luftwaffe?uri=ci%3Abw.lw.archivneu.2013.aug&de.conet.contentintegrator.portlet.current.id=01DB060000000001%7C9ABH2F726DIBR

Cookies erleichtern die Bereitstellung unserer Dienste. Mit der Nutzung unserer Dienste erklären Sie sich damit einverstanden, dass wir Cookies verwenden. Weitere Informationen

Bundeswehrübung in Faulbach: Hubschrauber stürzt ab und brennt

250 Teilnehmer von Bundeswehr, Feuerwehr und Rotem Kreuz üben den Ernstfall

Faulbach Sonntag, 14.04.2019 - 00:00 Uhr Kommentieren

Foto: Bundeswehr

Ein Hubschrauber der Bundeswehr fliegt in eine 110 kV-Leitung über der Kiesgrube in Faulbach (Kreis Miltenberg). Der NH 90 schlägt auf den Boden auf, beginnt zu brennen. Ein zweiter Helikopter setzt kurz nach ihm hart auf. Die Besatzung und Passagiere beider Hubschrauber sind verletzt - und teilweise durch gefährliche Mikropartikel kontaminiert, sogenannte fiese Fasern. Diesen Ernstfall haben Bundeswehr, Feuerwehren und Rotes Kreuz am Samstag geübt.

250 Helfer, zwei Hubschrauber, zwei Länder, drei Landkreise und mehrere hunder Zuschauer - eine Übung, die es wohl so noch nie gegeben hat. So fasste Oberst Peter Göhringer, Kommandeur des Transporthubschrauberregiments 30 aus Niederstetten (Main-Tauber-Kreis) die Übung in Faulbach zusammen. Denn neben dem Regiment sind Feuerwehrleute und Rotkreuzler aus den Kreisen Miltenberg, Main-Spessart und Main-Tauber dabei.

Bewusstsein für Gefahr schaffen

Ziel ist laut dem stellvertretenden Kommandeur des Regiments, Guido Möller, Bewusstsein für die Gefahr der fiesen Fasern zu schaffen. Denn die zivilen Rettungskräfte seien bei einem solchen Notfall zuerst vor Ort und müssten wissen, was auf sie zukommt.

Flugunfall-Übung Fiese Fasern 2019 Faulbach

Foto: Dominik Pagio | 66 Bilder

Und die fiesen Fasern sind überall. Weil sie leicht, strapazierfähig und fest sind, sind sie in Windrädern, Zügen, Autos und Fahrrädern verbaut - und eben auch in Helikoptern der Bundeswehr. Die NH 90 bestehen zu 80 Prozent aus den Carbonfaserstoffen. Diese bilden scharfkantige Trümmer, dringen in die Haut ein und bei einem Brand gelangen sie in die

Lunge und können krebserregend sein.

Der erste Hubschrauber kündigt sich gegen 10 Uhr durch das regelmäßige Rottern der Flügelblätter an. Er fliegt im Halbkreis an, ein Soldat steht in der offenen Seitentüre, schaut, dass der Helikopter richtig aufsetzt - schließlich soll niemand tatsächlich verletzt werden. Das Gras unter dem Hubschrauber biegt sich weg, bis er sanft aufsitzt und die Rotoren stillstehen. Der zweite NH 90 landet kurz danach. Zwei Soldaten simulieren den Brand des ersten Helikopters mit orangefarbenem Rauch, der diesen kurzzeitig völlig einhüllt.

>> Der Moderator beschreibt das Szenario vor Ort über Lautsprecher:

Ein Anwohner meldet der Leitstelle den Brand. Die Feuerwehren Faulbach, Breitenbrunn, Hasloch und der Rettungswagen Südspessart rücken an. Autofahrer haben angehalten und posten bereits Bilder auf Facebook. Besatzung und Passagiere helfen sich soweit möglich gegenseitig beim Aussteigen und leisten Erste Hilfe.

Die ersten Rettungskräfte rücken an, das vielfache Martinshorn hallt durch die Faulbacher Kiesgrube. Zunächst ist der Kommandant der Feuerwehr Faulbach der Einsatzleiter. Er weist seine Leute an, was sie tun sollen. Ein Trupp Atemschutzgeräteträger beginnt damit, einen Löschschlauch auszurollen, an den Wassertank des Fahrzeuges anzuschließen und zu löschen.

Eingeklemmte Patienten

Ein anderer Trupp steigt in den Helikopter und kümmert sich um die teilweise eingeklemmten Patienten. Ein dritter Trupp kennzeichnet den Gefahrenbereich fest und legt ein gelbes Band in einem Radius von etwa 25 Metern auf den Boden um den Hubschrauber. In den Gefahrenbereich dürfen nur die Atemschutzgeräteträger der Feuerwehr.

Bundeswehr und Rettungskräfte zeigen spektakuläres Szenario in Faulbach

Quelle: Nicole Koller

Ein Notarzt und der Rettungsdienst sind inzwischen eingetroffen. Sie bilden nun die Einsatzführung, koordinieren die nach und nach kommenden Kräfte, organisieren die Patientenablage. Die Leitstelle hat einen MANV 25-50 alarmiert, einen

Massenanfall von 25 bis 50 Verletzten. Entsprechend viele Rettungswagen rücken an, um die zahlreichen Verletzten später in Krankenhäuser zu bringen.

Kontaminierte Patienten - in der Übung dadurch gekennzeichnet, dass sie weiße Maleranzüge tragen - rufen »Sanitäter!«. Die Feuerwehrleute gehen zu den Verletzten, bringen sie bis an die gelbe Linie. Dort übernehmen die Rotkreuzler und der Notarzt. So soll die Kontaminationsgefahr für diese minimiert werden.

Die Einsatzleitung fordert Dekontaminationskräfte an. Das sind ein ABC-Zug der Feuerwehr und ein CBRN(E)-Trupp des Roten Kreuzes aus dem Kreis Main-Spessart.

Dies sind Spezialgruppen, die sich um die Abwehr atomarer, biologischer und chemischer Gefahren (ABC-Zug) und um chemische, biologische, radiologische, nukleare und explosive Gefahren (CBRN(E)-Trupp) kümmern. Diese beginnen, etwas abseits vom Hauptgeschehen Dekontaminationszelte für die Patienten und die Einsatzkräfte aufzubauen.

Der Fliegerarzt des Regiments ist eingetroffen und unterstützt den Notarzt. Die Mediziner sichten alle Patienten: Wer hat welche Verletzungen? Wer muss zuerst in eine Klinik gebracht werden?

Foto: Bundeswehr

Inzwischen sind elf Feuerwehrfahrzeuge und elf Rot-Kreuz-Autos vor Ort. Ein Rettungshubschrauber der Bundeswehr kommt dazu - dieser landet sanft und sicher - und bringt einen Patienten mit Transportpriorität in eine Klinik. Auch Fahrzeuge der Bundeswehr rücken von ihrem Standort in Wertheim an.

Zivile und militärische Kräfte

Spätestens nun wird klar: Das Flugunfallszenario soll auch dazu dienen, die zivile und die militärische Zusammenarbeit zu trainieren. Denn die Helikopter des Regiments fliegen auf sieben Flugstrecken über elf Kreise in Bayern und Baden-Württemberg. Sollte tatsächlich ein Ernstfall eintreten, muss klar sein: Wer macht was?

Das anfängliche Gewusel ist inzwischen geordneter. Jedes Team weiß, was es zu tun hat. Ein Trupp baut eine Rettungsbühne neben dem nicht-brennenden Helikopter auf, um den Piloten schonend retten zu können. Die

Rettungswagen bringen die ersten Schwerverletzten in Krankenhäuser. Für die Nicht- oder Leichtverletzten hat das Rote Kreuz Zelte aufgebaut, in denen diese warten können, bis die Ärzte auch sie gesichtet haben.

Ist das geschehen, kommen die Patienten zur Dekontamination. In einem Zelt werden die liegenden Patienten von Rotkreuzlern in orangefarbenen Anzügen und Atemmasken entkleidet und dekontaminiert.

Ins zweite Zelt müssen all jene Patienten, die laufen können, und die Einsatzkräfte. Hier würden sie sich normalerweise ausziehen, duschen und wieder neue Kleidung anziehen. Doch dafür ist es am Samstag zu kalt. Die Sicherheitskleidung würden die Helfer in Säcke verpacken und vernichten. Denn die Fasern sind dauerhaft penetrant und wirklich fies.

Veronika Schreck

Stimmen zur Übung "Fiese Fasern"

Oberstleutnant Jürgen Baur: Fiese Fasern sind Carbonfasern, sehr viele Luftfahrzeuge werden mit diesen Fasern gebaut, auch unser NH90. Bei einem Brand sind die lungengängig und können schwerwiegende Schäden hervorrufen. Gefährden Kräfte? Ja, das wollten wir mit der Übung auch bezwecken. Die Helfer sind ja oft mit dem Helfersyndrom ausgestattet und gehen auf die Sache zu, alles prima. Ne, sie müssen sich selbst schützen.

Zufrieden mit der Übung? Im Großen und Ganzen bin ich mehr als zufrieden mit der Übung. Es hat nicht überall so funktioniert wie es im Drehbuch stand, aber das sind die Schnittstellen der Zusammenarbeit, an denen wir jetzt ansetzen müssen und ich glaub dafür war's ne super Sache.

Jörg Schäfer, Ärztlicher Leiter Rettungsdienst am Bayerischen Untermain: Das ist eine ganz besondere Situation für die ehrenamtlichen Helfer, weil wir nicht tagtäglich mit einem Hubschrauberabsturz rechnen. Das ist sicherlich eine ganz besondere Herausforderung für die Einsatzkräfte. Es ist ganz wichtig, dass man darauf vorbereitet ist. Normalerweise würden die ersteintreffenden Kräfte an die Gefahrenstelle stürmen. Wir üben das jetzt ganz bewusst, dass die Kräfte nicht zu Schaden kommen.

Meinrad Lebold, Kreisbrandrat Miltenberg und für den Feuerwehr-Part der Übung zuständig: Die Übung war erfolgreich. Wir haben mit den Vorbereitungen schon vor drei, vier Jahren begonnen. Was wir von den Übungsbeobachtern gehört haben, die beurteilen das bis jetzt ganz positiv. Es findet jetzt noch eine Nachbesprechung statt und heute Nachmittag gibt es noch Unterricht, damit die Einsatzkräfte ihr Wissen weiter vertiefen können.

Sven Oster, Katastrophenschutzbeauftragter Aschaffenburg und hat mitgeübt: Zuerst mal war es sehr kalt. Aber das ist natürlich eine Übung, die es nicht jeden Tag gibt. Es gibt mehrere Patientenablagen, die aber gut strukturiert wurden, weitergegeben an die Sanitätseinsatzleitung. Eigentlich ein runder Einsatz, hat viel Spaß gemacht.

Martin Kolbe, Verantwortlicher der Übung vom BRK: Klar sind wir zufrieden mit der Übung. Wir haben unsere Ziele definiert und die haben wir ganz gut erreicht. Es gibt sicher Potential, wo man nachbessern muss. Die Zusammenarbeit: die militärische Struktur ist nicht immer kompatibel mit der zivilen Struktur. Da müssen wir jetzt schauen, wie das zusammengeführt wird. Aber die umfangreiche Übung mit so viel Militär und Feuerwehr, das muss erstmal alles nachbearbeitet werden.

Kommentare

Um Beiträge schreiben zu können, müssen Sie angemeldet und Ihre E-Mail Adresse bestätigt sein!

Benutzername

Passwort

Anmeldung über Cookie merken

Copyright: © 1996-2019 Verlag und Druckerei Main-Echo GmbH & Co. KG

Alle Rechte der Internetseiten des Main-Echo-Verlages d©rfen ausschlie©lich f©r den pers©nlichen Bedarf genutzt werden. Unautorisiertes Kopieren, Vervielf©ltigen oder Ver©ndern ist in jeglicher Form auf jedem Medium verboten.

Der Verlag ©bernimmt keine Haftung f©r die Vereinbarkeit der Inhalte mit rechtlichen Bestimmungen au©erhalb des Gebiets der Bundesrepublik Deutschland. Der Verlag ©bernimmt keine Haftung f©r Zugangsm©glichkeit, Zugriffsqualit©t und Art der Darstellung.

Der Verlag ist nicht verantwortlich f©r die von Usern vorgenommenen Eintragungen sowie f©r die Inhalte der Seiten, zu denen aus dem Online-Angebot des Verlages heraus verlinkt wird.

Broken Arrow in der Wüste von Mali

- Einsatz
- MINUSMA

Datum: 08.07.2019

Ort: Gao

Lesedauer: 2 MIN

Bei der Übungsreihe „Broken Arrow“ üben Soldaten bei MINUSMA (Multidimensionale Integrierte Stabilisierungsmission der Vereinten Nationen in Mali) im Norden Malis, eine in der Savanne von Gao abgestürzte LUNA zu bergen. Erstmalig trainieren dabei Sicherungs- und Bergekräfte gemeinsam das Vorgehen.

Das „Worst Case Szenario“

Eine Luftgestützte Unbemannte Nahaufklärungs-Ausstattung, kurz LUNA, ist abgestürzt. Alle Soldaten müssen trotz der enorm hohen Temperaturen hochkonzentriert arbeiten. An der Absturzstelle müssen sie mit allem rechnen.

Da die Drohne in dieser Übung nach dem Absturz in Flammen steht, müssen die Soldaten besondere Vorkehrungen gegen giftige Dämpfe und gefährliche, so genannte „fiese“ Fasern treffen. Oberleutnant Marcel M., der Leitende der Übung, erklärt: „Fiese Fasern entstehen beim Verbrennen eines Glasfaserverbundstoffes, sprich es sind Rückstände verbrannter karbonfaserverstärkter Kunststoffe.“

Alarmierung der Sicherungs- und Bergekräfte

Die Sicherungskräfte sitzen auf einem kanadischen Hubschrauber vom Typ Chinook auf und fliegen zur Absturzstelle

© Bundeswehr / Patrik Bransmöller

Sofort nach der Alarmierung machen sich die deutschen Sicherungskräfte, ein Kampfmittel-Abwehrtrupp (EOD (Explosive Ordnance Disposal)), ein ABC (Atomar, Biologisch, Chemisch)-Dekontaminationstrupp und Soldaten des LUNA-Zuges mit ihrem Equipment auf den Weg zur Absturzstelle. Auf dem Hubschrauberlandeplatz im Camp Castor stehen bereits zwei kanadische Chinooks bereit. Zuerst fliegen die Sicherungskräfte, um die Absturzstelle zu sichern. „In dieser komplexen Übung wollen wir die Absprachen sowie die Zusammenarbeit aller beteiligter Kräfte fördern und Verfahrensabläufe festigen. Schließlich üben hier erstmals alle zusammen“, so Oberleutnant Marcel M.

Kampfmittel-Abwehrtrupp an der Absturzstelle

Die Kräfte des Kampfmittel-Abwehrtrupps suchen an der Absturzstelle nach versteckten Kampfmitteln

© Bundeswehr / PAO MINUSMA

Nachdem die Sicherung an der Absturzstelle steht, wird die zweite Chinook mit den Bergekräften abgerufen. Nach der Landung weist der Zugführer der Sicherungskräfte die

Neuankömmlinge in die Lage ein. Anschließend sind die Soldaten der Kampfmittelabwehr gefragt. Sie sind befähigt, Kampfmittel zu beseitigen und unschädlich zu machen. Mit ihren Detektoren suchen sie den Bereich nach möglichen Sprengfallen ab. Aufgrund des Feuers an der Drohne tragen alle Bergekräfte Vollschutz, auch bei mehr als 45 Grad Celsius. Das fordert die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit enorm.

Sprühangriff auf Fiese Fasern

Ein Soldat sprüht Faserbindemittel auf die LUNA, um die Fiesen Fasern zu binden

© Bundeswehr / PAO MINUSMA

Der ABC (Atomar, Biologisch, Chemisch)-Dekontaminationstrupp löscht mit einem Feuerlöscher die in Flammen stehende LUNA. Anschließend suchen die Soldaten der Kampfmittelräumung rund um die Drohne nach versteckten Ladungen oder Kampfmitteln. Nachdem klar ist, dass es in diesem Bereich keine Gefährdungen gibt, sprüht der ABC (Atomar, Biologisch, Chemisch)-Dekontaminationstrupp mit der Rückentragespritze die LUNA mit einem Faserbindemittel ein, um die Fiesen Fasern zu binden.

Ab in die Kiste für den Abtransport

Soldaten des LUNA-Zuges verpacken die zerlegte LUNA in eine Transportkiste

© Bundeswehr / Patrik Bransmöller

Nach einer gewissen Einwirkzeit des Faserbindemittels können die Soldaten des LUNA-Zuges die Drohne in einzelne Baugruppen zerlegen. Anschließend verstauen sie die Teile in einer Transportkiste und versiegeln diese. Zum Eigenschutz werden alle Bergekräfte durch den ABC (Atomar, Biologisch, Chemisch)-Dekontaminationstrupp dekontaminiert. Die „gereinigte“ Schutzausstattung wird in luftdichten Plastiksäcken verpackt und mitgeführt. Nach Abschluss aller Maßnahmen fliegen die beteiligten Kräfte mit den kanadischen Hubschraubern zurück ins Camp.

„Broken Arrow“ beweist gutes Konzept

„Die Übungsreihe ‚Broken Arrow‘ war ein wichtiger Erkenntnisgewinn für alle Kräfte. Das Übungsszenario hat gezeigt, dass das entwickelte Konzept funktioniert. Wir konnten an drei verschiedenen Tagen verfügbare Einheiten bei einem luftgestützten Einsatz durch kanadische Hubschrauber, aber auch bei Ausfall der Hubschrauber einen fahrzeuggestützten Einsatz trainieren“, erklärt ein sichtlich zufriedener Oberleutnant Marcel M. abschließend.

von Daniel Richter

Flugsicherheitsübung „Broken Arrow“ in Mali

Bei der Flugsicherheitsübung „Broken Arrow“ üben deutsche Soldaten mit internationaler Beteiligung, eine abgestürzte LUNA in der Savanne von Gao zu bergen. Die ABC (Atomar, Biologisch, Chemisch)-Abwehrkräfte (ABCAbwKr) müssen dafür auch bei über 45 Grad voll bei der Sache sein.

BÜRGERTELEFON DER BUNDESWEHR

+49 30 1824-24242

© Bundeswehr 2019

Themengebiet:

→ Zurück zur Gesamtübersicht

Deutsche Feuerwehr-Zeitung Fachberichte

1. **CFK – Gefährdungspotenzial bei mechanischer Überbeanspruchung und bei Brand**

2. **Fiese Fasern, Gefahren durch Faserverbundstoffe an der Einsatzstelle**

3. **CFK – Gefährdungspotenzial bei mechanischer Überbeanspruchung und bei Brand**

4. **DFV Einsatzstrategien an Windenergieanlagen**

Verlag W. Kohlhammer | Stuttgart | Juni 2014 | 68. Jahrgang | ISSN 0006-9094 | E 1889

Zeitschrift für das gesamte Feuerwehrwesen,
für Rettungsdienst und Umweltschutz

BRANDSchutz

Deutsche Feuerwehr-Zeitung

SEBASTIAN EIBL | NORBERT SCHOLZ

Besondere Gefährdung beim Abbrand von Carbon-Kunststoffen

Freilandversuch bestätigt umfangreiche Faserfreisetzung bei Bränden

Im modernen Flugzeugbau, aber auch bei Kraftfahrzeugen kommen immer öfter Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) zum Einsatz. Bei Bränden von CFK-Werkstoffen kommt es zur Freisetzung von als krebserzeugend geltenden Faserbruchstücken. Dies hat ein Freilandversuch bestätigt. Der Beitrag stellt den Werkstoff CFK, den Freilandversuch, Löschhinweise sowie Maßnahmen zum Umgang mit CFK-Werkstoffen bei Einsätzen vor.

S. 423

www.kohlhammer-feuerwehr.de

Verlag W. Kohlhammer 6/2014

SEBASTIAN EIBL | NORBERT SCHOLZ

Besondere Gefährdung beim Abbrand von Carbon-Kunststoffen

Freilandversuch bestätigt umfangreiche Faserfreisetzung bei Bränden

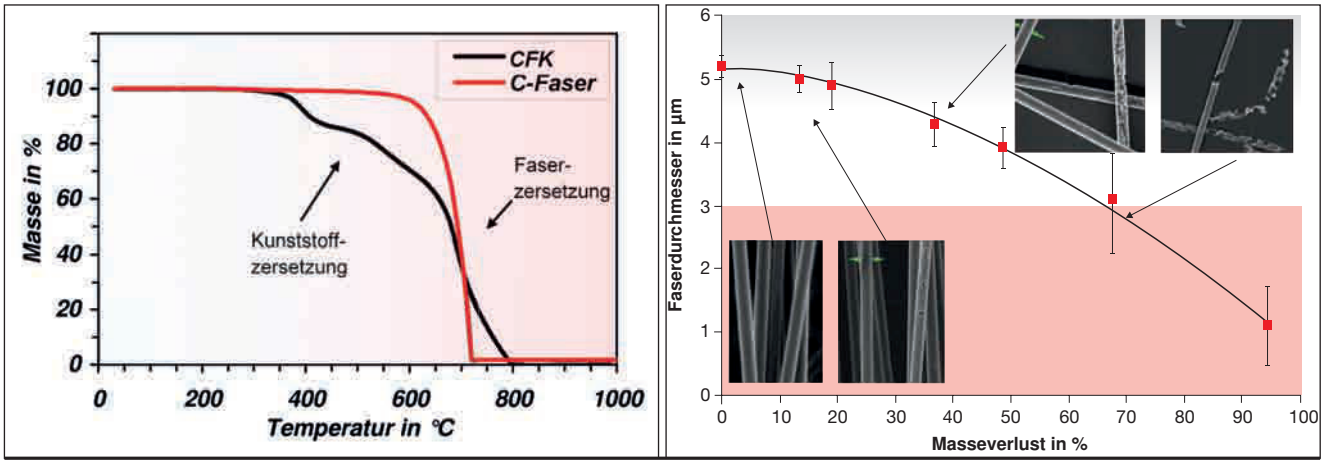
Im modernen Flugzeugbau, aber auch bei Kraftfahrzeugen kommen immer öfter Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) zum Einsatz. Bei Bränden von CFK-Werkstoffen kommt es zur Freisetzung von als krebserzeugend geltenden Faserbruchstücken. Dies hat ein Freilandversuch bestätigt. Der Beitrag stellt den Werkstoff CFK, den Freilandversuch, Löschhinweise sowie Maßnahmen zum Umgang mit CFK-Werkstoffen bei Einsätzen vor.

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) – häufig als »Carbon« bezeichnet – begleiten mittlerweile immer mehr unseren Alltag. Früher war ihr Einsatz aus Kostengründen auf kleine Stückzahlen, zum Beispiel für Formel-1-Rennwagen oder Premiumfahrräder, beschränkt. Mittlerweile bestehen die meisten neu entwickelten Luftfahrzeuge aus diesem Hochleistungswerkstoff. In aller Munde sind beispielsweise der so genannte »Dreamliner« von Boeing und der Airbus A 350. Zukünftig wird man vor allem im Bereich der Elektromobilität Fahrzeuge im Straßenverkehr finden: BMW brachte 2013 die ersten Großserienfahrzeuge mit CFK-Karosserie und Elektroantrieb auf den Markt. Ein weiteres Einsatzgebiet findet sich bei Windkraftanlagen. Die eingesetzten Rotorblätter sind meist aus CFK. CFK werden im Leichtbau eingesetzt, weil sie bei vergleichbaren mechanischen Eigenschaften zu Metallen eine erhebliche Gewichtseinsparung erlauben. Ein signifikanter Nachteil ergibt sich jedoch in den thermischen Eigenschaften. Außer dem brennbaren Kunststoff stellt dabei die Kohlenstofffaser einen zusätzlichen Gefährdungsaspekt im Brandfall dar. Kohlenstofffasern können bei starker thermischer Belastung Bruchstücke bilden, die als lungengängig und damit als gesundheitsschädlich anzusehen sind.

Dieser Beitrag will das Wissen um diesen zusätzlichen Gefährdungsaspekt verbreiten und Maßnahmen zum Gesundheitsschutz im Rahmen von Brandfällen aufzeigen.

Aufbau und thermische Eigenschaften von CFK

Faserverbundwerkstoffe bestehen grundsätzlich aus zwei Komponenten: Den Fasern, die als Festigkeitsträger mit hoher Zugfestigkeit dienen, und dem sie umgebenden Kunststoff, der zum Beispiel in Form von Epoxidharzen im ausgehärteten Zustand den Verbund fixiert. Die Fasern können aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Häufig werden Glasfasern und Kohlenstofffasern eingesetzt. Bei thermischer Belastung zersetzen sich Kohlenstofffasern im Gegensatz zu Glasfasern in Gegenwart von Luft. Das Bild unten links veranschaulicht das Verhalten der CFK-Komponenten bei hohen Temperaturen in Form der Massenabnahme beim Aufheizen. Während sich der Kunststoff typischerweise bei Temperaturen unterhalb 400 °C zersetzt, ist für den Abbau von Kohlenstofffasern eine Mindesttemperatur von zirka 650 °C erforderlich. Bei zunehmender thermischer Belastung wird der Faserdurchmesser im Mittel geringer (vgl. Bild unten rechts auf dieser Seite) und die Fasern können brechen. Im Ausgangszustand weisen die Fasern typischerweise



links: *Masseverlust beim Aufheizen von CFK und Kohlenstofffasern in Luft*
rechts: *Rasterelektronenmikroskopische Darstellung und mittlere Durchmesser von Kohlenstofffasern nach zunehmender Lagerung bei 650°C in Luft*

Untersuchungsmaterial vor, während und nach dem Brandversuch bzw. mit Faserbindelack besprüht

Durchmesser oberhalb von fünf Mikrometern auf.

Gesundheitsgefährdung im Brandfall

Aufgrund der thermischen Eigenschaften der Fasern lassen sich beim Brand von CFK grundsätzlich zwei Gefährdungsmöglichkeiten ableiten. Zum einen werden für Kunststoffbrände typische Verbrennungsprodukte in Form von Rauch und toxischen Gasen freigesetzt. Zum anderen können jedoch bei einer zusätzlichen externen Brandlast, also bei Erreichen hoher Temperaturen (zum Beispiel in Form eines Kraftstoffbrandes), kleine Kohlenstofffaserbruchstücke freigesetzt werden. Nach der Definition durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) handelt es sich dabei um lungengängige Fasern, wenn sie länger als fünf Mikrometer und dünner als drei Mikrometer sind sowie ein Längen-Dicken-Verhältnis von größer als 3:1 aufweisen. Diese Faserfragmente können in die feinen Lungenbläschen eindringen. Sie können jedoch aufgrund ihres sperrigen Charakters nicht durch die natürlichen Reinigungsmechanismen des Körpers ausgeschieden werden.

Nach aktuell gültigem Gefahrstoffrecht (Technische Regeln für Gefahrstoffe 905 »Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe«) sind sie als krebserzeugend, Kategorie 3 (»Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zu Besorgnis geben«) eingestuft. Eine abschließende Bewertung zur Gefährdung durch lungengängige Kohlenstofffaser-Bruchstücke steht noch aus.

Freiland-Brandversuch zum Nachweis von kritischen Faserbruchstücken

Für den Nachweis, dass es bei einem Brand zur Freisetzung von Faserbruchstücken mit kritischen Dimensionen kommt, wurde ein Freilandversuch durchgeführt (siehe Bilder oben auf dieser Seite). Dabei wurden zirka 20 Kilogramm CFK-Material aus defekten Flugzeugbauteilen mit 40 Litern Flugkraftstoff (Kerosin) über einen Zeitraum von etwa 15 Minuten abgebrannt und anschließend mit Schaum abgelöscht. Während des Brandes wurde die Faserexposition von Feuerwehrangehörigen sowie – nach dem Abbrand – für einen Flugunfalluntersucher ermittelt (siehe Bilder oben auf der nächsten Seite). Zusätzlich wurden stationäre Fasermessungen im Abstand von bis zu 20 Metern vom Brandherd auf der Wind abgewandten und der zugewandten Seite durchgeführt. Die Feuerwehrangehörigen waren angehalten, sich in unmittelbarer Nähe des Feuers aufzuhalten. Zusätzlich zur Persönlichen Schutzausrüstung und umluftunabhängigen Atemschutz wurden die Feuerwehrangehörigen mit einem Probenahmesystem ausgestattet, das es ermöglicht, luftgetragene Fasern auf einem Filter abzuscheiden, der anschließend rasterelektronenmikroskopisch auf Art, Geometrie und Anzahl der Fasern analysiert werden kann.

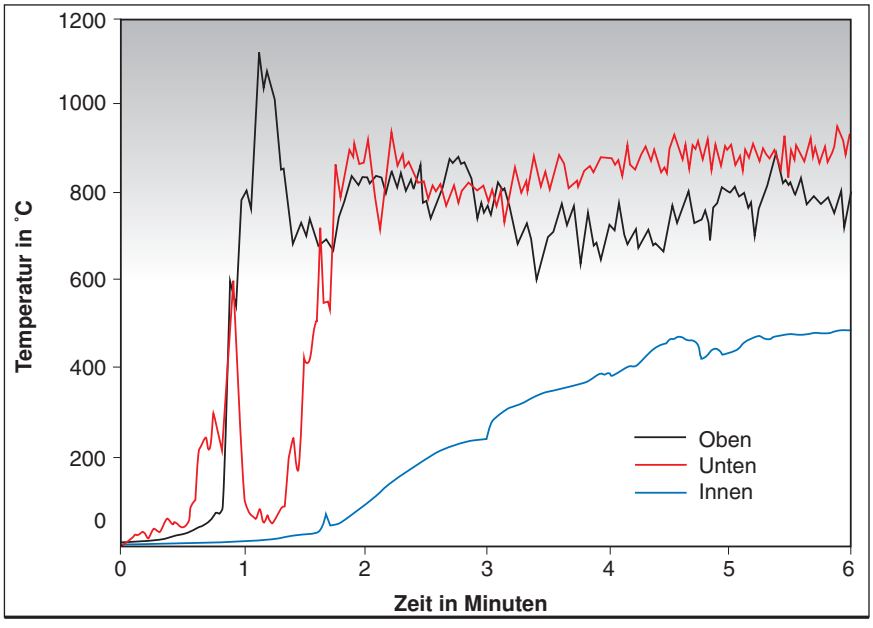
TEMPERATURENTWICKLUNG BEIM BRANDVERSUCH

Im Bild unten auf der nächsten Seite ist

Personenbezogene Messungen der Faserkonzentration ... **links:** *... bei einem Feuerwehrmann* **rechts:** *... bei einem Flugunfalluntersucher. Die Pfeile zeigen die Filter für Faserproben.*

die Temperaturentwicklung zu Beginn des Abbrandes dargestellt. Die anfänglichen Temperaturspitzen von bis zu 1 200 °C sind auf den Abbrand des Kerosins zurückzuführen. An der CFK-Oberfläche stellte sich im Anschluss eine mittlere Temperatur im Bereich von rund 900 °C ein. Ein Temperatursensor, der sich im Inneren einer CFK-Hohlstruktur befand, zeigt eine langsamere, jedoch stetige Aufheizung. Die schließlich erreichte Maximaltemperatur liegt ebenfalls im Bereich von 900 °C. Die beim Abbrandversuch aufgetretenen Temperaturen sind damit für die Bildung von Faserfragmenten ausreichend hoch.

Zirka 30 Minuten nach dem Ablöschen herrschte im Inneren der CFK-Hohlstruktur immer noch eine Temperatur von 640 °C, obwohl die Oberflächentemperaturen bereits weit niedriger lagen. Das lässt den Schluss zu, dass das abgebrannte CFK-Material bzw. die Kohlenstofffasern mit Rußrückständen eine sehr gut isolierende Wirkung aufweisen. Zusätzlich kann davon ausgegangen werden, dass der Kunststoff im CFK längerfristig auch nach dem oberflächlichen Ablöschen zu einer Energiefreisetzung ohne Flammenbildung beiträgt. Der Löschschaum dringt offensichtlich nicht optimal in das abgebrannte CFK-Bauteil mit Hohlstruktur ein.



Temperaturentwicklung in den ersten Minuten des Abbrands im »oberen« und »unteren« Bereich sowie im »Inneren« des CFK-Materials

ERMITTELTE FASERKONZENTRATIONEN

Problematisch bei der Bestimmung der freigesetzten Fasermenge ist die gleichzeitige Bildung von Ruß, der hier vor allem aus dem Abbrand des Flugkraftstoffes stammt. Ruß, der sich auf den Probenahmefiltern abscheidet, überdeckt die freigesetzten Kohlenstofffasern und macht eine quantitative Auswertung unmöglich. Aus diesem Grund lassen sich für die personenbezogenen und stationären Probenahmen, die zum Teil den Rauchschwaden ausgesetzt waren, keine zuverlässigen Faserkonzentrationen ermitteln. Es kann lediglich festgestellt werden, dass Fasern mit kritischen Dimensionen im Rauch enthalten sind. Es ist zu betonen, dass die Fasern für das bloße Auge nicht sichtbar sind, und der Rauch nur indirekt als Orientierung für die Ausbreitung der Fasern dient. Die Untersuchung der Filter, die sich auf der windabgewandten Seite zum Brandherd befanden, zeigten keine Fasern. Die Fasern breiten sich damit bevorzugt in Windrichtung und durch den thermischen Auftrieb zunächst nach oben aus. Die personenbezogenen Messungen am Flugunfalluntersucher, der nach dem Abbrand mit geschädigtem CFK-Material hantiert, zeigen Faserkonzentrationen im Bereich von 90 000 Fasern pro Kubikmeter (siehe Bilder oben auf dieser Seite). Vergleichbare Faserkonzentrationen wurden ebenfalls bei einem Absturz und vollständigem Ausbrand eines vorwiegend aus CFK gefertigten Luftfahrzeuges ermittelt.

Damit ist festzuhalten, dass lungengängige Fasern vor allem beim Hantieren mit dem abgebrannten Material eine Gefahr darstellen können.

Bewertung der Faserkonzentration – erforderliche Maßnahmen

Beim Hantieren mit abgebranntem CFK-Material ergaben sich Faserkonzentrationen, die nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe 521 (»Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle«) in die Expositionskategorie 2

zwischen 50 000 und 250 000 Fasern pro Kubikmeter fallen. Dieser Bereich mittlerer Faserexposition erfordert Schutzmaßnahmen in Form von:

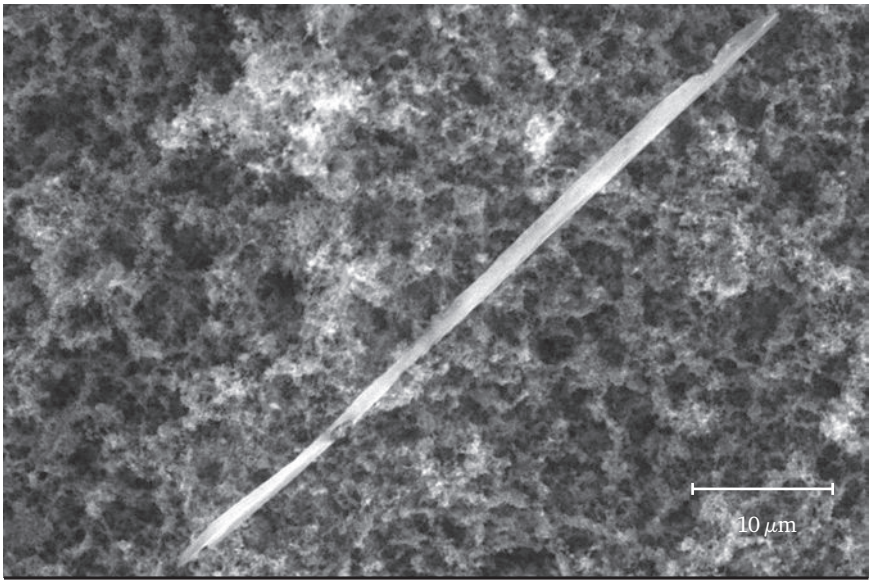
- Augen- und Atemschutz, zum Beispiel durch Halbmasken mit P3-Filter oder partikelfiltrierende Halbmasken FFP3;
- Es ist dafür zu sorgen, dass kontaminierte Kleidung zu keiner Verschleppung von Fasern führt. Das Tragen von Einwegschutzanzügen ist daher sinnvoll. Personen, die unmittelbaren Kontakt mit abgebranntem CFK-Material haben, sollten stich- bzw. schnittfeste Handschuhe tragen.
- Bei allen Tätigkeiten ist das Aufwirbeln von Staub möglichst zu vermeiden. CFK-Teile dürfen nicht geworfen werden.
- Für Transport/Lagerung/Entsorgung sollten die CFK-Teile möglichst staubdicht verpackt werden.
- Durch organisatorische Schutzmaßnahmen ist die Anzahl der exponierten Personen auf ein Minimum zu begrenzen.
- Der betroffene Personenkreis ist anhand einer Betriebsanweisung über die Gefahren, die Verhaltensregeln und die Schutzmaßnahmen zu unterweisen.

Methoden zur Minimierung der Faserfreisetzung

Bei WKA-Brand nicht möglich!!!

Im Sinne einer Erstmaßnahme an einer Unfallstelle kann ein einfacher Wassersprühnebel Fasern binden. Besser geeignet ist Löschschaum, um eine Faserfreisetzung zu minimieren. Bei trockenen Umgebungsbedingungen sind Wasser oder Schaum wiederholt auszubringen.

Zur Vermeidung einer Faserfreisetzung können abgebrannte Wrackteile mit einem Lack besprüht werden, der eine weitere Faserfreisetzung verhindert. Faserbindelacke zeigen im Vergleich zum Löschschaum eine effizientere Faserbindung. Der Lack wirkt lang anhaltend, auch an vertikal positionierten Materialien. Während der Löschschaum nach rund 30 Minuten in sich zusammengefallen ist und das abgebrannte Material abzutrocknen beginnt, hält die Wirkung des Faserbindelackes über Monate an. Eine optimale Kombination ist damit das Ablöschen des Brandes mit Löschschaum und die anschließende Anwendung eines Faserbindelackes. Vor dem Aufbringen des Faserbindelackes ist zu gewährleisten, dass keine Glutnester mehr vorhanden sind (Wärmebildkameratest) und dass eventuelle behördliche Untersuchungen bereits abgeschlossen sind.



Rasterelektronenmikroskopische Darstellung eines Kohlenstofffaserfragments mit kritischer Größe

Auswahl eines Faserbindelackes

Gegenwärtig befindet sich auf dem Markt kein spezieller Faserbindelack, der für Verwendung bei CFK-Brandschäden vorgesehen ist. Um einen geeigneten, verfügbaren Lack auszuwählen, wurden Laboruntersuchungen an im Vorfeld abgebrannten CFK-Platten durchgeführt. Unter Abwägung verschiedener Aspekte wie Faserbindeeigenschaften, Wasser- und Kältetoleranz, Umwelt- und Gesundheitsgefährdung sowie Preis, Haltbarkeit und Verfügbarkeit des Lackes wurde als optimale Wahl ein wasserbasierter Lack ohne organische und damit brennbare Lösemittel identifiziert. Ein Einsatz derartiger Lacke bei Minusgraden ist nicht möglich, jedoch auch nicht erforderlich, da in diesem Fall das Löschmittel friert und damit die Fasern bindet. Alternativ kann der Lack angewärmt ausgebracht werden. Ein mögliches technisches Produkt stellen beispielsweise lösemittelfreie Restfaserbindelacke – wie sie in der Asbestsanierung eingesetzt werden – dar. Über vergleichbare Eigenschaften verfügen jedoch beispielsweise auch wasserverdünnbare Dispersionswandanstriche.

Effizienz der Faserbindelack-Anwendung

Die Wirkung des Faserbindelackes wurde im Freilandversuch getestet. Hierzu wurde die Faserfreisetzung beim Hantieren mit abgebranntem Material vor und nach der Anwendung eines Faserbindelackes ermittelt. Zum Ausbringen des Faserbindelackes kann für kleinere Maßnahmen eine Rückentragespritze verwendet werden. Wie bei allen Lackiermaßnahmen ist aufgrund der Bildung von Aerosolen ein Atemschutz zu tragen.

Während vor der Anwendung Faserkonzentrationen im Bereich von 90 000 Fasern pro Kubikmeter ermittelt werden, ergeben sich nachher nur noch etwa 50 000 Fasern pro Kubikmeter. Die Tatsache, dass der Lack auf der Oberfläche aufgebracht wird und nur dort eine effektive Faserbindung erlaubt, spiegelt sich in einer zwar deutlichen Reduzierung der Faserkonzentration wieder. Jedoch verhindert das erneute Freilegen von inneren Oberflächen beim Hantieren mit dem abgebrannten CFK-Material eine vollständige Faserbindung durch den Lack. Für die Bergung von Wrackteilen oder anderen Maßnahmen, bei denen starke mechanische Einwirkungen auf die Wrackteile erfolgen, sind diese am besten in Kunststofffolie staubdicht zu verpacken. Für den Abtransport haben sich dicht schließende Container bewährt.

Die untersuchten Faserbindelacke zeigten im Freilandversuch keine nennenswer-

Anzeige

te Beeinträchtigung der Vegetation, da sich Bereiche, in denen der Lack auf eine Grasfläche aufgebracht wurde, genauso gut entwickelten, wie Bereiche ohne Faserbindelack. Faserbindelack sollte dennoch gezielt auf Wrackteile aufgebracht und nicht in unbegrenztem Maße in die Umgebung ausgebracht werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe bergen im Brandfall eine zusätzliche, über typische Kunststoffbrände hinausgehende Gesundheitsgefährdung aufgrund der Bildung von lungengängigen Kohlenstofffaserfragmenten. Dabei ist jedoch eine hohe Brandtemperatur erforderlich, die typischerweise nur durch eine zusätzliche Brandlast, zum Beispiel in Form eines Treibstoffbrandes, erreicht wird.

Feuerwehrangehörige sind zwar im Einsatz durch eine Persönliche Schutzausrüstung mit umluftunabhängigem Atemschutz geschützt. Weitere Rettungskräfte bzw. unbeteiligte Personen können jedoch nach dem Löschen des Brandes ungeschützt einer Faserstaubbelastung ausgesetzt sein. Diesbezüglich ist die Feuerwehr die erste Ansprechstelle, um vor einer eventuellen weiteren Gefährdung tätig zu werden. Hierzu bietet sich auch die Anwendung eines Faserbindelackes an.

Der stetig ansteigende Einsatz von Faserverbundwerkstoffen im Automobilbereich in Kombination mit einer wachsenden Elektromobilität wird sicher in den nächsten Jahren vielfältige Unfallerfahrungen mit sich bringen. Hier kann die Anwendung eines Faserbindelackes, als ein Baustein unter vielen, zu einer effektiven Schutzmaßnahme gegen eine neue Gefahrenquelle werden. III

AUTOREN

Prof. Dr. SEBASTIAN EIBL

Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe der Bundeswehr, Erding

Dipl.-Ing. (FH) NORBERT SCHOLZ

Arbeitsgruppe für Technische Untersuchungen, Erding

Bilder: Verfasser (6), Fliegerhorstfeuerwehr Erding (4)

Verlag W. Kohlhammer | Stuttgart | Juni 2014 | 68. Jahrgang | ISSN 0006-9094 | E 1889

Zeitschrift für das gesamte Feuerwehrwesen,
für Rettungsdienst und Umweltschutz

BRANDSchutz

Deutsche Feuerwehr-Zeitung

DOMINIQUE MAX

CFK – Gefährdungspotenzial bei mechanischer Überbeanspruchung und bei Brand

Erste Erkenntnisse aus der Brandschutzforschung der Bundesländer

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) können im Einsatzfall eine Gesundheitsgefahr darstellen. Daher untersucht die Forschungsstelle für Brandschutztechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Rahmen der Brandschutzforschung der Bundesländer die Gefahren, welche von den Fasern ausgehen. Der Beitrag stellt die bisher gewonnenen Erkenntnisse vor.

S. 428

www.kohlhammer-feuerwehr.de

Verlag W. Kohlhammer 6/2014

DOMINIQUE MAX

CFK – Gefährdungspotenzial bei mechanischer Überbeanspruchung und bei Brand

Erste Erkenntnisse aus der Brandschutzforschung der Bundesländer

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) können im Einsatzfall eine Gesundheitsgefahr darstellen. Daher untersucht die Forschungsstelle für Brandschutztechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Rahmen der Brandschutzforschung der Bundesländer die Gefahren, welche von den Fasern ausgehen. Der Beitrag stellt die bisher gewonnenen Erkenntnisse vor.

Unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz werden konventionelle Werkstoffe vermehrt durch moderne Werkstoffe ersetzt, die bei angestrebt ähnlichen mechanischen Eigenschaften ein deutlich geringeres Gewicht aufweisen. Zu diesen modernen Werkstoffen zählen kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK). Bei diesen sind für den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmte Kohlenstofffaser-Gelege in eine Kunststoff-Matrix eingebettet und im Autoklaven ausgehärtet. Über spezielle Verfahren werden verschiedenartigste Körper geformt, auch als Verbundwerkstoffe mit anderen Materialien.

Aus CFK hergestellte Bauteile werden unter anderem im militärischen, zivilen und freizeitsportlichen Flugzeugbau eingesetzt. Zum Beispiel besitzt die Primärstruktur des Airbus A350 bereits einen CFK-Gewichtsanteil von 50 Prozent. Der flächenmäßige Anteil von CFK an der Außenhaut des Kampfflugzeugs »Eurofighter« beträgt 70 Prozent. Außer bei Flugzeugen wird dieser Werkstoff auch im Automobilbereich eingesetzt. Durch die hohen Kosten beschränkt sich der Anteil bisher auf begrenzte Anwendungen (Wettbewerbsfahrzeuge, innovative Elektrofahrzeuge – durchaus auch in größeren Stückzahlen). Es ist anzunehmen, dass im Zuge der CO_2-Flottenemissionsbegrenzung durch die EU-Gesetzgebung ein Einsatz moderner Werkstoffe in Serienfahrzeugen zunehmen wird. Auch Rotorblätter von Windkraftanlagen können aus CFK gefertigt sein [1].

Anhand der genannten breit gefächerten Anwendungen entstehen für die Feuerwehren mehrere Berührungspunkte, die eine Auseinandersetzung mit den stoffspezifischen Gefahren erfordern.

Stoffspezifische Gefahren

Bei der mechanischen Beschädigung von CFK-Bauteilen bricht die Kunststoffmatrix auf und die dünnen, starren Kohlenstofffasern ragen aus der Matrix heraus. Bei ungenügendem Schutz der Haut können die Fasern bei Kontakt in die Haut eindringen und dort Entzündungen hervorrufen [2].

Faserbruchstücke können ebenfalls beim Bruch des Werkstoffes aus der Matrix herausgelöst werden, in die Luft gelangen und dort verfrachtet werden. Von dort gelangen sie in die Atemwege. Dies kann zu gesundheitlichen Schäden führen, da die Fasern entzündungsfördernd wirken. Zudem wird vermutet, dass eine krebserregende Wirkung dieser Fasern nicht ausgeschlossen werden kann. Dabei wird die krebserregende Wirkung von (mineralischen) Fasern allgemein über deren Abmessungen beurteilt.

Fasern werden im Sinne der WHO (World Health Organization) als kritisch eingestuft, wenn sie Faserstäube gemäß Definition (siehe Kasten rechts) erzeugen. Den kritischen Fasern wird eine krebserregende Wirkung zugesprochen, da diese als lungengängig betrachtet werden und nicht durch die üblichem in der Lunge vorhandenen Reinigungsmechanismen entfernt werden können. Vergleicht man die Ausgangsdurchmesser (Durchmesser zirka fünf bis 27 Mikrometer [3]) unbeschädigter Fasern mit den kritischen Durchmessern (dünner als drei Mikrometer) wird klar, dass CFK-Fasern in ihrem Ausgangszustand als nicht krebserregend eingestuft werden können. Somit können Fasern mit kritischen Abmessungen nur bei Szenarien entstehen, die einen Einfluss auf den Faserdurchmesser haben.

Werden CFK-Bauteile mechanisch, zum Beispiel mit einem Trennschleifer, bearbeitet entstehen Stäube, die Bruchstücke von Fasern enthalten können. Bei Untersuchungen an solchen Stäuben durch das Wehrwissenschaftliche Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB) in Erding konnten keine Fasern gefunden werden, die gemäß Definition als krebserregend eingestuft werden müssten [4]. Eine Erhöhung des Lungenkrebsrisikos durch die bei rein mechanischer Bearbeitung entstehenden Fasern konnte daher nicht nachgewiesen werden, was aber aufgrund der dünnen Versuchsdatenlage jedoch auch nicht ausgeschlossen werden kann. Die potenzielle entzündungsförderende Wirkung bleibt jedoch bestehen. Deshalb sind Personen im Umfeld der Bearbeitungsquelle gefährdet. Geeignete Schutzmaßnahmen sind erforderlich.

Kritische Fasern

Von den lungengängigen Fasern (Länge < 250 Mikrometer, Durchmesser < drei Mikrometer) sind Fasern mit folgenden Abmessungen besonders kritisch:

- länger als fünf Mirkometer,
- dünner als drei Mikrometer,
- Verhältnis Länge/Durchmesser > drei. [6]

Kommt es zu einer erhöhten thermischen Beanspruchung durch Brand, wird zunächst die Matrix zersetzt und gibt die thermisch stabileren Kohlefasern frei [2]. Bei hohen Brandtemperaturen oxidieren die Fasern, wodurch sich deren Durchmesser verringert und die Fasern auseinander brechen können. Dadurch entstehen feinere Stäube mit hoher Wahrscheinlichkeit, dass Fasern mit kritischen Dimensionen entstehen. Bei Versuchen mit Temperaturen bis zu 700 °C wurden bereits Verringerungen des Durchmessers von 25 Prozent und mehr beobachtet [5]. An den Fasern können sich Ruß und andere Brandprodukte anlagern, die im Atemtrakt eine zusätzliche Reizung hervorrufen können[1].

Eine weitere potenzielle Gefahr liegt in der elektrischen Leitfähigkeit von Kohlefasern bzw. deren Bruchstücken, die in elektrischen und elektronischen Geräten zu Kurzschlüssen führen können. Da die Matrix aus einem Kunststoff und somit einem brennbaren Material besteht, werden im Brandfall außer der Emission von Fasern auch kunststofftypische Brandrauchbestandteile wie Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und sonstige toxische oder atemwegsreizende Gase freigesetzt.

[1] Siehe auch ab Seite 423 ff. in dieser Ausgabe.

Ausblick

Im Rahmen der Brandschutzforschung der Bundesländer untersucht die Forschungsstelle für Brandschutztechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) die Gefahren, die von CFK-Werkstoffen ausgehen. Unter anderem wird eine Beurteilung der Faserexposition von kleinen Probestücken bei hohen Temperaturen, wie sie bei einem Treibstoffbrand zu erwarten sind, durchgeführt.

Die zuvor genannten Untersuchungen des WIWeB beinhalteten keine mechanische Bearbeitung mit Rettungsgeräten der Feuerwehr. Daher sollte die Messung der Faserexpositionen bei Schneidversuchen mit Rettungsgeräten und die Beurteilung der Schutzfunktion der aktuellen persönlichen Schutzausrüstung in den weiteren Fokus genommen werden. Ob Fasern bei thermischer oder mechanischer Beschädigung entstehen, die zu Kurzschlüssen führen können, wird in der Literatur unterschiedlich bewertet und bedarf weiterer Forschung. In der militärischen Luftfahrt sind bereits einige Schadenfälle mit CFK-Bauteilen dokumentiert, die zur Erarbeitung von Handlungsanweisungen für Bergungspersonal und Rettungsmannschaften geführt haben. Die Anwendbarkeit im zivilen Katastrophenschutz sollte geprüft und eventuell der spezifischen Gefahrenlage angepasst werden.

Literatur

[1] Neumeyer, T.: Leichter in der Luft, im Wind und auf der Straße, Kunststoffe, Nr. 11, S. 72 ff., 2012.
[2] Scholz, N., Eibl, S.: Fiese Fasern?, Flugsicherheit, Nr. 1, S. 19 ff., 2008.
[3] AVK-Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe: Handbuch Faserverbundkunststoffe, Wiesbaden, Springer Vieweg, 2014.
[4] Beckert D., Eibl S.: Faserverstärkte Kunststoffe, Soldat und Technik, Nr. 1, S. 33 ff., 2004.
[5] Feih S., Mouritz, A.: Tensile Properties of Carbon Fibres and Carbon Fibre-polymer composites in Fires, Composites, Bd. A, Nr. 43, S. 765 ff., 2012.
[6] Bayrisches Landesamt für Umwelt: Umwelt-Wissen – Künstliche Mineralfasern, Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 2008. III

AUTOR

Dipl.-Ing. DOMINIQUE MAX

Karlsruher Institut für Technologie, Forschungsstelle für Brandschutztechnik

Anzeige

Verlag W. Kohlhammer | Stuttgart | Juni 2014 | 68. Jahrgang | ISSN 0006-9094 | E 1889

Zeitschrift für das gesamte Feuerwehrwesen,
für Rettungsdienst und Umweltschutz

BRANDSchutz

Deutsche Feuerwehr-Zeitung

SÖREN BÖRNER | ANDREAS KERN | JOACHIM KLOSS

»Fiese Fasern«

Gefahren durch Faserverbundstoffe an der Einsatzstelle

Faserverbundstoffe finden sich in vielen Bereichen des täglichen Lebens. Im Schadenfall können sie jedoch eine gesundheitsschädliche Wirkung für die Einsatzkräfte haben; dies gilt insbesondere für die Fasern im Kohlenstoffverstärktem Kunststoff bei einem Brand. Der Beitrag gibt Hinweise für die Einsatztaktik der Feuerwehren.

S. 431

www.kohlhammer-feuerwehr.de

Verlag W. Kohlhammer 6/2014

SÖREN BÖRNER | ANDREAS KERN | JOACHIM KLOSS

»Fiese Fasern«

Gefahren durch Faserverbundstoffe an der Einsatzstelle

Faserverbundstoffe finden sich in vielen Bereichen des täglichen Lebens. Im Schadenfall können sie jedoch eine gesundheitsschädliche Wirkung für die Einsatzkräfte haben; dies gilt insbesondere für die Fasern im Kohlenstoffverstärktem Kunststoff bei einem Brand. Der Beitrag gibt Hinweise für die Einsatztaktik der Feuerwehren.

Häufig werden Rettungskräfte mit den Ergebnissen technologischer Entwicklungen erst dann konfrontiert, wenn neue Geräte und Materialen an Einsatzstellen in Erscheinung treten. Faserverbundstoffe finden bereits seit Jahren Anwendung in vielen Bereichen des täglichen Lebens. Im Verkehrswesen waren sie bisher Luftfahrzeugen, Sportbooten, Rennwagen und Fahrrädern vorbehalten. Zunehmend werden sie auf grund ihrer vielseitigen Eigenschaften auch im serienmäßigen Fahrzeugbau eingesetzt.

Um es vorweg zunehmen: Gefahren, welche durch die mechanische und die thermische Überlastung von Verbundfaserstoffen ausgehen, sind im Einsatz beherrschbar. Die Berücksichtigung bei der Erkundung der Einsatzstelle sowie eine konsequente Einhaltung von Standards in der Bearbeitung von Einsätzen mit Gefahrstoffen schaffen den notwendigen Schutz. Im Gegensatz zum herkömmlichen Feuerwehreinsatz, kann bei Einsätzen mit brennbaren Verbundfaserstoffen eine nicht sichtbare fortdauernde Gefährdung auch über die Löscharbeiten hinaus bestehen bleiben[1]. In diesem Beitrag sollen dazu Hinweise gegeben werden. Dabei stützten sich die Verfasser auf Erfahrungen von Rettungskräften der Bundeswehr in der Bearbeitung von Einsätzen nach Unfällen mit Luftfahrzeugen.

Materialeigenschaften

Die mechanische Überlastung von Bauteilen, das Brechen oder das Reißen von Strukturen verursacht Gefahren, die im Einsatz berücksichtigt werden müssen. Dabei ist das Verhalten von Glasfaserverbundstoffen (GFK), Aramidfaserstoffen sowie kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) abhängig von den physikalischen Eigenschaften, die je nach Verwendungszweck durch entsprechende Herstellungsverfahren erzeugt werden.

Glasfasern

Glasfasern sind die am häufigsten verwendeten Fasertypen. Kunststoffe, in denen solche Fasern zur Anwendung kommen, weisen eine hohe Druck- und Zugfestigkeit bei gleichzeitiger Gewichtsersparnis gegenüber metallischen Werkstoffen auf. Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) wird durch die Verbindung der Fasern mit duro- bzw. thermoplastischen Kunststoffen, wie Polyamid oder Polyesterharz, gefertigt. Leichte und hochfeste Bauteile werden beispielsweise im Bootsbau, bei Tanks und Rohren sowie im Profilbau und für Bewehrungen verwendet.

Aramide

Aramid ist eine organische Kunstfaser, deren Eigenschaften eine enorme Verwendungsbreite ermöglichen. Fähigkeiten, wie eine hohe Bruchdehnung, Schwingungsdämpfung, Schlagzähigkeit und Beständigkeit gegenüber Säuren und Laugen, ermöglichen den speziellen Einsatz in sicherheitsrelevanten Bereichen. Moderne Panzerungen für Fahrzeuge, Schutzhelme und -westen sowie Schnitt- und Hitzeschutzbekleidung können Aramidfasern enthalten.

Kohlenstofffasern

Kohlenstofffasern werden schichtweise als Verstärkung in eine Kunststoff-Matrix, zum Beispiel Epoxidharz, eingebettet. Das dabei entstehende Material weist eine hohe Festigkeit und eine Steifigkeit bei geringem Gewicht auf. Anwendungsgebiete sind außer der Luft- und Raumfahrt der Fahrzeug- und der Sportgerätebau.

An scharfen Bruchkanten stehen einzelne Faserbündel hervor und können bei fehlender oder ungenügender Persönlichen Schutzausrüstung auch durch Textilien hindurch zu Schnitt- und Rissverletzungen führen. Fasern, welche in die Haut eindringen und abbrechen, verursachen Entzündungen und bedürfen ggf. chirurgischer Maßnahmen.

Brandverhalten

Faserverbundstoffe können je nach Anwendungsgebiet brennbar oder nichtbrennbar sein. Aramidfasern finden beispielsweise in Feuerschutzbekleidung, Glasfasern in Baustoffen Verwendung. Die Kunststoffmatrix von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen zersetzt sich hingegen typischerweise schon bei Temperaturen unter 400 °C. Das Material verliert seine Formstabilität, jedoch bleiben die Kohlefasern bis zirka 650 °C stabil.

Für eine Schädigung der Kohlenstofffasern mit nachfolgender Freisetzung von lungengängigen Faserteilchen sind Brandtemperaturen von mehr als 650 °C notwendig. Durch das Verbrennen von Treibstoffen, zum Beispiel nach (Luft-) Fahrzeugunfällen, werden deutlich höhere Temperaturen erreicht.

Einsatztaktik

Wichtigste Mittel zur Verminderung einer Gefährdung von Einsatzkräften sind deren Kenntnisse im Umgang mit möglichen Gefahren und die fallbezogene Gefahreneinschätzung vor Ort. Der Umgang mit technologischen Entwicklungen, wie die Verwendung von Airbags oder Lithium-Ionen-Batterien in Fahrzeugen, wurden in die Ausbildung von Einsatzkräften aufgenommen. Oftmals wurden und wer-

[1] Siehe auch die Beiträge auf Seite 423 ff. und 428 f. in dieser Ausgabe.

Hinweise für den Einsatz

Einsatz zur Menschenrettung mit Brand von CFK-Elementen

- Körperschutz Form 1 analog A-Einsatz,
- umluftunabhängiger Atemschutz,
- Menschenrettung und Information des Rettungsdienstes über Gefahrstoff, Kontamination und Selbstschutz,
- Brandbekämpfung,
- Dekontamination

»Kalte Brandstelle«/Bergeeinsatz

- Körperschutz Form 2 analog A-Einsatz (reißfester Anzug gemäß Beständigkeitsliste des Herstellers),
- Atemschutz (Vollmaske mit Filter),
- Sicherung von Kleinteilen/Abkleben von Bruchkanten und Splitterungen,
- Einsatz von Faserbindemittel (zum Beispiel »Hawetol«),
- Dekontamination

Einsatznachbereitung

- fachgerechte Reinigung bzw. Entsorgung der kontaminierten Einsatzkleidung,
- fachgerechte Entsorgung von eingesetztem Verbrauchsmaterial (Verpackungsmaterial , Filter, …)
- Dekontamination wiederverwendbaren Einsatzgerätes,
- ggf. ärztliche Nachsorge,
- Personal, das mit verbrannten CFK-Fasern in Berührung kam oder bei denen der Verdacht besteht, diese eingeatmet zu haben, ist in die arbeitsmedizinische Vorsorgekartei nach dem Arbeitsmedizinischen Grundsatz G 1.2 aufzunehmen. Eine Dokumentation über Einsatzzeiten, Tätigkeit, Aufenthaltsort, etc. ist anzulegen.

den spezifische, standardisierte taktische Regeln entworfen. Auch Einsätze, bei denen »fiese Fasern« auftreten können, sind durch Information und Schulung von Einsatzkräften sinnvoll vorzubereiten.

Wesentliches Einsatzziel außer der Rettung von Menschenleben ist auch die Verhinderung der Freisetzung und der Ausbreitung von Gefahrstoffen. Liegen Erkenntnisse zum Vorhandensein von Faserverbundstoffen in einem Einsatzszenario vor (zum Beispiel Einsatzstichwort »Flugunfall«), ermöglicht eine ausführliche Erkundung unter konsequenter Einhaltung der Vorgaben der Feuerwehr-Dienstvorschrift (FwDV) 500 »Einheiten im ABC-Einsatz« die nachfolgende Anwendung geeigneter Taktiken.

Faserverbundstoffe sind als gesundheitsgefährliche Baustoffe nicht zwingend den biologischen oder den chemischen Gefahren zuzuordnen, jedoch können sie im Hinblick auf ihre gesundheitsschädigende Wirkung analog betrachtet werden. Die Anwendung der FwDV 500 schafft Sicherheit in Bezug auf Schutzmaßnahmen und Raumordnung. Gefahren- und Absperrbereiche sind unter Berücksichtigung der topografischen und meteorologischen Gegebenheiten festzulegen und zu kennzeichnen. Um eine zusätzliche Geländekontamination durch das Aufwirbeln von Faserstoffen nach thermischer Beaufschlagung zu vermeiden, empfiehlt sich eine Entfernung von mindestens 300 Metern zwischen der Schadenstelle und dem Aufstellplatz für Rettungsmittel. Ebenso sollten Rettungshubschrauber die Einsatzstelle nicht überfliegen (bzw. eine Mindestflughöhe > 500 Fuß einhalten) und in einer Entfernung von mindestens 300 Metern in einem Winkel von 90 Grad zur Windrichtung landen.

Da in besonderen Einsätzen nicht bei allen Beteiligten ausreichende Kenntnisse zu erwarten sind, empfiehlt sich eine angemessene Lage- und Stoffinformation an alle (!) im Einsatz befindlichen Kräfte. Zusätzliche Sicherheits- und Verhaltenshinweise verringern die Kontaminations- und die Inkorporationsgefahren. Die Anzahl der Personen im Gefahrenbereich ist auf ein notwendiges Maß zu beschränken, eine frühzeitige Nachforderung von Personal, die Einrichtung eines (Not-)Dekonplatzes sowie die Heranführung spezieller Ausrüstung sind unerlässlich. Besonders wird auf die Notwendigkeit der Bereithaltung zusätzlicher Einsatzkleidung hingewiesen, da diese beim Verlassen des Gefahrenbereiches abgelegt werden muss.

Die Methoden zur Minimierung der Faserfreisetzung sind im Beitrag »Besondere Gefährdung beim Abbrand von Carbon-Kunststoffen« ab Seite 423 ff. in dieser Ausgabe beschrieben. Die Vorhaltung von Faserbindelacken durch Feuerwehren ist aus wirtschaftlichen Gründen eher nicht zu erwarten, sodass sich die Erstmaßnahmen auf die Bindung mittels Wassernebel oder Löschschaum beschränken.

Analog zu anderen Gefahrstoffeinsätzen können spezialisierte Institutionen im weiteren Einsatzverlauf unterstützen. Auch und gerade nach erfolgten Löscharbeiten ist auf die fortdauernd bestehende Kontaminations- und Inkorporationsgefahr zu achten. Die bei einem Brand mit Temperaturen von mehr als 650 °C freigesetzten Faserteile befinden sich weiterhin an der Einsatzstelle.

EMPFEHLUNGEN FÜR DEN EINSATZ

Nachfolgende Empfehlungen tragen den verschiedenen Gefährdungspotenzialen in Abhängigkeit zur Art des Ereignisses Rechnung. Grundsätzlich sollte die Anwesenheit von Verbundmaterialien in die Gefahrenbewertung einbezogen werden. Bei kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen kann in drei Zustände unterschieden werden:

- Materialzerstörung ohne Brand:
  - Verletzungsgefahr durch scharfe Bruchkanten;
- Brand mit Temperaturen von unter 650 °C:
  - Verletzungsgefahr durch scharfe Bruchkanten,
  - Verlust der Festigkeit und Tragfähigkeit;
- entwickelter Brand mit Temperaturen von mehr als 650 °C:
  - Freisetzung lungengängiger Faserteilchen.

Hinweise für den Einsatz mit verschiedenen Szenarien gibt der Kasten links auf dieser Seite. III

AUTOREN

SÖREN BÖRNER
Brandoberinspektor

JOACHIM KLOSS
Oberbrandmeister

Zentrum Brandschutz der Bundeswehr

ANDREAS KERN
Oberstleutnant

Flugsicherheit in der Bundeswehr

Einsatzbeispiel

Anfang März 2013 flog ein Kampfhubschrauber des Typs »KH Tiger« im Ettal in bewaldetes Gebiet ein und stürzte dabei ab. Die Absturzstelle befand sich in unzugänglichem Gebiet. Der Hubschrauber brannte vollständig aus. Die ersteintreffenden Kräfte der Freiwilligen Feuerwehr ließen, gegeben durch Gelände und Witterung, einen kontrollierten Abbrand zu. Das Bergeteam der Bundeswehr, welches Tage nach dem Absturz an der Unfallstelle eintraf, stand komplizierten Herausforderungen gegenüber. Die unzugängliche Lage am Hang erforderte die Einrichtung einer Ausgangsbasis unterhalb der Absturzstelle. Von dort wurde der Einsatz der Bergekräfte koordiniert.

Der Zerstörungsgrad des Hubschraubers sowie die Angaben der Freiwilligen Feuerwehr zur Branddauer machten deutlich, dass hohe Temperaturen auf die Zelle des Hubschraubers eingewirkt hatten. Eine Kontamination der Einsatzstelle mit durch den Brand freigesetzten Faserteilchen des Kohlenstofffaserverbund-Kunststoffes wurde festgestellt. Somit musste auch lange nach dem Brand, Gesundheitsgefahren begegnet und eine Kontaminationsverschleppung unterbunden werden.

links: *Luftfahrzeugreste nach Absturz und Vollbrand* **rechts:** *Untersuchungsteam unter Persönlicher Schutzausrüstung an der Unfallstelle*
(Fotos: General Flugsicherheit in der Bundeswehr)

Anzeige

Fachempfehlung Nr. 1 vom 7. März 2008 (redaktionell überarbeitet 16. Mai 2012)

Einsatzstrategien an Windenergieanlagen

In den vergangenen Jahren ist die Zahl der Windenergieanlagen (im Folgenden abgekürzt als WEA) stark angestiegen. Gegenwärtig beläuft sie sich bundesweit auf fast 22.500 Anlagen[1]. Die große Zahl bestehender WEA stellt ein Gefahrenpotential dar, bei dem die Feuerwehrführungskräfte vielerorts Unsicherheiten über die richtige Einsatztaktik und drohende Gefahren haben. Im Einsatzfall hier eine Unterstützung bieten zu können ist Ziel der vorliegenden Fachempfehlung.

Brennende Windenergieanlage.

© Holger Bauer

Grundsätzlich ist in der Regel von zwei feuerwehrrelevanten Notfallarten auszugehen. Zum einen können die WEA aufgrund von Blitzeinschlägen oder technischer Defekte in Brand geraten, zum anderen ist eine Vielzahl von (technischen) Hilfeleistungsarten möglich. Zum letzteren zählt beispielsweise auch die Unterstützung des Rettungsdienstes bei der Versorgung von erkranktem oder verletztem Montage- oder Wartungspersonal.

Die Anfahrt

Unabhängig vom konkreten Einsatzstichwort beginnt die erste Schwierigkeit mit der Anfahrt zur betroffenen WEA. Es stellen sich die Fragen:

- Welche Anlage genau ist betroffen?
- Welcher geeignete Weg führt dorthin?

Im normalen Tagesgeschäft der Rettungskräfte dürften diese Fragen selten eine hervorzuhebende Bedeutung haben, jedoch ist bei WEA zu beachten, dass diese

[1] Stand vom Mai 2012

Bundesgeschäftsstelle
Reinhardtstraße 25
10117 Berlin
Telefon
(0 30) 28 88 48 8-00
Telefax
(0 30) 28 88 48 8-09
E-Mail
info@dfv.org
Internet
www.dfv.org

Präsident
Hans-Peter Kröger

sich nicht an Straßen mit Hausnummern oder anderen markanten Gemarkungen befinden.

Aufgrund ihrer hohen Anzahl und weiten Streuung besitzen Feuerwehren in diesem Problem die entscheidende Orts- und Flurkenntnis im Vergleich zu anderen Hilfsorganisationen oder der Polizei. Dieser Vorteil sollte von den Führungskräften in Einsatzgebieten mit WEA gezielt weiter ausgebaut und mit den Leitstellen abgestimmt werden.

Konkret bedeutet dies, dass sich die Feuerwehren zunächst genau mit den Anfahrtswegen und Örtlichkeiten der WEA in ihrem Einsatzgebiet auseinandersetzen sollten. Eine Möglichkeit zur verwechslungsfreien Zuordnung ist das individuelle Kennzeichen jeder WEA. Vergleichbar mit einem Autokennzeichen besitzen viele Anlagen eine einmalige Ziffern- und Buchstabenkombination, die sich am Turmfuß ungefähr in einer Höhe von 1,5 bis 2,5 Meter über dem Boden befindet. Diese gewährleistet im Notfall eine zweifelsfreie Erkennung. Auf der Internetseite der Fördergesellschaft Windenergie e. V. (www.wea-nis.de) können nach Eingabe dieser Kombination Informationen für ca. 7.000 WEA sowie in vielen Fällen auch ein Lageplan abgerufen werden. Die Eingabe wird laufend ergänzt. Für verschiedene Bundesländer zum Beispiel Niedersachsen, sind diese Lagepläne passwortgeschützt hinterlegt. Über den Zugang „Rettungskräfte“ sind diese dann sichtbar. Das Passwort kann bei der Fördergesellschaft Wind abgefragt werden bzw. ist es über die Innenministerien der einzelnen Bundesländer an Leitstellen verteilt worden.

Mit dieser Möglichkeit sollten sich die örtlichen Einsatzkräfte vertraut machen und bereits im Vorfeld die Kennzeichnung der WEA beispielsweise auf einer Karte im Feuerwehrhaus vermerken. Im Einsatzfall kann dann vorab und ohne Zeitverlust der Weg zum Einsatzort ermittelt werden.

Mögliche Einsatzarten und -taktik

Wie bereits dargestellt, kommen als Einsatzarten für Feuerwehren Brand- und Hilfeleistungseinsätze in Frage.

Sollte es zu einem Feuer im oberen Teil der WEA gekommen sein (beispielsweise im so genannten Maschinenhaus hinter dem Rotor), so sind die Möglichkeiten für die Feuerwehr in aller Regel sehr beschränkt. Hier sollte von der Option des kontrollierten Abrennens Gebrauch gemacht werden. Aufgrund der Anlagenhöhe reicht kein Hubrettungsmittel in effiziente Arbeitsbereiche, abgesehen von Problemen mit gegebenenfalls nicht ausreichendem Druck und / oder Löschwasser.

Besonders wichtig ist in diesem Fall das Schaffen eines Sicherheitsbereichs durch äußerst weiträumiges Absperren. Bei dem Abbrennen ist von herabfallenden Teilen auszugehen (ein Zusammenfallen der gesamten Anlage hingegen ist unwahrscheinlich). Daher muss ein Radius von mindestens 500 Metern unzugänglich gemacht werden, bei markantem Wind ist in Windrichtung das Doppelte einzuplanen.

Deutlich zu sehen ist der Trümmerschatten der brennenden Anlage.

© Holger Bauer

Bei einem Brand, der sich nachweislich nur im unteren Teil der Anlage (Turmfuß oder auch dem so genannten Übergabehäuschen nahe dem Turm) befindet, können dagegen Löschversuche unternommen werden. Hierbei gelten die üblichen Vorsichtsmaßnahmen und Sicherheitsabstände beim Löschen elektrischer Einrichtungen (mit Hochspannung!). In diesem Zusammenhang sei auch auf die Möglichkeit eines „Not-Stopps“ der Anlage hingewiesen. Bei Hilfeleistungen oder Kleinstbränden ist das Betätigen des „Not-Stopp-Tasters“ daher als erste Maßnahme zu empfehlen. Dieser befindet sich in der Regel im Eingangsbereich der Anlage. Bei Kabelbränden besteht weiterhin die Möglichkeit, alle „Zuluftöffnungen“ im Turmfußbereich zu verschließen, so dass die Sauerstoffzufuhr unterbrochen wird und der Brand erstickt.

Aufgrund der Tatsache dass WEA einer häufigen Wartung unterzogen werden müssen, ist auch die Wahrscheinlichkeit eines medizinischen Notfalls (z.B. Ar-

beitsunfall) des Wartungs- bzw. Montagepersonals gegeben. Da der Rettungsdienst in der Regel nicht über die personellen und technischen Ressourcen und Möglichkeiten verfügt, um eine patientengerechte Rettung aus der Anlage durchzuführen, ist auch hier die Feuerwehr gefordert. Je nach Zustand des Patienten dürfte jedoch nur eine Feuerwehr mit Spezialausbildung adäquate Unterstützung bieten. Daher wird bereits im Vorfeld eine enge Zusammenarbeit mit den nächstgelegenen Höhenrettungsgruppen empfohlen, beispielsweise durch gemeinsame Objektbegehungen oder Übungen. Wichtig sind für die örtlichen Feuerwehren Kenntnisse über Ansprechpartner, Vorlaufzeiten, Möglichkeiten und Arbeitsweisen der Höhenretter. Sich hierüber einen Eindruck zu verschaffen ist bereits vor einem Schadensereignis von Bedeutung.

Planungen im Vorfeld - Übungen an einer WEA

Als besonders zweckmäßig erweist es sich bereits in der Bauplanungsphase einer WEA tätig zu werden. Sollten WEA im Einsatzgebiet geplant werden, so kann bereits in dieser Phase am einfachsten eine für die Feuerwehr einvernehmliche Lösung mit dem Betreiber erzielt werden. Beispielsweise ist die Forderung eines Feuerwehreinsatzplans nach DIN 14 095 unter Umständen sinnvoll. Auch lassen sich Zuständigkeiten klären und die Bedürfnisse und Anforderungen der Feuerwehren sinnvoll darstellen. Hierbei sollte auch die Frage eines Verantwortlichen und dessen Erreichbarkeit (gegebenenfalls durch eine Hotline) geklärt werden.

Weiterhin bieten sich WEA als gutes Objekt für (Einsatz-) Übungen an. Dies bietet die Vorteile einer:

- ausgiebigen Objekt- und Lagekunde,
- Ermittlung wie viel Personal zum effektiven Absperren im Brandfall benötigt wird,
- Feststellung, ob öffentliche Straßen und Einrichtungen von Absperrmaßnahmen betroffen sind,
- Überprüfung der Meldewege von Einsatzstelle über Rettungsleitstelle zum Objektbetreiber und
- Feststellung der optimalen Anfahrtswege und Löschwasserressourcen.

Fazit

WEA sind vielerorts Bestandteil des Landschaftsbildes geworden. Dennoch sind Einsätze im Zusammenhang mit ihnen als abseits der Routine zu werten. Eine Auseinandersetzung mit Gefahren, Strategien und Besonderheiten ist daher bereits im Vorfeld für den Einsatzerfolg wichtig.

Zusammenfassung

- Einsätze an Windenergieanlagen stellen Einsätze abseits der Routine dar. Bereiten Sie sich auf Notfälle in ihrem Zuständigkeitsbereich vor.
- Dies sollte mit einer Bestandsaufnahme der bestehenden Anlagen in Ihrem Einsatzgebiet beginnen.
- Dabei sind die WEA-Identifikationsnummer zu ermitteln, ebenso der Betreiber (Telefonnummer) sowie die sinnvollsten Anfahrtswege.
- Löschversuche sollten nur dann unternommen werden, wenn sich der Brand im Turmfuß oder Übergabehäuschen befindet. Hier gelten insbesondere die Regeln der Brandbekämpfung bei Hochspannung.
- Ansonsten ist das kontrollierte Abbrennen lassen indiziert. Dabei ist um das Brandobjekt mindestens ein Sicherheitsabstand von 500 m einzuhalten (in Windrichtung mehr).
- Setzen Sie sich bereits im Vorfeld, im besten Fall bereits in der Bauplanungsphase, mit dem Betreiber in Verbindung. Führen Sie Objektbegehungen und / oder Übungen an WEA durch.
- Im Falle medizinischer Notfälle sind oft nur Spezialkräfte in der Lage die richtige Hilfe zu bieten. Frühzeitige Kontakte, gemeinsame Übungen und das Wissen der Arbeitsweise von Höhenrettungsgruppen bringen entscheidende Vorteile im Einsatz.

Diese Fachempfehlung wurde durch Bernd Kraft erstellt, geschrieben durch Carsten-Michael Pix, in enger Abstimmung mit dem Fachbereich Einsatz, Löschmittel und Umweltschutz.

Ihr Kontakt: Carsten-Michael Pix / Telefon (030) 2888488-28 / E-Mail pix@dfv.org

Diese Fachempfehlung können Sie auch unter folgendem Link herunterladen

www.feuerwehrverband.de/fe-windenergieanlagen.html

Dort erhalten Sie auch viele weitere interessante Angebote!

Die Seite finden Sie auch, wenn Sie den QR-Code rechts oben nutzen. Halten Sie dazu einfach Ihr Mobiltelefon mit aktiviertem QR-Reader vor das Muster.

Haftungsausschluss: Die Fachempfehlung „Einsatzstrategien an Windenergieanlagen“ wurde nach bestem Wissen und unter größter Sorgfalt durch unsere Experten erstellt und durch die zuständigen Fachbereiche und das DFV-Präsidium geprüft. Eine Haftung der Autoren oder des Deutschen Feuerwehrverbandes ist jedoch grundsätzlich ausgeschlossen.

Themengebiet:

→ Zurück zur Gesamtübersicht

Unfallliste WKA in Deutschland / Verdacht Freisetzung "fiese Fasern„ und Unfallberichte

1. **Unfallliste WKA Deutschland**
2. **Spiegel-Online Sprengen und verbrennen (03.02.2015)**
3. **Westfalen Blatt Überall Splitter- 60 Bauern betroffen (15.04.2018)**

Der WKA-Unfall Illschwang. Beseitigung von Rotorblattfaserresten (CFK) durch Kinder der Jugendfeuerwehr 2018 !!!

4. **Sind Carbonfasern in den Rotoren? DEWEZET 21. Juli 2019**
5. **Wie riskant sind brennende Windräder? DEWEZET 26. Juni 2021**

Übersicht Unfallereignisse an Windkraftanlagen / Windparks

Liste erhebt
keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Richtigkeit der Anlagentypen/Hersteller

BI Keine Windkraft im Emmertal
27.05.2021

Datum	Ort/Windpark	Bundesland	Störfall	Störfallart						Anlagentyp	Baujahr	Mehr Information unter Link:
				B	GRBA	TF	TA	KU	S			
Legende Störfallart: B = Brand, GRBA = Gondel/Rotorblatt Abwurf, TF = Turmfall, TA = Tödlicher Arbeitsunfall, KU = Kranunfall, S = Sonstiges												
Störfallhäufigkeit				89	81	18	11	16	22	(Teilweise Kombinationen vorhanden)		Rot gekennzeichnete WKA-Unfälle: Verdacht Freisetzung auf Carbon "fiese Fasern"
Ereignisse 2021				3	2	0	0	0	2			
06.05.2021	Windpark Lindewitt-Linnau	Schleswig Holstein	WKA brennt nieder	X						VESTAS V80	2002	https://www.foerde.news/blaulicht/windkraftanlage-in-flammen.html
25.04.2021	Windpark Sörup-Barg	Schleswig Holstein	Gondel droht abzustürzen		X					VESTAS	2000	https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Das-standhafte-Windrad-von-Soerup-was-nun,windrad854.html
05.04.2021	WKA Hückeswagen	Nordrhein-Westfalen	Monteur schwer verletzt						X	Enercon E-82 E2	2013	https://www.tag24.de/justiz/polizei/rettungskraefte-am-windrad-arbeiter-haengt-verletzt-in-95-metern-hoehe-fest-1910022
27.02.2021	Windpark Apensen	Niedersachsen	Brand in Gondel	X						Vestas V66, 1,65 MW ?	2001	https://www.tageblatt.de/lokales/blaulicht_artikel,-windkraftanlage-bei-neuland-brennt-_arid,2049862.html
21.01.2021	Windpark Jeggeleben	Sachsen-Anhalt	Abbruch Rotornabe und Flügel		X					NEG Micon NM82/1500	2003	https://www.wind-watch.org/news/2021/01/26/windradflugel-sturzen-bei-jeggeleben-ab-wind-blades-crash/
20.01.2021	Windrad Sebbel Hullern	Nordrhein-Westfalen	Rotorblattschaden (12.2020)						X	VESTAS V150 4,2 MW	2020	https://www.ruhrnachrichten.de/haltern/windrad-hullern-unglueck-in-nordschweden-ist-ursache-fuer-stilllegung-plus-1593454.html
12.01.2021	Windpark Hehlen-Hohe	Niedersachsen	WKA brennt nieder	X						Gamesa G80, 2,0 MW	2004	https://www.dewezet.de/region/weserbergland/bodenwerder_artikel,-wieder-brennt-ein-windrad-bei-ottenstein-_arid,2661892.html
Ereignisse 2020				8	9	0	0	0	11			
2020.??.??	WP Rote Steige/Mainhardr	Baden-Württemberg	Massiver Rotorblattschaden						X	VESTAS V136 3,45MW	2017	Nach Betreiberangaben Firma Uhl, Dr. Pavel wurde ein Rotorblatt durch Firma VESTAS ausgestauscht
2020.??.??	WP Kohlenstraße	Baden-Württemberg	Massiver Rotorblattschaden						X	VESTAS V136 3,45MW	2017	https://www.swp.de/suedwesten/staedte/gaildorf/windkraftanlage-an-der-kohlenstrasse-rotorblaetter-werden-sicherheitspruefung-unterzogen-44826480.html
20.12.2020	Kahlberg	Hessen	Brand im Schaltschrank WKA	X						Nordex N131/3300	2018	http://www.vernunftkraft-hessen.de/wordpress/2020/12/23/odenwald-brand-in-einem-schaltschrank-der-wka-1-des-windparks-kahlberg-am-20-dezember/
04.12.2020	WP Pollenfeld	Bayern	Gondel, Öl tritt aus						X	Vestas V82-1.5MW oder GE Wind Energy 2.5-120	2004-2006 2015	https://www.ingolstadt-reporter.de/polizeimeldungen/eichstaett/oel-laeuft-aus-windrad-aus
25.11.2020	WP Harsum-Schellerten	Niedersachsen	Rotorblatt bricht ab		X					Nordex N131 (3,6 /4,8 ?)	2019	https://www.haz.de/Nachrichten/Der-Norden/Harsum-Hoennersum-Teile-von-Fluegel-eines-Windrades-abgebrochen
15.11.2020	Testfeld Grevenbroich	Nordrhein-Westfalen	Vertikalachser Rotorarm bricht ab		X					Agile Wind Power Vertical Sky A32	09.2020	https://w3.windmesse.de/windenergie/pm/36039-agile-wind-power-vertical-sky-grosswind-vertikal-vertikalachser-rotorblatt-windtestfed-grevenbroich-sachschaden-inbetriebnahme
11.10.2020	WP Schwanebeck	Sachsen-Anhalt	Rotornabe bricht komplett ab		X					VESTAS V80 oder V90?	2003	https://www.volksstimme.de/lokal/halberstadt/schwanebeck-windradnabe-stuerzt-94-meter-in-die-tiefe#:~:text=Im%20Windpark%20bei%20Schwanebeck%20(Landkreis,Personen%20wurden%20nicht%20verletzt.&text=Stephanie%20Tantius%20volontiert%20seit%202019%20bei%20der%20Volksstimme.
13.09.2020	WP Fiefbergen (WKA 2)	Schleswig Holstein	WKA Brennt nieder	X						Tacke TW 1,5s	1999	https://www.ln-online.de/Nachrichten/Norddeutschland/Fiefbergen-Windrad-im-Kreis-Ploen-ausgebrannt-Fluegel-brennend-abgestuerzt
01.08.2020	Gauersheim	Rheinland-Pfalz	Ölaustritt, mit Drohne doku.						X	Vestas V112-3.0MW Vestas V126-3.3MW ?	2013–2014 2015	https://www.feuerwehr-winnweiler.de/h-148-ueberoertliche-unterstuetzung/
30.07.2020	WP Grohnde	Niedersachsen	Massive Rotorblattschäden an WKA 02						X	VESTAS V136 3,45MW	2018	https://www.dewezet.de/region/weserbergland/aerzen-emmerthal_artikel,-vestas-bestaetigt-rotorblattschaden-im-windpark-emmerthal-_arid,2634477.html
18.07.2020	Windpark Marsberg	Nordrhein-Westfalen	Kran gerät in Hochpannungsleit.						X			https://www1.wdr.de/nachrichten/marsberg-windpark-unfall-stromleitung-100.html
15.07.2020	Diverse WKA- Standorte	Thüringen	Rotorblattschäden						X	VESTAS V136 3,45MW	????	Kleine Anfrage im Thüringen Landtag Drucksache 7 1283 https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiE0pTN7eHtAhXC8OAKHYhRA6gQFjABegQIBhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.parldok.thueringen.de%2FParlDok%2Fdokument%2F76778%2Fschaeden_an_rotorblaettern_bei_windkraftanlagen_des_typs_vestas_v_136_in_thueringen.pdf&usg=AOvVaw1Aw3CjZFb17AqV2Q_UHkNw
02.07.2020	WP Felgenwald	Hessen	Massive Rotorblattschäden an 2 WKA						X	VESTAS V136 3,45MW	2018	https://www.echo-online.de/lokales/odenwaldkreis/michelstadt/michelstadt-erlebt-operation-am-stehenden-windrad_21893826
25.06.2020	Schömberg-Langenbrand	Baden-Württemberg	Schwelbrand i.Inneren der WKA	X						Seewind 52, 750 kW	1998-1999	https://www.pz-news.de/region_artikel,-Ueber-20-Jahre-alte-Windkraftanlage-auf-der-Langenbrander-Hoehe-durch-Schwelbrand-ausser-Betrieb-_arid,1453012.html 23. Juni
02.06.2020	Windpark Kümper	Nordrhein-Westfalen	Rotornabe bricht komplett ab		X					NEG Micon NM60/1000) oder Enercon E-53 ?	2001 2011	https://www.wn.de/Muensterland/Kreis-Steinfurt/Altenberge/4211682-Windkraftanlage-in-Kuemper-Nabe-mit-Rotorblaettern-abgestuerzt
04.05.2020	Hayn / Schwenda	Sachsen-Anhalt	WKA brennt	X						EnerconE-30/2.30 o. E-40/5.40	1996/1997	https://www.msh-online.de/news/news_lang.php?ArtNr=274584
23.04.2020	Borkum Riffgrund 1	Niedersachsen	Schiffskollision mit WKA						X	Siemens SWT-4.0-120	2015	https://www.spiegel.de/panorama/borkum-schiff-kollidiert-mit-windkraftanlage-drei-verletzte-a-36fdd95e-d2fe-4046-9bef-0525aa562364
20.04.2020	Windpark Haltern	Nordrhein-Westfalen	Rotorblatt bricht ab		X					Senvion 3.2M114	2014	https://www.halternerzeitung.de/haltern/lauter-knall-windrad-an-der-b58-in-haltern-verliert-einen-fluegel-1514231.html
28.02.2020	Windpark Stofferstorf	Mecklenburg-Vorpommern	WKA bricht komplett ab		X					Enercon 66/77 /Vensys 77?	2002-2014	https://www.ostsee-zeitung.de/Mecklenburg/Wismar/Fluegel-bricht-von-Windrad-bei-Stofferstorf-ab
20.02.2020	Emsdetten	Nordrhein-Westfalen	Rotor abgebrochen		X						1990	https://www.ev-online.de/lokales/emsdetten/evakuierung-nach-windkraftanlagen-havarie-am-spatzenweg-308990.html
??.02.2020	WkA Langenbrand	Baden-Württemberg	Schwelbrand	X						Seewind S 52	1999	https://www.pz-news.de/region_artikel,-Nach-Schwelbrand-Was-passiert-jetzt-mit-dem-kaputten-Windrad-in-Langenbrand-_arid,1455118.html
15.02.2020	Windpark Körle	Hessen	Brand Gondel und Rotor	X						Repower MD77	2002	https://www.hna.de/lokales/melsungen/brand-windrad-koerle-feuerwehr-kann-nicht-loeschen-strasse-gesperrt-zr-13541935.html
11.02.2020	WP??? bei Strocken	Sachsen	Brand Gondel und Rotor	X						VESTAS ??	????	https://www.rtl.de/cms/windrad-in-flammen-bei-grossweitzschen-4485147.html
10.02.2020	Hadersleben/ Heisagger	Schleswig Holstein	WKA bricht komplett ab		X							
07.02.2020	WP Obbach	Bayern	Ölunfall						X	GE Wind Energy 2.5-120	2015	https://www.mainpost.de/regional/schweinfurt/Windpark-Obbach-Schon-wieder-hat-ein-Getriebe-geleckt;art763,10401818
31.01.2020	WP Groß Haßlow	Brandenburg	WKA bricht komplett ab		X					Gamesa G58, 850 kW	2007	https://www.youtube.com/watch?v=cEKIbZ6YrKQ
18.01.2020	Windpark Hehlen-Hohe	Niedersachsen	WKA brennt nieder	X						Gamesa G80, 2,0 MW	2004	https://www.dewezet.de/startseite_artikel,-windrad-brennt-polizei-warnt-fenster-zu-_arid,2600164.html
14.01.2020	WP Grohnde	Niedersachsen	Massive Rotorblattschäden an WKA 06 u. WKA 07						X	VESTAS V136 3,45MW	2018	https://www.dewezet.de/region/themendossiers/aerzen-emmerthal-wind_artikel,-probleme-im-windpark-schaeden-an-rotorblaettern-_arid,2599147.html
Ereignisse 2019				5	12	1	0	1	1			
11.12.2019	Windpark Obbach	Bayern	Getriebeöl läuft aus						X	GE Wind Energy 2.5-120	2015	https://www.mainpost.de/regional/schweinfurt/Windpark-Obbach-Masteranlage-verlor-Getriebeoel;art763,10368938
30.11.2019	WP Gerichtstetten	Baden-Württemberg	Rotorblattteil bricht heraus	1						Enercon E141	2018	https://www.rnz.de/nachrichten/buchen_artikel,-hardheim-gerichtstetten-windradfluegel-teil-im-buergerwindpark-brach-ab-_arid,483415.html
18.10.2019	Windpark Hamwiede	Niedersachsen	Rotorblatt bricht ab		X					Nordex N100 od. N117 ?	2011-2015?	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/lueneburg_heide_unterelbe/Walsrode-Windkraftanlage-verliert-Rotorblatt,aktuellelueneburg2646.html
09.10.2019	Windpark Hetendorf	Niedersachsen	Rotorblatt bricht ab		X					NEG Micon NM82/1500	2003	https://www.cellesche-zeitung.de/Celler-Land/Suedheide/Windpark-Hetendorf-Fluegel-von-Windrad-abgebrochen
30.09.2019	WP Hanstedt-Wriedel	Niedersachsen	Erneuter Rotorblattabbruch		X					GE Wind Energy 1.5sl	2001	https://www.az-online.de/uelzen/bad-bevensen/rotorblatt-windkraftanlage-zwischen-hanstedt-brauel-abgebrochen-13052832.html
18.09.2019	WP Dubener Platte	Brandenburg	WKA bricht komplett ab			X				DEWind D4 48	1999	https://www.lr-online.de/lausitz/luckau/windkraftanlage-im-gebiet-dubener-platte-abgeknickt_aid-45923029
18.08.2019	Windfeld Rheinhessen-Pfalz[	Rheinland-Pfalz	1200 to Kran stürzt um					X		Verschiedene	2000-2013	https://www.bild.de/regional/frankfurt/frankfurt-aktuell/alzey-worms-1-200-tonnen-gigant-sturm-blaest-zwei-kraene-um-64056630.bild.html
19.06.2019	Windpark Prinzhöfte	Niedersachsen	Blattspitze bricht nach Blitzschl.		X					VESTAS V80-2MW	2005	https://www.nwzonline.de/oldenburg-kreis/blaulicht/prinzhoefte-rotorblatt-durch-blitz-zerstoert-fluegelspitze-kracht-in-prinzhoefte-in-die-kartoffeln_a_50,5,1649411273.html
19.04.2019	WP Heckelberg- Breydin	Brandenburg	Brand Gondel und Rotor	X						REpower MD77	2004/2005	https://bernau-live.de/windrad-zwischen-zwischen-heckelberg-und-trampe-fing-feuer/
03.04.2019	Nortorf-Poßfeld	Schleswig Holstein	Rotorblatt abgebrochen		X					Senvion 3.2 M114	2014	https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/TUeV-fordert-Reform-der-Wartung-von-Windkraftanlagen,windrad778.html
14.03.2019	Nortorf-Poßfeld	Schleswig Holstein	Rotorblatt abgebrochen		X					ProkonP3000/ Amperax A3000	2014	https://www.shz.de/lokales/wilstersche-zeitung/windkraft-fluegel-abgebrochen-id22979537.html
12.03.2019	WP Wittighausen	Baden-Württemberg	Rotorblatt bricht im Sturm		X					VESTAS V47-660 kW	2002	https://www.fnweb.de/fraenkische-nachrichten_artikel,-wittighausen-rotorblatt-krachte-von-windkraftanlage-_arid,1416484.html
09.03.2019	WP Freckleben	Sachsen-Anhalt	Rotorblatt bricht im Sturm		X					DeWind D6/62	1999	https://www.mdr.de/sachsen-anhalt/sturmtief-eberhard-ueber-sachsen-anhalt-100.html
04.03.2019	Velbert-Losenburg ??	Nordrhein-Westfalen	Rotorteile fliegen ab		X					Enercon E-53 ??	2011??	https://www.radioessen.de/essen/lokalnachrichten/lokalnachrichten/article/-72eb3ecc81.html

B= Brand
RBA = Rotorblatt Abwurf
TF = Turmfall

TA = Tödlicher Arbeitsunfall
KU = Kranunfall
Markierung "Rot" Verdacht Freisetzung von "Fiese Fasern"

International accident list:
http://www.caithnesswindfarms.co.uk/AccidentStatistics.htm

Übersicht Unfallereignisse an Windkraftanlagen / Windparks

Liste erhebt
keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Richtigkeit der Anlagentypen/Hersteller

BI Keine Windkraft im Emmertal
27.05.2021

Datum	Ort/Windpark	Bundesland	Störfall	Störfallart						Anlagentyp	Baujahr	Mehr Information unter Link:
				B	GRBA	TF	TA	KU	S			
			Legende Störfallart:	B = Brand,	GRBA = Gondel/Rotorblatt Abwurf,	TF = Turmfall,	TA = Tödlicher Arbeitsunfall,	KU = Kranunfall,	S = Sonstiges			
			Störfallhäufigkeit	89	81	18	11	16	22	(Teilweise Kombinationen vorhanden)		Rot gekennzeichnete WKA-Unfälle: Verdacht Freisetzung auf Carbon "fiese Fasern"
04.03.2019	WP Birkenfeld	Rheinland-Pfalz	Biltzeinschlag. Teile fallen a. AB		X					Enercon E-92	2014	https://www.sr.de/sr/home/nachrichten/panorama/blitzeinschlag_windrad_birkenfeld100~_print-1.html
09.02.2019	WP Hanstedt-Wriedel	Niedersachsen	Rotorblattabbruch		X					GE Wind Energy 1.5sl	2001	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/lueneburg_heide_unterelbe/Wriedel-30-Meter-langer-Windradfluegel-abgebrochen,windrad732.html
08.02.2019	Langenhard	Baden-Württemberg	Brand Gondel und Rotor	X						Nordex S77	2005	http://www.badische-zeitung.de/lahr/wieder-brennt-auf-dem-langenhard-in-lahr-ein-windrad-lichterloh--165884258.html
18.01.2019	Schoeneberg, am Rott	Nordrhein-Westfalen	Rotorblatt abgebrochen		X					ENERCON-Typ 40/6.44	2001	https://www1.wdr.de/nachrichten/westfalen-lippe/fluegel-windkraftanlage-abgebrochen-lippstadt-hovestadt-100.html
18.01.2019	Windpark Bosbüll	Schleswig Holstein	Brand Gondel	X						z.Zt. Nicht bekannt	????	https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Windkraftanlage-in-Bosbuell-ausgebrannt-,windrad722.html
16.01.2019	Windpark Südgeorgsfehn	Niedersachsen	Brand Gondel und Rotor	X						Enercon. E-66	2001	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Uplengen-Windkraftanlage-durch-Brand-zerstoert,uplengen144.html
		Ereignisse 2018		11	9	1	0	2	3			
16.12.2018	WP Knippen Büschergrund	Nordrhein-Westfalen	Blech fliegt v. Gondel zu Boden						X	Nordex	2018	http://www.siegener-zeitung.de/vorlander-reader/Blech-fiel-vom-Windrad-95f1780b-d204-441a-a477-42321a2bb40d-ds
12.12.2018	WP Buchhainer Heide (Windeignungsgeb. W33)	Brandenburg	Rotorblattabsturz bei Montagearbeiten		X					Nordex N100/2500	11/2014	https://www.lr-online.de/lausitz/herzberg/ein-rotorblatt-stuerzt-ab-bei-windpark-unfall-in-elbe-elster_aid-36914263
10.12.2018	Windpark Gau-Bickelheim	Rheinland-Pfalz	Rotorblattabbruch		X					Kenersys K110	2012	https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/mainz/Gau-Bickelheim-Windrad-Rotorblatt-auf-Feld-gestuerzt,windrad-rotorblatt-abgefallen-100.html
29.11.2018	Vinningen, Südwestpfalz	Rheinland-Pfalz	Brand Gondel und Rotor	X						VESTAS V66	2000-2003?	https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/kaiserslautern/500,brand-windrad-vinningen-100.html
29.11.2018	Windpark Westerholt	Niedersachsen	Brand Gondel und Rotor	X						Enercon E-66	1997-1998	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg_ostfriesland/Windrad-im-Landkreis-Wittmund-abgebrannt,aktuelloldenburg1278.html
26.11.2018	Diverse Standorte	Deutschlandweit	Rissbildungen am Hybridtürmen zwischen Beton und Stahl						75	Enercon E126 EP4 und E141 EP4	2017-2018	https://wind-turbine.com/magazin/innovationen-aktuelles/106669/enercon-bestaetigt-risse-in-tuermen.html
24.10.2018	Windpark Röckrath	Nordrhein-Westfalen	Rotorblatt zerfetzt		X					Enercon	2017	https://rp-online.de/nrw/staedte/grevenbroich/neuss-windradfluegel-in-roeckrath-gebrochen-bergung-kann-monate-dauern_aid-34054191
12.10.2018	Windpark Rhede	Niedersachsen	Brand Gondel und Rotor	X						Enercon E-66 /18.70	2001	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/osnabrueck_emsland/Windkraftanlage-in-Rhede-in-Flammen,windrad694.html
26.09.2018	WP Schlüsselfeld-Aschbach	Bayern	Sturm bricht Windradflügel ab		X					Nordex N117, 2,4 MW	2017	https://www.infranken.de/regional/erlangenhoechstadt/sturm-knickt-windrad-fluegel-nahe-schluesselfeld;art215,3718162
30.08.2018	Windpark Haren	Niedersachsen	Brand Gondel	X						Enercon E-66/ 82/ 101 ?	????	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/osnabrueck_emsland/Millionenschaden-Windkraftanlage-abgebrannt,haren350.html
15.08.2018	Windpark Langenthal	Hessen	Ölaustritt u.Verbreit.durch Rotor						X	Vestas V 44 600 kW	1997	https://www.hna.de/lokales/hofgeismar/trendelburg-ort43206/getriebeoel-an-einem-windrad-bei-langenthal-ausgelaufen-10317912.html
11.08.2018	WKA Krackow/Glasow	Mecklenburg-Vorpommern	Brand Gondel	X						Prokon P3000	2013	https://www.nordkurier.de/pasewalk/windrad-in-grambow-faengt-feuer-1132830308.html
18.07.2018	Windpark Weilermerkingen	Baden-Württemberg	Brand nach Blitzschlag	X						Repower MM 92	2007	https://www.swp.de/suedwesten/landkreise/lk-heidenheim/blitz-schlaegt-in-windrad-ein_-rotorblatt-total-zerfetzt-27171556.html
04.07.2018	WP Oberdreisbach	Rheinland-Pfalz	Kran stürzt um					X		Nordex N27 / N29	1993/1995	http://lokalo.de/artikel/157024/ein-verletzter-kran-kippt-bei-arbeiten-an-windrad-um-inkl-video/
26.06.2018	Windpark Langenthal	Hessen	Brand Gondel und Rotor	X						Vestas V 44 600 kW	1997	https://www.hessenschau.de/panorama/windkraftanlage-in-flammen---feuerwehr-kann-nur-zuschauen,windrad-in-brand-hoher-schaden-100.html
26.06.2018	WP Wrohm-Osterrade	Schleswig Holstein	Brand Gondel und Rotor	X						Vestas V 112 3.0 MW	2014-2015	https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Windrad-in-Dithmarschen-brennt-ab,feuer3878.html
10.06.2018	WP Altlüders-Zabelsdorf	Brandenburg	Brand nach Blitzschlag	X						GE Wind Energy 1.5sl	2003-2004	http://www.maz-online.de/Lokales/Oberhavel/Windrad-brennt-nach-Blitzschlag
10.05.2018	Windpark Bergholz	Mecklenburg-Vorpommern	Brand nach Blitzschlag	X								https://www.nordkurier.de/pasewalk/windrad-bei-bergholz-geraet-in-brand-1132001505.html
25.04.2018	Alpha Ventus	Niedersachsen	Gondelabbruch		X					Areva Multibrid 5000	2011	https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg_ostfriesland/Massiver-Schaden-im-Windpark-Ursache-unklar,borkum486.html
11.04.2018	Frohburg	Sachsen	Brand Gondel und Rotor	X								https://www.tag24.de/nachrichten/frohburg-feuerwehr-leipzig-blitz-einschlag-windkraftanlage-feuer-brand-flammen-kurzschluss-windrad-516916
08.03.2018	Borchen-Etteln	Nordrhein-Westfalen	Rotorblätter zerfetzt		X					E115	2018	http://www.nw.de/lokal/kreis_paderborn/borchen/22081172_Ursache-noch-unklar-Fluegel-von-Windrad-umgeknickt.html
20.01.2018	Pömbsen/Bilster Berg	Nordrhein-Westfalen	2 Rotorblätter abgebrochen		X							http://www.nw.de/lokal/kreis_hoexter/bad_driburg/22036499_Rotorblaetter-von-Windrad-am-Bilster-Berg-abgebrochen.html
18.01.2018	WP Kommunalwald Kirtorf	Hessen	Kran stürzt um					X				https://www.oberhessen-live.de/2018/01/18/millionenschaden-180-meter-kran-stuerzt-auf-baustelle/
15.01.2018	WP Kraftisried, Ostallgäu	Bayern	Rotorblatt abgebrochen		X							http://www.augsburger-allgemeine.de/bayern/Windrad-knickt-ab-es-war-wohl-ein-Blitzschlag-id43870451.html
03.01.2018	Windpark Illschwang	Bayern	Rotorblatt abgebrochen		X					Nordex N117	2013	https://www.onetz.de/illschwang/vermischtes/schaden-im-windpark-illschwang-rotorblatt-segelt-zu-boden-d1806097.html
03.01.2018	Volksdorf	Niedersachsen	Turm gebrochen			X				Vestas V39 0.5MW		http://www.haz.de/Nachrichten/Der-Norden/Uebersicht/Windrad-im-Kreis-Schaumburg-umgekippt
		Ereignisse 2017		4	4	1	1	0	0			
30.10.2017	Windpark Westerholt	Niedersachsen	Brand Gondel und Rotor	X						Enercon E-66	1997	https://www.nwzonline.de/friesland/blaulicht/westerholt-spektakulaeres-feuer-windrad-in-westerholt-niedergebrannt_a_32,1,934141708.html
14.10.2017	Quantwick	Niedersachsen	WKA/Trafobrand, Einsturzgefahr	X								http://www.muensterlandzeitung.de/Staedte/Windkraftanlage-in-Quantwick-geriet-in-Brand-950003.html
08.08.2017	Freren	Nordrhein-Westfalen	Arbeiter tödlich verletzt				X					https://www.noz.de/lokales/freren/artikel/934073/toedlicher-arbeitsunfall-an-windkraftanlage-in-freren
01.08.2017	Köthen	Sachsen-Anhalt	Windrad brennt nieder	X								http://www.lr-online.de/nachrichten/vermischtes/LR-Panorama-Windrad-faengt-Feuer-und-brennt-kontrolliert-nieder;art1676,6129560
15.05.2017	Dargelin	Mecklenburg- Vorpommern	Flügelrad gebrochen		X					VESTAS		http://www.nordkurier.de/anklam/windrad-fluegel-ist-bei-dargelin-abgeknickt-1527902205.html
14.04.2017	Windpark Fiefbergen	Schleswig Holstein	Maschinenhausbrand	X						Tacke TW 1,5s	1999	http://www.shz.de/lokales/ostholsteiner-anzeiger/brand-in-windkraftanlage-in-fiefbergen-polizei-sperrt-kreisstrasse-id16596636.html?print=1
24.02.2017	Laubersreuth	Bayern	Rotor zerstört		X							http://www.frankenpost.de/region/muenchberg/Sturmtief-Thomas-zerstoert-Windrad;art2441,5386432
13.01.2017	Bad Rappenau	Baden-Württemberg	Flügel abgebrochen		X							http://www.stimme.de/kraichgau/nachrichten/Sturm-Egon-schleudert-Windrad-in-Autohof;art1943,3777042
03.01.2017	Passow	Mecklenburg-Vorpommern	Flügel abgebrochen		X					NEG Micon 1500	2002/2006	http://www.nordkurier.de/prenzlau/rotorfluegel-klappt-ab-0326699501.html
03.01.2017	Neu Wulmstorf	Hamburg	Turm gebrochen			X					2002	http://www.n-tv.de/panorama/Windrad-bei-Hamburg-stuerzt-um-article19464381.html
		Ereignisse 2016		8	6	2	1	2	0			
27.12.2016	Sitten	Sachsen	Turm gebrochen			X						http://www.n-tv.de/panorama/Sachsen-raetselt-ueber-Windrad-Unfall-article19435181.html
12.12.2016	Grischow	Mecklenburg-Vorpommern	Turm gebrochen			X				DE 48/600	2000	http://www.n-tv.de/panorama/Windrad-Crash-gibt-Experten-Raetsel-auf-article19319406.html
09.11.2016	Möhnesee-Echtrop	Nordrhein-Westfalen	Flügelende brechen ab		X					Nordex	1992	https://www.soester-anzeiger.de/lokales/moehnesee/windkraftanlage-fluegelenden-flogen-durch-luft-6961502.html
07.10.2016	Windpark Borne I	Sachsen-Anhalt	Arbeiter stürzt in die Tiefe				X					https://www.volksstimme.de/lokal/schoenebeck/windpark-gewerbeaufsicht-untersucht-unfall
28.08.2016	Isselburg	Nordrhein-Westfalen	Windkraftanlage brennt nieder	X								https://www.derwesten.de/staedte/emmerich/isselburg-windrad-rotoren-stuerzen-brennend-zu-boden-id12140643.html
05.08.2016	Scholen	Niedersachsen	Brand	X						Enercon E-70 E4		http://www.kreiszeitung.de/lokales/diepholz/schwafoerden-ort59235/windkraftanlage-scholen-brennt-6638532.html
18.07.2016	Oldersbek	Schleswig Holstein	Brand	X						NEG Micon NM 64/1500		http://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/Feuer-in-70-Metern-Hoehe-Windrad-abgebrannt,windrad438.html
07.07.2016	Renkenberge	Niedersachsen	Brand	X						NEG Micon NM 64/1500		http://www.gn-online.de/nachrichten/feuerwehr-laesst-windrad-bei-lathen-abbrennen-158173.html
15.06.2016	Luckau/Dahme	Brandenburg	Kran stürzt um					X				http://www.lr-online.de/regionen/spreewald/luckau/Umgestuerzter-Montagekran-wird-ab-Montag-zerlegt;art1062,5493156
09.06.2016	Martinshöhe	Rheinland-Pfalz	Brand Rotornabe	X						Senvion MM92[5]		http://www.presseportal.de/blaulicht/pm/117683/3349398
22.05.2016	Borchen	Nordrhein-Westfalen	Rotor und Gondel zerstört		X					Tacke TW 600		http://www.nw.de/lokal/kreis_paderborn/paderborn/paderborn/20801964_Ursachen-fuer-Windradhavarie-bei-Paderborn-bleiben-unklar.html
09.05.2016	Graes	Nordrhein-Westfalen	Brand	X						unbekannt		http://www.muensterlandzeitung.de/staedte/ahaus/Landstrasse-gesperrt-Windkraftanlage-in-Flammen;art977,3013825
01.05.2016	Kloster Lehnin	Brandenburg	Flügel abgerissen		X					GE Wind Energy 1.5s		http://www.maz-online.de/Lokales/Brandenburg-Havel/rieisge-truemmer-nach-absturz-von-rotorblatt-in-windpark-bei-lehnin
04.04.2016	Oederquart	Niedersachsen	Brand	X						Enercon E-66		http://www.tageblatt.de/lokales/aktuelle-meldungen_artikel,-Windkraftanlage-brennt-im-Windpark-Oederquart-ab-_arid,1207661.html
29.02.2016	Krampfer	Brandenburg	Rotor stürzt bei Montage		X			X		Nordex		http://www.svz.de/lokales/prignitz/rotor-vom-windrad-kracht-herunter-id12877111.html
21.02.2016	Dörpen	Niedersachsen	Flügel abgebrochen		X					Tacke TW 600a		http://www.noz.de/video/25253/Windrad-in-Drpen-zerstrt
26.01.2016	Altenbeken-Buke	Nordrhein-Westfalen	Gondel/ Rotor abgebrochen		X					Enercon E-66		http://www.nw.de/lokal/kreis_paderborn/altenbeken/altenbeken/20691012_Windrad-bricht-nahe-Bundesstrasse-64-zusammen.html
14.01.2016	WP Uedem	Nordrhein-Westfalen	Brand	X						DeWind D6/1000	2000	http://www.focus.de/regional/nordrhein-westfalen/unfaelle-windrad-faengt-feuer-wartungsteam-rettet-sich_id_5211732.html
		Ereignisse 2015		9	6	0	2	1				
30.12.2015	Windpark Questin	Mecklenburg-Vorpommern	Flügel abgerissen		X					Kenersys K 82/…?	2010-2014	https://www.svz.de/lokales/gadebusch-rehnaer-zeitung/rotorblatt-macht-den-abflug-id12327936.html
27.12.2015	Laar	Nordrhein-Westfalen	Brand	X						GE Wind Energy 1.5s		http://www.noz.de/deutschland-welt/niedersachsen/artikel/652495/hoher-sachschaden-bei-brand-einer-windkraftanlage-nahe-laar
21.11.2015	WP Rödeser Berg	Hessen	Kabelbrand i.B. Generator	X						Enercon E-101	2014	https://www.hna.de/lokales/wolfhagen/wolfhagen-ort54301/windpark-roedeser-berg-brand-metern-hoehe-5887468.html
20.11.2015	Lind	Rheinland-Pfalz	Flügel abgerissen		X					unbekannt		http://www.rhein-zeitung.de/region/lokales/bad-neuenahr_artikel,-fluegel-abgerissen-windrad-in-lind-ausser-betrieb-_arid,1401374.html
19.11.2015	Windpark Böckelse	Niedersachsen	Brand	X								Laut Liste NDR Bericht vom 13.2.2019
19.11.2015	Utgast	Niedersachsen	Flügel abgerissen		X					Tacke TW 600e		http://harlinger.de/Nachrichten/artikel/windkraftanlage-in-utgast-zerstoert
15.11.2015	Ober Kostenz	Rheinland-Pfalz	Flügel abgerissen		X					GE Wind Energy 1.5sl		http://www.rhein-zeitung.de/region/lokales/hunsrueck_artikel,-rotorbruch-bei-ober-kostenz-gruende-sind-noch-voellig-unklar-_arid,1399091.html
04.10.2015	Prenzlau	Brandenburg	Brand durch Explosion	X						unbekannt		http://www.nordkurier.de/templin/windrad-steht-in-flammen-0315284106.html
22.10.2015	Sontra	Hessen	Arbeiter tödlich verletzt				X			Nordex N117		http://www.werra-rundschau.de/lokales/sontra/43-jaehriger-stirbt-unfall-windpark-5673974.html
28.09.2015	Storkow, Templin	Brandenburg	Lift abgestürzt. 1 Arbeiter stirbt				X			Nordex S77		http://www.nordkurier.de/templin/toedlicher-unfall-im-windrad-2817733909.html
10.09.2015	Windpark Sustrum	Niedersachsen	Kran stürzt um					X				http://www.vertikal.net/de/news/artikel/23738/

B= Brand
RBA = Rotorblatt Abwurf
TF = Turmfall

TA = Tödlicher Arbeitsunfall
KU = Kranunfall
Markierung "Rot" Verdacht Freisetzung von "Fiese Fasern"

International accident list:
http://www.caithnesswindfarms.co.uk/AccidentStatistics.htm

Übersicht Unfallereignisse an Windkraftanlagen / Windparks

Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Richtigkeit der Anlagentypen/Hersteller

Datum	Ort/Windpark	Bundesland	Störfall	Störfallart						Anlagentyp	Baujahr	Mehr Information unter Link:
				B	GRBA	TF	TA	KU	S			
			Legende Störfallart:	B = Brand,	GRBA = Gondel/Rotorblatt Abwurf,	TF = Turmfall,	TA = Tödlicher Arbeitsunfall,	KU = Kranunfall,	S = Sonstiges			
			Störfallhäufigkeit	89	81	18	11	16	22	(Teilweise Kombinationen vorhanden)		Rot gekennzeichnete WKA-Unfälle: Verdacht Freisetzung auf Carbon "fiese Fasern"
19.06.2015	Nordsee Ost	Schleswig Holstein	Rotorblatt abgebrochen		X					Senvion 6.2M126		http://www.welt.de/regionales/hamburg/article142992158/Rotorblatt-bricht-im-Offshore-Windpark-ab.html
03.06.2015	Mittenwalde	Brandenburg	Brand	X						unbekannt		http://www.nordkurier.de/templin/windrad-steht-in-flammen-0315284106.html)
27.05.2015	Ganschendorf	Mecklenburg-Vorpommern	Brand	X								https://www.nordkurier.de/demmin/windrad-geht-in-flammen-auf-3115205205.html
12.03.2015	Windpark Heynitz	Sachsen	Rotorblattbruch		X					Vestas V80/2000	2002	https://www.saechsische.de/raetsel-um-abgeknickten-windrad-fluegel-3057506.html
25.02.2015	Buendorf LdKLüneburg	Niedersachsen	Brand	X						Vestas V80-2MW	2002	Laut Liste NDR Bericht vom 13.2.2019
11.01.2015	Königsmoor, Pfalzdorf	Niedersachsen	Brand	X						Enercon E-66		http://www.on-online.de/-news/artikel/140636/Feuer-in-Windkraftanlage-verursacht-Millionenschaden
04.01.2015	Windpark Pfalzdorf	Niedersachsen	Brand Gondel und Rotor	X						Enercon		https://www.oz-online.de/-news/artikel/140779/Sachverstaendiger-sucht-Ursache-fuer-Windrad-Brand
		Ereignisse 2014		3	2	1	1	0	1			
13.12.2014	Koßdorf	Brandenburg	50 t-Windrad umgefallen			X				DeWind D4 48/600		http://www.sz-online.de/nachrichten/windrad-umgestuerzt-2995100.html
11.12.2014	WP Bad Wünnenberg	Nordrhein-Westfalen	Schwerer Arbeitsunfall						X	?????		Leider nicht mehr verfügbar
23.10.2014	Loickenzin/Altentreptow	Mecklenburg-Vorpommern	Tödlicher Arbeitsunfall				X					http://www.nordkurier.de/neubrandenburg/29-jaehriger-bei-windrad-bau-von-werkzeug-erschlagen-2310596610.html
26.08.2014	Gestorf	Niedersachsen	Schwerverletzter									http://www.haz.de/Hannover/Aus-der-Region/Springe/Nachrichten/Schwerverletzter-bei-Unfall-am-Windrad-in-Gestorf-bei-Springe
13.07.2014	Wanzleben-Börde	Sachsen-Anhalt	Brand	X						Gamesa G80/2000	2008	https://www.rundschau-online.de/windrad-in-seehausen-abgebrannt--schaden-millionenhoehe-3783044
01.04.2014	BWP Oster-Ohrstedt	Schleswig Holstein	Flügelrad gebrochen		X					Enercon E82 2,3 MW	2013	https://www.shz.de/lokales/husumer-nachrichten/windradfluegel-bricht-bei-lauem-lueftchen-id6167496.html
21.02.2014	Möhnesee-Echtrop	Nordrhein-Westfalen	Brand	X						Vestas V66/1650		http://www.soester-anzeiger.de/lokales/moehnesee/echtrop-windrad-geriet-flammen-3379549.html
06.02.2014	Hohen Pritz	Mecklenburg-Vorpommern	Brand	X						Nordex S77		http://www.svz.de/lokales/sternberg-bruel-warin/windrad-brennt-in-80-metern-hoehe-id5632551.html?print=1
05.01.2014	Windpark auf dem Warpel	Hessen	Blitzschlag mit Flügelabbruch		X					VESATAS V112	2014	https://www.hna.de/lokales/kreis-kassel/soehrewald-ort73256/blitz-schlug-neues-windrad-3298334.html
		Ereignisse 2013		5	5	2	2	4				
30.12.2013	Gerbach	Rheinland-Pfalz	60 m-Rotorblatt bricht		X					Enercon E-126		http://www.vi-rettet-brandenburg.de/intern/nachrichten/rotorblatt-bricht-von-windrad-ab
07.12.2013	Döhlen-Großenkneten	Niedersachsen	Turm gebrochen			X				Enercon E-40		http://www.nwzonline.de/oldenburg-kreis/wirtschaft/sturm-reisst-gondel-von-windrad-sturm-reisst-gondel-von-windrad_a_10,4,3709226528.html
06.12.2013	Heimbach-Vlatten	Nordrhein-Westfalen	Turm gebrochen			X				Enercon E-40/5.40	2001	https://www.aachener-zeitung.de/lokales/dueren/xaver-zerstoert-ein-windrad-bei-vlatten_aid-32479667
28.11.2013	Dollerup	Schleswig Holstein	Brand	X						Nordex S70		http://www.shz.de/lokales/schleswiger-nachrichten/windkraftanlage-brennt-in-dollerup-id4600286.html
20.11.2013	Windpark Echtz	Nordrhein-Westfalen	Kran stürzt um					X				http://www.aachener-zeitung.de/lokales/region/riesen-kran-am-windpark-umgestuerzt-1.702392
05.11.2013	Bad Wünnenberg	Nordrhein-Westfalen	Kran stürzt um					X				http://gegenwind-starnberg.de/tag/kranunfall/
27.10.2013	Bördekreis	Sachsen-Anhalt	Brand	X						Vestas V66/1650		http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/sturmschaden-windrad-geht-in-flammen-auf/8994418.html
12.10.2013	Sande (Friesland)	Niedersachsen	Brand	X						Enercon E-48		http://www.nwzonline.de/blaulicht/millionenschaden-feuer-zerstoert-windkraftrad_a_9,4,22756099.html
10.10.2013	Marsberg	Nordrhein-Westfalen	Kran gerät in Freileitung					X				https://www.wp.de/staedte/altkreis-brilon/autokran-brand-im-windpark-sorgt-fuer-stromausfall-in-marsberg-id8547559.html
25.09.2013	Langenhard	Baden-Württemberg	Brand, 9t-Rotorblatt bricht		X					Nordex S77	2005	http://www.bo.de/lokales/lahr/brand-einer-windkraftanlage-auf-dem-langenhard
03.09.2013	Dötlingen	Niedersachsen	Rotorblatt abgebrochen		X					Vestas V80		http://www.nwzonline.de/blaulicht/millionenschaden-feuer-zerstoert-windkraftrad_a_9,4,22756099.html
12.07.2013	Offshore Riffgat	Niedersachsen	Taucher verunglück tödlich				X			Siemens SWT-3.6-120		https://www.windkraft-journal.de/2013/07/15/toedlicher-unfall-im-offshore-windpark-riffgat/40664
15.06.2013	Dörpen	Niedersachsen	Flügel abgebrochen		X					Tacke TW 600a		http://www.noz.de/lokales/doerpen/artikel/352484/wind-beschadigt-windkraftanlage-in-dorpen
24.05.2013	Windpark Kleeste	Brandenburg	Tödlicher Arbeitsunfall (Absturz)				X			Neg Micon NM ???		https://www.svz.de/incoming/toedlicher-arbeitsunfall-im-windpark-kleeste-id4019196.html
19.04.2013	Fried.-Wilh.-Lübke-Koog	Schleswig Holstein	Kran stürzt um					X				http://www.shz.de/lokales/nordfriesland-tageblatt/unfall-im-windpark-kran-stuerzt-um-id14893.html
02.04.2013	Naumburg	Sachsen-Anhalt	Brand	X						unbekannt		http://www.mz-web.de/mitteldeutschland/feuer-bei-naumburg-windrad-geht-in-flammen-auf,20641266,22264416.html
27.03.2013	Groß Bisdorf	Mecklenburg-Vorpommern	Brand	X						Vestas V112-3.0 MW	2012	http://www.t-online.de/regionales/id_62761074/eine-million-euro-schaden-bei-brand-eines-windrades.html
24.03.2013	Minden	Nordrhein-Westfalen	Gondel/ Rotor abgebrochen		X					Lagerwey		http://www.lz.de/ueberregional/owl/8180659_Windrad_in_Minden_verliert_seinen_Kopf.html?em_cnt=8180659
		Ereignisse 2012		7	2	0	2	1				
30.12.2012	Simmersfeld	Baden-Württemberg	Brand, 9t-Rotorblatt bricht ab	X	X					unbekannt		Leider nicht mehr verfügbar
06.12.2012	Sundhagen	Mecklenburg-Vorpommern	Kranunfall, Kranfahrer tödlich v.				X	X		VESTAS		https://www.ecoreporter.de/artikel/toedlicher-unfall-auf-einer-vestas-baustelle-bei-sundhagen-06-12-2012/
25.11.2012	WKA bei Lensahn	Schleswig Holstein	Brand	X						ENERCON o. REpower?		https://www.ln-online.de/Lokales/Ostholstein/Windkraftanlage-abgebrannt
06.07.2012	Beckum	Nordrhein-Westfalen	Brand	X						HSW 1000		http://www.wa.de/polizei-meldungen/kreis-warendorf/Polizei-Warendorf--POL-WAF-Beckum-Brand-eines-Windrades----2381802.html
19.04.2012	Neukirchen	Schleswig Holstein	Brand	X						unbekannt		http://www.welt.de/vermischtes/weltgeschehen/article106204249/Windrad-in-Flammen.html
30.03.2012	Groß Eilstorf	Niedersachsen	Brand	X						Vestas V112-3.0 MW	2011	http://www.iwr.de/news.php?id=20886
19.03.2012	Basedow (Uckermark)	Brandenburg	Brand	X						unbekannt		http://www.moz.de/artikel-ansicht/dg/0/1/1013846
25.01.2012	Offshore-WP „Bard I"	Niedersachsen	Industriekletterer stürzt ins Meer				X					https://www.moz.de/artikel-ansicht/dg/0/1/1006696/
23.01.2012	Ebern	Bayern	Rotorblatt bricht, 200 m Wurfw.		X					Nordex S70		http://www.merkur-online.de/aktuelles/bayern/windrad-kaputt-teile-fliegen-hunderte-meter-durch-luft-1572663.html
13.01.2012	Wyk auf Föhr	Niedersachsen	Brand	X						unbekannt		http://www.shz.de/schleswig-holstein/panorama/windkraftanlage-durch-feuer-zerstoert-id277803.html
		Ereignisse 2011		1	2	0	0	0				
05.12.2011	WP Buke	Nordrhein-Westfalen	Rotorblattbruch		X					???Tacke???	????	https://www.mt.de/lokales/regionales/5484688_Windrad_eingeknickt.html
19.11.2011	Böttingen	Baden-Württemberg	Eiswurf							unbekannt		Leider nicht mehr verfügbar
20.06.2011	Kirtorf im Vogelsberg	Hessen	Gondel/ Rotor abgebrochen		X					DeWind D6		http://www.epaw.org/multimedia.php?lang=de&article=a10
04.02.2011	Steimke (Gifhorn)	Niedersachsen	Brand	X						GE Wind Energy		http://www.az-online.de/lokales/landkreis-gifhorn/wittingen/steimke-windrad-brennt-1110908.html
		Ereignisse 2010		4	0	0	1	1	0			
31.12.2010	Ostermarsch	Niedersachsen	Brand	X						Enercon E-16		http://www.az-online.de/niedersachsen/windrad-geraet-brand-drei-millionen-euro-schaden-1066834.html
11.11.2010	Büddenstedt	Niedersachsen	Brand	X						unbekannt		http://www.da-imnetz.de/nachrichten/deutschland/windrad-brennt-keiner-loescht-1001688.html
13.08.2010	Greste/Leopolshöhe	Nordrhein-Westfalen	Brand im Turm	X								http://www.feuerwehrleben.de/brennende-windkraftanlage-feuer-nicht-geloscht-sondern-ausgeklebt/
28.07.2010	Golbach	Nordrhein-Westfalen	Ölaustritt							unbekannt		http://www.rundschau-online.de/euskirchen/schaden-oel-spritzte-aus-windrad-gondel,15185862,15386134.html
25.07.2010	Offshore-WP „Bard I"	Niedersachsen	Taucher verunglück tödlich				X					https://www.emderzeitung.de/emden/~/taucher-stirbt-bei-arbeiten-im-offshore-park-bei-borkum-36411/
26.04.2010	Beedenbostel	Niedersachsen	Brand	X						Vestas V66		http://www.cellesche-zeitung.de/S4622964/Anlagen-im-Windpark-Beedenbostel-wachsen
04.03.2010	Hennickendorf	Brandenburg	Kran bricht auseinander					X				https://www.vertikal.net/de/news/artikel/9699/
		Erreignisse 2009		2	1	0	0	1	0			
03.12.2009	Uelzen	Niedersachsen	Brand	X						unbekannt		http://www.epaw.org/multimedia.php?lang=de&article=a7
30.08.2009	Völschow/Jarmen	Mecklenburg-Vorpommern	Brand	X						unbekannt		http://www.epaw.org/multimedia.php?lang=de&article=a4
03.07.2008	Schobüll	Schleswig Holstein	Kran stürzt um					X				http://www.nonstopnews.de/meldung/7376
02.07.2009	Brieske	Brandenburg	Rotorblatt abgebrochen		X					Vestas V80		http://www.lr-online.de/regionen/senftenberg/Windrad-bei-Brieske-durch-Blitzschlag-zerstoert;art1054,2590458
		Erreignisse 2008		1	1	0	0	1	0			
30.07.2008	WP Apensen / Hedendorf	Niedersachsen	Brand Gondel u. Rotorblätter	X						Vestas V66, 1,65 MW		http://www.epaw.org/multimedia.php?lang=de&article=a2
19.07.2008	Wemb, Weeze	Nordrhein-Westfalen	Rotorblatt abgebrochen		X					Nordex S77		http://www.rp-online.de/panorama/deutschland/ist-ein-konstruktionsfehler-schuld-aid-1.2024500
13.03.2008	Neißeaue/Zodel	Sachsen	Kran stürzt um					X				http://www.goerlitzer-anzeiger.de/goerlitz/wirtschaft/2525_unfall-im-windpark.html
		Erreignisse 2007		1	0	0	0	0	0			
01.01.2007	Westendorf	Nordrhein-Westfalen	Blitzschlag/Brand	X								http://www.noz.de/archiv/vermischtes/artikel/16971/windrad-nach-blitzschlag-in-flammen
		Erreignisse 2006		2	3	0	0	0	0			
08.12.2006	Mehring	Rheinland-Pfalz	Rotorblatt abgebrochen		X					Enercon E-70	2005	https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/Windrad-Unfaelle-in-Rheinland-Pfalz-140-Meter-in-die-Tiefe-gestuerzt,windrad-unfall-chronik-100.html
01.11.2006	Aschenstedt	Niedersachsen	Rotorblattbruch		X					VESTAS		
03.10.2006	Wybelsumer Polder	Niedersachsen	Brand	X						Enercon E 66, 1,5MW	1996	
03.09.2006	Herzogenrath-Merkstein	Nordrhein-Westfalen	Rotorblattbruch		X							
24.01.2006	WP Kolauerhof/Grömitz	Schleswig Holstein	Brand	X						REpower MD70	2000	Lübecker Nachrichten, Ausgabe vom 25. Januar 2006

B= Brand
RBA = Rotorblatt Abwurf
TF = Turmfall

TA = Tödlicher Arbeitsunfall
KU = Kranunfall
Markierung "Rot" Verdacht Freisetzung von "Fiese Fasern"

International accident list:
http://www.caithnesswindfarms.co.uk/AccidentStatistics.htm

Übersicht Unfallereignisse an Windkraftanlagen / Windparks

Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Richtigkeit der Anlagentypen/Hersteller

BI Keine Windkraft im Emmertal
27.05.2021

Datum	Ort/Windpark	Bundesland	Störfall	Störfallart						Anlagentyp	Baujahr	Mehr Information unter Link:
				B	GRBA	TF	TA	KU	S			
Legende Störfallart: B = Brand, GRBA = Gondel/Rotorblatt Abwurf, TF = Turmfall, TA = Tödlicher Arbeitsunfall, KU = Kranunfall, S = Sonstiges												
Störfallhäufigkeit				89	81	18	11	16	22	(Teilweise Kombinationen vorhanden)		Rot gekennzeichnete WKA-Unfälle: Verdacht Freisetzung auf Carbon "fiese Fasern"
Erreignisse 2005				1	0	0	0	0	0			
20.07.2005	Welschbillig	Rheinland-Pfalz	Ölaustritt							unbekannt		http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/saarburg/aktuell/Heute-in-der-Saarburger-Zeitung-Oel-aus-dem-Windrad;art803,766601
24.06.2005	Beinhausen	Rheinland-Pfalz	Ölaustritt							DeWind		http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/daun/aktuell/Heute-in-der-Dauner-Zeitung-Rotor-laeuft-Oel-spritzt;art751,747355
26.02.2005	Fried.-Wilh.-Lübke-Koog	Schleswig Holstein	Brand	X						Enercon E-66		Leider nicht mehr verfügbar
Erreignisse 2004				1	1	0	0	0	0			
09.06.2004	WP Wulfshagen	Schleswig Holstein	Brand	X						NEG Micon NM72/2000	2000/2001	http://home.planet.nl/~hzwarber/wind/zienswijze%20noord/Wulfshagen_persbericht.pdf
09.02.2004	Himmelpforten bei Stade	Niedersachsen	Rotorbruch		X					??????	????	Stader Tageblatt
Erreignisse 2003				4	4	1	0	1	2			
26.12.2003	Bad Wünnenberg	Nordrhein-Westfalen	Brand	X						ENERCON E 66 1,8mW	????	http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
23.12.2003	Zobes, Gem.Neuensalz	Sachsen	Rotorblatt Totalknick		X					NED WIND	1994	http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
16.12.2003	WP Grevenbroich	Nordrhein-Westfalen	Knick im Rotorblatt		X					????	????	http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
15.12.2003	Windpark Klein-Wassens	Niedersachsen	Rotorblattschaden durch Blitz		X					Vestas V 80	????	http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
08.11.2003	Sitzerath	Saarland	Brand Gondel	X						????	????	http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
15.10.2003	????	Brandenburg	Absturz, tötlicher Arbeitsunfall					X		????	????	http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
15.08.2003	Schwochel-Wulfsdorf	Schleswig Holstein	Brand mit Personenschaden	X					X	Vestas V 52 / 850kW	2000	http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
18.07.2003	Lemgo Kreis Lippe	Nordrhein-Westfalen	Massiver Ölaustritt						X	DeWind		http://docs.wind-watch.org/unfalldatei_2003.html
08.06.2003	WP Borringhauser Moor	Niedersachsen	Blitzeinschlag, Ro-Blatt zerfetzt		X					VESTAS V80	2001	Leider nicht mehr verfügbar
05.04.2003	Reinsberg LdK Freiberg	Sachsen	WKA Totalschaden nach Sturm			X				Tacke 600a, 600kW		Link leider nicht mehr verfügbar (http://www.freiepresse.de/TEXTE/NACHRICHTEN/REGIONAL/ERZGEBIRGE/FREIBER G/TEXTE/590200.html)
02.02.2003	Geesthacht LdK Lauenb.	Schleswig Holstein	Brand mit Totalverlust der WKA	X						Enercon ???	????	
Erreignisse 2002				7	6	4	0	0	1			
NN.12.2002	WP Uedem	Nordrhein-Westfalen	Gondelbrand	X						Dewind D6-1000	2000	https://www.deutschlandfunk.de/feuer-im-windpark.697.de.html?dram:article_id=71879
18.12.2002	Kriegsfeld	Rheinland-Pfalz	Windrad umgestürzt			X				Vestas V 60 oder V 80	2002	https://www.ariva.de/forum/liste-der-windrad-unfaelle-2000-2002-schoen-196269
29.10.2002	WP Ellenstedt	Schleswig Holstein	Windrad umgestürzt			X				GET 41a 1997	2000/2001	https://www.abendblatt.de/region/norddeutschland/article107389975/Windkraft-kippt-Windrad.html
27.10.2002	Goldenstedt LdKVechta	Niedersachsen	Komplettumsturz + Fundament			X				GET 41a 600kW	1997	Tagesschau NDR vom 27.10. und 28.10.02, Oldenburgische Volksze itung
26.10.2002	Erkelenz-Holzweiler	Nordrhein-Westfalen	Rotorblatt abgebrochen		X					NEG-Micon	2000	https://www.aachener-nachrichten.de/orkan-demolierte-windkraftanlage_aid-28916521
22.10.2002	Kell am See	Rheinland-Pfalz	Brand Rotorblatt	X						Grogmann	1988	
03.10.2002	Sillenstede-Grafscha□	Niedersachsen	Brand	X						GET 600kW	1995/96	
24.09.2002	Elm bei Schlüchtern	Hessen	Brand Trafostation	X						ENRON (Ex. Tacke)		
09.09.2002	Ulrichstein-Helpershain	Hessen	Rotorabbruch komplett		X					NEG-Micon M 1500	1996	
08.08.2002	Brokstedt Kreis Steinburg	Schleswig Holstein	Brand nach Blitzschlag	X						VESTAS V 66	1999	
05.08.2002	Heidenheim, Weißenburg	Bayern	Mitarbeitersturz mit schw. Verl						X			
04.08.2002	Katzenberg bei Meißen	Sachsen	Brand	X						VESTAS V 80 - 2,0 MW	2002	
19.03.2002	Strocken/ LdK Döbeln	Sachsen	Brand Gondel	X						VESTAS		Döbelner Anzeiger v om 20.3.2002
13.03.2002	Dörenhagen	Nordrhein-Westfalen	Rotorbruch		X					NEG Micon 750kW	1999?	N eue Westfälische, Ausgabe OWL
22.02.2002	Huppelbroich	Nordrhein-Westfalen	Rotorbruch		X							
19.02.2002	Javenloch / Carolinensiel	Niedersachsen	Rotor- und Gondelabriss		X					Lagerwey 250kW	????	Jeverland-Bote_Kreiszeitung Friesland Ausgabe vom 20.02.2002 (Heutige NWZ)
28.01.2002	Husum	Schleswig Holstein	Gesamtbruch			X				Nicht bekannt		Husumer Nachrichten
28.01.2002	Remlingen /Wolfenbüttel	Niedersachsen	Rotorbruch		X					Enercon		Wolfenbütteler Zeitung 2 9.1.02
Erreignisse 2001				1	4	3	1	1	1			
21.12.2001	Bad Doberan	Mecklenburg-Vorpommern	Rotorbruch		X							Unter Vorbehalt
06.12.2001	Dirlammen / Lauterbach	Hessen	Rotorbruch		X					AN Bonus 1,3 mW /62	????	Lauterbacher Anzeiger vom 7.12.2001
22.11.2001	Wybelsum, Stadt Emden	Niedersachsen	Rotorbruch		X					Enercon E 66	1999	Bild am Sonntag 16.12.2001
19.03.2001	Goldenstedt LdKVechta	Niedersachsen	Brand	X						GET 600	1997	Oldenburger Volkszeitung (Vechta) vom 20.3.2001
15.03.2001	Oederquart bei Stade	Niedersachsen	Rotorbruch		X					Vestas V 66 1,65m W	1999	Stader Tageblatt
Erreignisse 2000				1	2	2	0	0	0			
30.10.2000	Utgast in Ostfriesland	Niedersachsen	Rotorbruch		X					Tacke 600kW	1996	Anzeiger für Harlingerland vom 31.11.2000
28.05.2000	Insel Norderney	Niedersachsen	Rororbruch		X					Enercon E15	1986	Anzeiger für Harlingerland vo m 29.5.2000
10.02.2000	Asel im Kreis Wittmund	Niedersachsen	Gesamtbruch der Anlage			X				Enercon E 32	????	Anzeiger für Harlingerland vom 20.4.2000
20.01.2000	Lichtenau Ldk Paderborn	Nordrhein-Westfalen	Brand und Gesamtbruch			X				Südwind S-46 (600kW)	????	ErneuerbareEnergien.de/0200/blitzschlag.html (PRO-Windkra□-Homepage)
04.01.2000	Dörpen bei Papenburg	Niedersachsen	Brand	X						Tacke TW 60 0a	????	

B= Brand
RBA = Rotorblatt Abwurf
TF = Turmfall

TA = Tödlicher Arbeitsunfall
KU = Kranunfall
Markierung "Rot" Verdacht Freisetzung von "Fiese Fasern"

International accident list:
http://www.caithnesswindfarms.co.uk/AccidentStatistics.htm

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 Löfken

DPA

Teilen Twittern E-Mail

Dienstag, **03.02.2015** 11:33 Uhr Drucken Nutzungsrechte Feedback Kommentieren

Die Zahlen sind beeindruckend: Mehr als **24.000 Windräder** stehen in Deutschland. Sie decken etwa zehn Prozent des bundesweiten Stromverbrauchs. Doch parallel zum anhaltenden Ausbau der Windenergie endet der Betrieb betagter Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen meist nach 20 bis 25 Jahren. Das liegt unter anderem an der dann endenden Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Hat der Windrad-Betreiber sich zur Betriebseinstellung entschlossen, muss er die Anlage zwingend zurückbauen. So sehen es in der Regel Auflagen der Baugenehmigungen vor.

Anzeige

PV-Anlage inkl. Förderung 2019 - 2-Minuten-Photovoltaikberatung
bonmio.de/Photovoltaik... Zur Website

Allein zwischen Januar und Juni 2014 wurden 102 Windräder stillgelegt. Sie machten Platz für leistungsfähigere Nachfolger. Tendenz steigend. Doch was soll mit den alten Anlagen geschehen? Droht eine Schwemme schwer recycelbarer Werkstoffe? Nur ein Beispiel: Vom **Jahr 2040** an müssen in Deutschland allein etwa **30.000 Tonnen Rotorblätter** jährlich entsorgt werden.

Der Abbau eines Windrads ist ähnlich aufwendig wie sein Aufbau. Gewaltige Kräne hieven Rotorblätter und die tonnenschwere Gondel vom Turm auf den Boden. Danach wird der stählerne Turm Stück für Stück demontiert. Das Betonfundament zerkleinern Presslufthämmer.

Vieles lässt sich recyceln. Der Schrott fließt eingeschmolzen in den Kreislauf der Stahlproduktion zurück. Generator und Getriebe enden oft als Ersatzteillager und werden ausgeschlachtet. Aus Betonschutt wird Straßenschotter.

ANZEIGE

Die meiste Arbeit jedoch machen die ausgedienten Rotorblätter. Das beginnt schon beim Abtransport. Um die oft Dutzende Meter langen Teile mit normalen Lkw wegfahren zu können, müssen sie am besten noch direkt vor Ort zerstückelt werden. Möglich wäre, sie zu zersägen.

Doch Forscher am **Fraunhofer Institut für Chemische Technologie** (ICT) im badischen Pfinztal arbeiten an einer Alternative: Sie wollen die Flügel mit genau angebrachten Schnüren in kleinere Stücke sprengen. "Erste Versuche in unserem Sprengbunker haben wir bereits durchgeführt", sagt Ingenieurin Elisa Seiler. Weitere Resultate soll ein jüngst beantragtes Forschungsprojekt liefern.

Ein echtes **Recycling der Rotorblätter** ist kaum möglich, denn sie sind aus

Verbundwerkstoffen aufgebaut, beispielsweise aus Glasfasermatten, die eine Innenlage aus Holz umhüllen. Eine Trennung der Schichten wäre aufwendig. "Rotorblätter auf Glasfaserbasis werden geschreddert und in einem speziellen Zementwerk verbrannt", sagt Fraunhofer-Forscherin Seiler. So werde der hohe Brennwert für die energieintensive Zementherstellung genutzt. Die Asche wird dem Zement als Zusatz beigemengt.

Anzeige

Immer öfter kommen statt **Glasfasern** jedoch robuste **Kohlefasern** zum Einsatz (Karbon). Diese könne man ebenfalls verbrennen, sagt Seiler, doch dafür sei das Material zu wertvoll. "Die kosten das Zehnfache von Glasfaser-Werkstoffen." Derzeit würden mehrere Verfahren entwickelt, um die wertvollen Fasern aus alten Flügeln abzutrennen und in neuen faserverstärkten Werkstoffen zu verwenden.

Diese Arbeiten könnten die Basis für einen lukrativen Recyclingmarkt legen. Denn laut ICT steigen die anfallenden Rotorblattmengen in den kommenden Jahren stark an. Ein erstes Maximum erreichen sie nach Berechnungen der Fraunhofer-Forscher 2027 mit mehr als 30.000 Tonnen, 20 Jahre später sollen es sogar mehr als 40.000 Tonnen pro Jahr sein - siehe Diagramm.

Vollkommen sicher ist dieses Geschäftsmodell allerdings nicht. "In der Praxis wird bisher wenig recycelt", sagt Wolfram Axthelm, Sprecher des Bundesverbands für Windenergie BWE. Der Grund: Es gibt bislang einen **stabilen Markt für gebrauchte Windkraftanlagen**, selbst für alte Modelle mit weniger als einem Megawatt Leistung.

Die Mehrzahl der abgebauten deutschen Anlagen, meist gut gewartet und mit teils reparierten Rotorblättern, sind in **Polen, Russland und ehemaligen GUS-Staaten** hoch begehrt. "Bei guter Pflege können Anlagen deutlich länger als 20 Jahre betrieben werden", bestätigt Christian Schnibbe vom Unternehmen wpd, dem deutschen Marktführer unter den Windpark-Projektierern.

Was aber, wenn ein altes Windrad nur noch verschrottet werden kann? Wer trägt die Kosten? Theoretisch sollten Rücklagen und Bürgschaften für den Rückbau bereitliegen. Doch nach Angaben der Hessischen Landesregierung war erst seit Juli 2004 eine ausreichende Rückbau-Sicherheitsleistung für eine Betriebsgenehmigung erforderlich. Nicht ausgeschlossen also, dass irgendwann der Steuerzahler einspringen muss, auch wenn dies nach Angaben des Bundesverbands für Windenergie bislang noch nie nötig gewesen sein soll.

Bei **Offshore-Windkraftanlagen** stellen sich die gleichen Fragen und Probleme, nur dass hier wegen des deutlich höheren Aufwands auch der **Rückbau viel teurer** ist. Das Bundesamt für Seeschiffahrt und Hydrographie (BSH) erteilt Genehmigungen für Windparks im Meer nur, wenn eine ausreichend hohe Rückbau-Sicherung zur Verfügung steht. Bei einem Windpark mit 80 Anlagen seien dies durchschnittlich 50 Millionen Euro, erklärt Nico Nolte vom BSH.

Mögliche Einnahmen aus dem Verkauf alter Anlagen dürften dabei nicht berücksichtigt werden. "So wollen wir sicherstellen, dass keine Kosten auf den Steuerzahler zurückfallen", sagt Nolte. Offshore-Park-Betreiber könnten zudem eine **Verlängerung der Betriebszeit um 25 Jahre** beantragen und so den teuren Rückbau verschieben. Bei Anlagen an Land besteht diese Möglichkeit nicht.

Anzeige

Der Rückbau eines Offshore-Windparks ist aufwendig, denn es müssten nicht nur die Windräder selbst demontiert, verladen und an Land verschifft werden. Auch die gigantischen stählernen Dreibeine unter Wasser wären abzubauen, mitsamt den in den Meeresboden gerammten Pfeilern. Derzeit fordern die Rückbaukonzepte, den Meeresboden so zu hinterlassen, dass weder Schifffahrt, Fischerei noch Umwelt beeinträchtigt sind. So müssen die Fundamentpfeiler mindestens ein bis zwei Meter unter dem Meeresboden gekappt und beseitigt werden.

Ob die verbleibenden Reste wegen giftiger Metallanteile im rostenden Stahl ein Umweltrisiko darstellen, kann das BSH derzeit nicht abschätzen. Insgesamt fehlt es bei der noch jungen Offshore-Technologie an langfristigen Erfahrungen. Da die Hochsee-Windparks gerade erst aufgebaut werden, wird das Thema Rückbau frühestens in 20 Jahren praktisch relevant. Bis dahin bleibt die Hoffnung, dass die aktuellen Risikobewertungen und Kostenkalkulationen nicht daneben liegen.

Anmerkung der Redaktion: Windkraftanlagen müssen nicht zwingend nach 20 Jahren rückgebaut werden, wie es anfangs in diesem Text hieß. Ein Abbau ist erst dann erforderlich, wenn der Betreiber die Anlage stilllegt. Dies geschieht üblicherweise nach 20 Jahren aus wirtschaftlichen Gründen, weil dann unter anderem die EEG-Förderung endet. Wir bitten, den Fehler zu entschuldigen!

@Energiereporter folgen

WESTFALEN-BLATT

Mo., 16.04.2018

Nach Windrad-Havarie können Äcker seit Wochen nicht genutzt werden

Überall Splitter: 60 Bauern betroffen

Foto: Besim Mazhiqi

Von Christian Althoff

Borchen (WB). Bei der Havarie eines Windrades am 8. März in Borchen (Kreis Paderborn) sind messerscharfe Glasfasersplitter bis zu 800 Meter weit geflogen. Etwa 60 Landwirte können ihre Äcker und Weiden deshalb seit Wochen nicht mehr bewirtschaften.

»Eine so großflächige Verunreinigung durch einen Windradunfall hat es, soweit ich weiß, in Deutschland noch nicht gegeben«, sagt Diplom-Ingenieur Dr. Gerhard Dumbeck von der Landwirtschaftskammer NRW. Auf Anweisung des Kreises Paderborn hat der Windradhersteller Enercon den Bodengutachter beauftragt, die landwirtschaftlichen Flächen zu untersuchen.

Sieben Windräder des Typs E-115 hat die Westfalenwind GmbH aus Lichtenau bei Enercon (Aurich) für den Windpark in Borchen bestellt.

Ein Gutachten zur Unfallursache liegt dem Kreis noch nicht vor. Enercon geht nach eigenen Angaben davon aus, dass bei der Montage durch einen Subunternehmer die Rotorblätter nicht mit der Kante im Wind standen, sondern mit der Fläche. **Da die Bremstechnik noch nicht installiert gewesen sei, habe sich der Rotor gedreht –** immer schneller, bis zwei der drei 55,9 Meter langen Flügel in einer Wolke aus Glas, Kunststoff und Füllmaterial zerfetzten. Beim Modell E-115 hatte Enercon erstmals Flügel aus zwei Teilen montiert. Es scheint, als seien sie an der Verbindungsstelle gebrochen und dann zur Spitze hin zerfasert. Einen Notfallplan für einen solchen Unfall gab es nicht.

Werkstoff, der nicht verrottet

Geschätzte 500 Meter entfernt betreibt Klaus Tschischke eine kleine Obstplantage. »Ich baue alte Sorten an. Äpfel, Birnen und Pflaumen.« Tschischke setzt auf Flächenkompostierung – der Kompost wird großflächig unter den Bäumen verteilt. »Dort finde ich seit Wochen weiße Plastikteile – große Bruchstücke und meterlange Fasern, aber auch viele fingernagelgroße Stücke. Die sind messerscharf. Ich kann nur noch mit Handschuhen arbeiten.«

Windradflügel bestehen aus feinen, flexiblen Glasfasern, die mit flüssigem Epoxidharz und Härter zu glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) verarbeitet werden – ein Werkstoff, der nicht verrottet und sich mit herkömmlichen Methoden nicht recyceln lässt. Das Unternehmen Nehlsen in Bremen ist einer der wenigen Spezialisten für die Demontage und Entsorgung alter Windräder. Geschäftsführer Hans-Dieter Wilcken: »Wir zersägen die abgenommenen GFK-Flügel vor Ort auf einem Schutzvlies in vier Meter lange Segmente. Die werden dann bei uns im Betrieb geschreddert.« Die Teile gehen als Zuschlagstoff in die Zementherstellung: Bei mehr als 1000 Grad verbrennt das Harz, und das Glas wird Bestandteil des Zements.

Im Gegensatz zu der bis in die 90er Jahre hergestellten Glaswolle, mit der Dächer gedämmt wurden und deren winzige Fasern eingeatmet zu Lungenkrebs führen können, besteht diese Gefahr bei GFK-Fasern aufgrund ihrer Größe nicht. »Das ist kein Sondermüll«, sagt Hans-Dieter Wilcken. Auch spezielle Vorschriften zum Arbeitsschutz gebe es nicht.

Perforation eines Vormagens möglich

In Borchen geht die Gefahr vielmehr von der Scharfkantigkeit der Teile aus. Dr. Martina Hoedemaker, Professorin an der Tierärztlichen Hochschule Hannover: »Wenn Tiere die Teile beim Grasen aufnehmen, kann es schon in der Maulhöhle zu Verletzungen kommen.« Bei Rindern sei die Perforation eines Vormagens möglich. Bei Pferden sei der Magen zwar zu gut einem Drittel mit einer verhornten Schicht ausgekleidet. »In dem anderen Magenteil und im Darmtrakt könnte es aber Verletzungen geben.« Außerdem seien Klauen- und Hufverletzungen möglich, wenn Tiere in das GFK träten. »Erfahrungen dazu liegen uns aber nicht vor.«

Unklar ist außerdem, was passiert, wenn GFK-Fasern mit der Ernte eingefahren und weiterverarbeitet werden. Denn dass alle Splitter gefunden und aufgesammelt werden können – das behauptet niemand.

Anlage stillgelegt

Enercon hat sich schriftlich bei den Bauern »für die Umweltverschmutzung« entschuldigt und erklärt, die Grundstücke »so sorgfältig wie möglich« zu reinigen. Damit wurde die Firma SD-Gartenbau aus Lichtenau beauftragt. Ihre Mitarbeiter versuchen, die GFK-Splitter mit Maschinen aufzusaugen. Sie sind aber auch zu Fuß unterwegs und sammeln Reste ein. Daniel Saage, Sprecher von Westfalenwind: »Wir machen Druck, damit die Landwirte bald wieder auf ihre Felder können.«

Ob auf dem Betonturm ein neuer Generator samt Windrad montiert werden kann, steht noch nicht fest. Der Kreis hat die Anlage stillgelegt und verlangt vom Bauherrn Westfalenwind nicht nur ein Bodengutachten und eine Expertise zur Unfallursache. »Wir haben auch ein Gutachten über die Statik von Fundament und Turm angefordert«, sagt Kreisbaudezernent Martin Hübner.

Um gegenüber Enercon gemeinsam Schadensersatzansprüche durchzusetzen, haben Landwirte inzwischen eine Interessengemeinschaft gegründet.

Anzeige

Easyvoyage
[Fotos] Er beobachtet eine Kreatur im Wasser, merkt aber nicht, dass sie sich ihm näherte

www.aldi-nord.de
Im Verkauf durchstarten

Soolide
[Galerie] Er findet eine Luke beim Rasenmähen in seinem Garten und beschließt, diese zu öffnen

Jimdo
So erstellst du heute eine schöne Website – auch als Anfänger

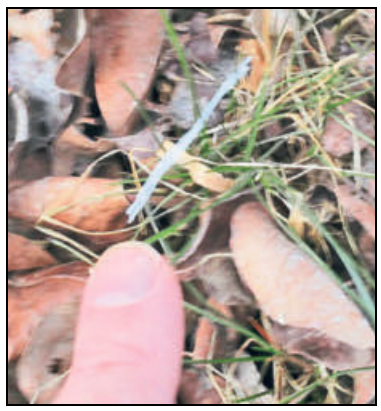
empfohlen von

Überall Splitter: 60 Bauern betroffen

Nach Windrad-Havarie können Äcker seit Wochen nicht genutzt werden

Der zerstörte Rotor wurde am 6. April abgebaut und vor den Betonturm gelegt. Fotos: Besim Mazhiqi

Zwei 55,9 Meter lange Flügel sind zerfetzt.



Einer von ungezählten Glasfasersplittern Foto: Tschischke

Von Christian Althoff

Borchen (WB). Bei der Havarie eines Windrades am 8. März in Borchen (Kreis Paderborn) sind messerscharfe Glasfasersplitter bis zu 800 Meter weit geflogen. Etwa 60 Landwirte können ihre Äcker und Weiden deshalb seit Wochen nicht mehr bewirtschaften.

»Eine so großflächige Verunreinigung durch einen Windradunfall hat es, soweit ich weiß, in Deutschland noch nicht gegeben«, sagt Diplom-Ingenieur Dr. Gerhard Dumbeck von der Landwirtschaftskammer NRW. Auf Anweisung des Kreises Paderborn hat der Windradhersteller Enercon den Bodengutachter beauftragt, die landwirtschaftlichen Flächen zu untersuchen.

Sieben Windräder des Typs E-115 hat die Westfalenwind GmbH aus Lichtenau bei Enercon (Aurich) für den Windpark in Borchen bestellt.

Ein Gutachten zur Unfallursache liegt dem Kreis noch nicht vor. Enercon geht nach eigenen Angaben davon aus, dass bei der Montage durch einen Subunternehmer die Rotorblätter nicht mit der Kante im Wind standen, sondern mit der Fläche. Da die Bremstechnik noch nicht installiert gewesen sei, habe sich der Rotor gedreht – immer schneller, bis zwei der drei 55,9 Meter langen Flügel in einer Wolke aus Glas, Kunststoff und Füllmaterial zerfetzten. Beim Modell E-115 hatte Enercon erstmals Flügel aus zwei Teilen montiert. Es scheint, als seien sie an der Verbindungsstelle gebrochen und dann zur Spitze hin zerfasert. Einen Notfallplan für einen solchen Unfall gab es nicht.

Geschätzte 500 Meter entfernt betreibt Klaus Tschischke eine kleine Obstplantage. »Ich baue alte Sorten an. Äpfel, Birnen und Pflaumen.« Tschischke setzt auf Flächenkompostierung – der Kompost wird großflächig unter den Bäumen verteilt. »Dort finde ich seit Wochen weiße Plastikteile – große Bruchstücke und meterlange Fasern, aber auch viele fingernagelgroße Stücke. Die sind messerscharf. Ich kann nur noch mit Handschuhen arbeiten.«

Windradflügel bestehen aus feinen, flexiblen Glasfasern, die mit flüssigem Epoxidharz und Härter zu glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) verarbeitet werden – ein Werkstoff, der nicht verrottet und sich mit herkömmlichen Methoden nicht recyceln lässt. Das Unternehmen Nehlsen in Bremen ist einer der wenigen Spezialisten für die Demontage und Entsorgung alter Windräder. Geschäftsführer Hans-Dieter Wilcken: »Wir zersägen die abgenommenen GFK-Flügel vor Ort auf einem Schutzvlies in vier Meter lange Segmente. Die werden dann bei uns im Betrieb geschreddert.« Die Teile gehen als Zuschlagstoff in die Zementherstellung: Bei mehr als 1000 Grad verbrennt das Harz, und das Glas wird Bestandteil des Zements.

Im Gegensatz zu der bis in die 90er Jahre hergestellten Glaswolle, mit der Dächer gedämmt wurden und deren winzige Fasern

»Ich kann nur noch mit Handschuhen arbeiten.«

Obstbauer
Klaus Tschischke

eingeatmet zu Lungenkrebs führen können, besteht diese Gefahr bei GFK-Fasern aufgrund ihrer Größe nicht. »Das ist kein Sondermüll«, sagt Hans-Dieter Wilcken. Auch spezielle Vorschriften zum Arbeitsschutz gebe es nicht.

In Borchen geht die Gefahr vielmehr von der Scharfkantigkeit der Teile aus. Dr. Martina Hoedemaker, Professorin an der Tierärztlichen Hochschule Hannover: »Wenn Tiere die Teile beim Grasen aufnehmen, kann es schon in der Maulhöhle zu Verletzungen kommen.« Bei Rindern sei die Perforation eines Vormagens möglich. Bei Pferden sei der Magen zwar zu gut einem Drittel mit einer verhornten Schicht ausgekleidet. »In dem anderen Magenteil und im Darmtrakt könnte es aber Verletzungen geben.« Außerdem seien Klauen- und Hufverletzungen möglich, wenn Tiere in das GFK träten. »Erfahrungen dazu liegen uns aber nicht vor.«

Unklar ist außerdem, was passiert, wenn GFK-Fasern mit der Ernte eingefahren und weiterverarbeitet werden. Denn dass alle Splitter gefunden und aufgesammelt werden können – das behauptet niemand.

Enercon hat sich schriftlich bei den Bauern »für die Umweltverschmutzung« entschuldigt und erklärt, die Grundstücke »so sorgfältig wie möglich« zu reinigen. Damit wurde die Firma SD-Gartenbau aus Lichtenau beauftragt. Ihre Mitarbeiter versuchen, die GFK-Splitter mit Maschinen aufzusaugen. Sie sind aber auch zu Fuß unterwegs und sammeln Reste ein. Daniel Saage, Sprecher von Westfalenwind: »Wir machen Druck, damit die Landwirte bald wieder auf ihre Felder können.«

Ob auf dem Betonturm ein neuer Generator samt Windrad montiert werden kann, steht noch nicht fest. Der Kreis hat die Anlage stillgelegt und verlangt vom Bauherrn Westfalenwind nicht nur ein Bodengutachten und eine Expertise zur Unfallursache. »Wir haben auch ein Gutachten über die Statik von Fundament und Turm angefordert«, sagt Kreisbaudezernent Martin Hübner.

Um gegenüber Enercon gemeinsam Schadensersatzansprüche durchzusetzen, haben Landwirte inzwischen eine Interessengemeinschaft gegründet.

Eine Gruppe Abfallsammler läuft ein Feld ab und sucht Kunststoffsplitter auf. Manche GFK-Stücke sind aber schon überwachsen.

ILLSCHWANG OBERPFALZ 15.05.2018 - 20:00 Uhr

Bei Einsatz im Wald zehn 120-Liter-Müllsäcke gefüllt

Feuerwehr-Nachwuchs räumt im Windpark Trümmerteile auf

Augsberg. Zu einem eher ungewöhnlichen Einsatz traf sich der Nachwuchs der Feuerwehr Augsberg und lernte dabei, dass auf ihn noch ganz andere Aufgaben zukommen als die Bekämpfung von Bränden oder technische Hilfeleistungen. In diesem speziellen Fall hieß der Auftrag, die Reste eines abgebrochenen Rotors im Windpark Illschwang aus einem angrenzenden Wald zu holen. Anfang Januar war es zu dem Schaden an einer Windkraftanlage gekommen (siehe www.onetz.de/1806097). Mit viel Elan machten sich die jungen Leute bei Wirsfeld an die Arbeit. Ausgerüstet mit Handschuhen und Müllsäcken, räumten sie den restlichen Abfall weg. Die größeren Aufräumarbeiten durch die Betreiberfirma waren schon vorausgegangen. Die Jugendlichen wurden durch drei Aktive der Feuerwehr Augsberg unterstützt. Zehn Säcke mit je 120 Liter Inhalt kamen zusammen. Der Abfall wurde dem Wertstoffkreislauf zugeführt. Bild: no

von **Norbert Weis**

Bei GFK- und CFK Rückständen handelt sich um Sondermüll. In der Regel werden Spezialfirmen beauftragt für eine sachgerecht Entsorgung. Dabei sind entsprechende Arbeitsschutzmaßnahmen unbedingt erforderlich. Es handelt sich in diesem Fall um eine Nordex WKA mit Rotorblättern aus Carbon (CFK)

Onetz.de verwendet Cookies, um Ihnen den bestmöglichen Service zu gewährleisten. Wenn Sie auf der Seite weitersurfen stimmen Sie der Cookie-Nutzung zu.
Erfahren Sie mehr
Ich stimme zu

1&1 1&1 DSL: BESTES WLAN INKLUSIVE!

Schaden im Windpark Illschwang

Rotorblatt segelt zu Boden

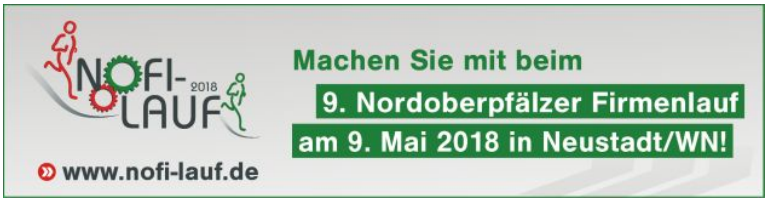
Am Mittwochvormittag ist bei einem Windrad bei Illschwang ein Stück des Rotors abgebrochen. Es segelte auf den Waldboden.

Autor

Andrea Mußemann
aus Amberg in der Oberpfalz

Folgen

5997 Leser
direkt: 2943 über Suchmaschinen: 1408
über Links: 257 über soziale Netzwerke: 1389



Diese Seite weiterempfehlen:
Teilen Twittern
Einbetten E-Mail

VERMISCHTES
Illschwang

Anwohner aus Wirsfeld in der Gemeinde Illschwang beobachteten es zuerst: An einem Windrad knickte am Mittwochvormittag ein

Vermischtes Landkreis Amberg-Sulzbach

Geschäftsführer Ludwig Fürst setzte sich in Neumarkt ins Auto und war eine halbe Stunde später vor Ort. Die Hälfte des Rotorblattes lag im Wald. Ganz oben befanden sich noch Teile, die jederzeit herunterfallen konnten. "Bitte unbedingt die Absperrung beachten", appellierte Fürst auch Stunden nach dem Abbruch. "Es ist wirklich gefährlich. Die noch übrigen Teile können heruntersegeln wie ein Ahornblatt." Doch warum brach es ab? "Man weiß es nicht. Vielleicht lag es am Sturm oder an einem Blitzeinschlag", mutmaßt der Geschäftsführer, der auch noch keine Angaben zur Schadenshöhe machen konnte. Zwar habe er schon öfters von ähnlichen Vorfällen in der Fachpresse gelesen, in seinem Unternehmen sei so etwas vorher noch nie passiert.

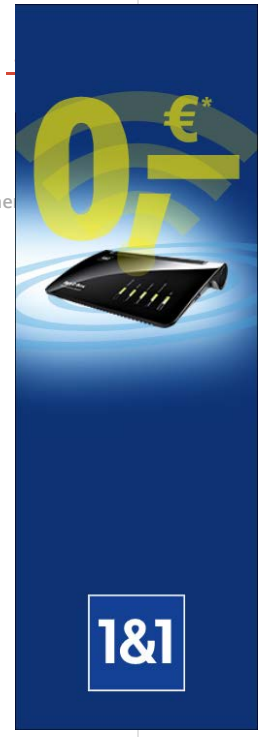
Die Ursache wird nach Informationen von Fürst von der Herstellerfirma in Kooperation mit dem Flügelproduzenten untersucht. Auch ein Produktionsfehler könne nicht ausgeschlossen werden. "Wir ermitteln in alle Richtungen." Verletzt wurde bei dem Abbruch niemand.Das halbe Rotorblatt landete auf dem Waldboden.

Windpark Illschwang

In Illschwang stehen fünf Windkraftanlagen mit je drei Rotorblätter. Die Maschinen sind vom Typ Nordex N117. Ein Rotorblatt hat eine Gesamtlänge von 57,3 Meter und ein Gewicht von etwa 10,4 Tonnen. (roa)

Weitere Beiträge zu den The

Jura Energy



04.06.2018 - 11:55 Uhr

ILLSCHWANG OBERPFALZ

Rad dreht sich wieder

Seit einigen Wochen dreht sich das Windrad bei Illschwang wieder, nachdem Anfang Januar ein Teil des Rotors abgebrochen ist. Die Ursache bleibt im Dunkeln.

Warum das Rotorblatt einer Windkraftanlage bei Illschwang Anfang Januar abgebrochen ist, bleibt vorerst ungeklärt. Das Windrad ist aber inzwischen repariert und läuft problemlos.

Wolfgang Steinbacher

(ass) Der Schaden ist behoben, das Windrad dreht sich seit einigen Wochen wieder. Soweit ist alles klar im Windpark Illschwang, wo Anfang Januar der Teil eines Rotors abbrach

und auf den Boden fiel. Ungeklärt bleibt vorerst, warum es zu dem Schaden kam. "Blitz oder Sturm waren es nach derzeitigen Erkenntnissen nicht", sagt Ludwig Fürst, der Geschäftsführer des Betreibers, der Flemma W.1 Energie GmbH & Co. KG mit Sitz in Neumarkt.

Wie Ludwig Fürst bestätigt, hat der Hersteller, die Nordex, den Schaden auf eigene Kosten behoben. "Das Windrad läuft seither wieder wunderbar." So sei das im Servicevertrag mit dem Hersteller geregelt. "Wir haben den Schaden bei Nordex geltend gemacht und dann haben die das repariert." Warum es zu dem Vorfall kam, kann Ludwig Fürst zum jetzigen Zeitpunkt nicht sagen. "Eine genaue gutachterliche Untersuchung steht noch aus", sagt er auf Anfrage von Oberpfalzmedien. Die könne sich bis in den Herbst hineinziehen. Erfreulich für die Betreibergesellschaft: Auch der Produktionsausfall des Windrads für die knapp vier Monate trägt der Hersteller zum größten Teil. Auch das sei so im Servicevertrag geregelt.

INFO:

Der Windpark

Installierte Leistung: 12 Megawatt

Anzahl/Typ/Nabenhöhe: 5 Räder Nordex N117, NH120/141

Ertragsprognose: 30 800 000 Kilowattstunden pro Jahr

Inbetriebnahme: März/April 2013

Betreiber: Flemma W.1 Energie GmbH & Co. KG

Gesellschafter sind die N-Ergie Regenerativ GmbH (33,68 %), die infra Fürth GmbH (25,00 %), die Stadtwerke Schwabach GmbH (19,12 %), Bürgerbeteiligungen (11,76 %), die Stadtwerke Amberg Holding GmbH (7,50 %), die Flemma GmbH & Co. KG (1,47 %) sowie die Gemeinde Illschwang (1,47 %)

Anlage 2

Sind Carbonfasern in den Rotoren?

Nach Hubschrauberabsturz: Leser sorgt sich um Sicherheit bei möglichen Bränden von Windenergieanlagen

VON FRANK NEITZ

COPPENBRÜGGE. Das Ergebnis der Untersuchung von Wischproben ließ aufhorchen. Nach dem Absturz eines Hubschraubers bei Dehmke wiesen Experten an einem Duschzelt „fiese Fasern" nach. Beim Brand der Maschine waren offensichtlich gefährliche Nanotubes freigesetzt worden.

Es geht um Materialien aus dem Zwergenreich, im Nanometermaßstab hergestellt und 1000-mal kleiner als die Dicke eines menschlichen Haars. Bei Bränden von CFK (carbonfaserverstärkter Kunststoff) soll es zu einer Freisetzung von als gesundheitsgefährdend eingeschätzten Faserbruchstücken kommen. Erreichen Kunststofffasern Temperaturen von mehr als 650 Grad, sollen sich die Fasern verändern, eine kritische Größe erreichen und in die Lunge eindringen können, so Experten.

Wenn es darum geht, Flugzeugen, Kraftfahrzeugen oder Windkraftanlagen überflüssige Pfunde abzuringen, gewinnen carbonfaserverstärkte Verbundstoffe mehr und mehr an Attraktivität. Der Vorteil des leichten Hightech-Materials mit hoher Festigkeit: Es lässt Flugzeuge wirtschaftlicher fliegen und verhilft Windenergieanlagen (WEA) zu größeren Rotorblättern und begünstigt somit die Energieausbeute.

Nun fragt sich Andreas Höver, ob in Rotorblättern von Windenergieanlagen CFK-Verbundstoffe verbaut wurden. „Des öfteren ist es schon vorgekommen, dass einige Anlagen durch einen technischen Defekt den Flammen zum Opfer gefallen sind. Deshalb frage ich mich ernsthaft, was denn hier passiert, wenn eine Anlage brennt?", so Höver. Laut Umweltbundesamt (UBA) können durch den Einsatz von Kohlenstoffnanoröhren in Kompositmaterialien das Gewicht der Rotorblätter verringert und gleichzeitig die Stabilität erhöht werden. Durch nanotechnische Beschichtungen können Zahnräder, Lager und Kugellager widerstandsfähiger und langlebiger gestaltet werden, so das UBA. „Konkrete Informationen, ob und in welcher Menge auch sogenannte Suprasschmierstoffe, die nanoskalige Stoffe beinhalten, in Windkraftanlagen eingesetzt werden, liegen uns nicht vor, teilt Dipl.-Ing. Christian Liesegang vom UBA mit.

DIE KÜMMERER
kuemmerer@dewezet.de

Die jüngste Anlage im Landkreis steht bei Grohnde. „Grundsätzlich bestehen die Rotorblätter sämtlicher Windenergieanlagen aus glasfaserverstärktem Epoxidharz, Kohlenstofffasern und eingearbeiteten Balsaholz- und Stahlsegmenten. Wie und wo im Einzelnen diese Stoffe verarbeitet sind, hüten die Anlagenhersteller als Betriebsgeheimnis und entzieht sich auch unserer Kenntnis", sagt Diplom-Geograf Christian Nowack vom Betreiber „Windpark Emmerthal Infrastruktur GmbH & Co. KG". Die Windenergieanlagen in Grohnde seien zudem mit einer Schutzschicht (Gel-Coat) überzogen, um Abrasionen zu vermeiden, ergänzt Nowack.

Eine Windkraftanlage brannte im Jahr 2010 auf einem Feld im Kreis Helmstedt aus. FOTO: DPA

Die Rotorblätter der vom Unternehmen „Landwind" betriebenen Anlagen in Coppenbrügge bestünden aus glasfaserverstärktem Epoxy-Kunststoff sagt „Landwind"-Sprecherin Daniela Schliephake. Bei Bränden sei dieser Stoff als weitgehend unproblematisch einzuschätzen, so Schliephake. Ob auch CFK in den Anlagen verbaut wurde, konnte die Pressesprecherin nicht sagen und verwies auf die Aussage von Herstellern. Eine Anfrage bei einem Anlagenbauer blieb unbeantwortet.

„Wir haben keine Kenntnis über verbaute Materialien in den Anlagen", heißt es aus dem Kreishaus. Für die Genehmigung der Anlagen einschließlich der Rotorblätter seien ausschließlich die Festigkeit und Drehsteifigkeit der Anlagenteile von Bedeutung", erläutert Landkreis-Pressesprecherin Sandra Lummitsch.

Auch in eingereichten Sicherheitsdatenblättern sei nicht ersichtlich, ob CFK verbaut wurde, sagt die Sprecherin. „Die Sicherheitsdatenblätter beziehen sich auf potenziell gefährliche Stoffe wie Öle, Fette oder Kühlflüssigkeiten, die entweder feuergefährlich oder wassergefährdend sind", erklärt Lummitsch. Beim Brand von hohen Windenergieanlagen sind der Feuerwehr die Hände gebunden. „Wir würden den Bereich um den Brandort weiträumig absperren und die Anlage kontrolliert abbrennen lassen", sagt Coppenbrügges stellvertretender Gemeindebrandmeister Cord Pieper. Einsatzpläne für die im Flecken stehenden Windkraftanlagen seien ausgearbeitet worden, so Pieper. Ob sie bei einem möglichen Brand mit freigesetzten Nanotubes rechnen müssen, weiß die Feuerwehr im Vorfeld allerdings nicht.

DEWEZET 2021-06-28

Wie riskant sind brennende Windräder?

Mögliche Gefahren durch Carbon-Werkstoffe: Politiker nehmen Bürgerinitiative ernst – sehen aber keine Handhabe

VON CHRISTIAN BRANAHL

Die Bürgerinitiative „Keine Windkraft im Emmertal" sieht Risiken durch die acht Anlagen des Windparks Kirchohsen-Grohnde (links). Sie verweist dabei auf zwei Anlagen in Hohe bei Bodenwerder, die in Flammen aufgegangen sind. Die Initiative fordert vom Rat, eine Resolution zu verabschieden.

FOTOS: CB/GL

EMMERTHAL. Selbst wenn sich die Emmerthaler Politiker nicht als zuständige Adressaten sehen, die Einfluss haben auf die Sorgen der heimischen Windkraftgegner: Ausführlich und vor allem gut vorbereitet befassten sie sich in dem für Brandschutz zuständigen Fachausschuss mit den Befürchtungen der Bürgerinitiative „Keine Windkraft im Emmertal". Sie geht davon aus, dass durch den möglicherweise auch in den Rotorblättern der Anlagen des Windparks Kirchohsen-Grohnde verwendeten Carbonwerkstoff bei einem Brand Gefahren für die Bevölkerung und Einsatzkräfte der Feuerwehren ausgehen könnten. Ein Szenario, das aus Sicht von Uwe Klüter von der Bürgerinitiative nicht unwahrscheinlich sei: Schließlich sei es innerhalb eines Jahres zu zwei brennenden Windkraftanlagen in Hohe im Bereich Bodenwerder gekommen wie zuletzt im Januar, sagte er vor den Politikern. Nach ausführlichen Beratungen meinte Ausschuss-Vorsitzender Ralf-Ulrich Böhm (SPD), dass die „Bedenken mindestens zum Teil" ernstgenommen würden. Aber die damit von den Kritikern vom Rat erwünschte Resolution werde als nicht sinnvoll erachtet.

Klüter hatte bei der Sitzung stellvertretend die Befürchtungen vorgetragen, die vor allem Horst Arlt aus technischer Sicht zusammengetragen hatte, wobei die Forderungen der Resolution weit über die möglichen Gefahren von Carbon hinausgehen. Wenn die Energiewende gewollt sei, dann gehe es darum, die damit verbundenen Risiken zu minimieren, beispielsweise durch Selbstlöschsysteme, die aber in den Anlagen nicht vorgesehen seien. „Wir müssen den Betreibern sagen: Ihr müsst in die Sicherheit investieren und einen besseren Schutz für die Feuerwehren gewährleisten", meinte Klüter.

Den Politikern lag umfangreiches Material vor, das die Bürgerinitiative zu carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) zusammengetragen hatte, darunter warnende Fachaufsätze aus der bundesweiten Feuerwehrzeitung „Brandschutz". Böhm räumte ein, selbst kein Experte zu sein. Allerdings hätte das offiziell nicht zu den Gefahrstoffen zählende Carbon „schon lange Einzug in unser Leben gehalten", verwies der Politiker etwa auf den Fahrzeug- und Flugzeugbau. Er könne sich nur auf Aussagen der niedersächsischen Landesregierung aus dem Vorjahr nach einer parlamentarischen Anfrage der AfD beziehen. Die Partei im Landtag hatte sowohl den Hubschrauber-Absturz in Aerzen 2019 mit freigesetzten Carbonfasern als auch die mögliche Gefährdung durch Windkraftanlagen zum Thema gemacht. Laut Landesregierung, zitierte Böhm, könnten nur in Ausnahmefällen bei Bränden mit Temperaturen von über 650 Grad – wie durch den Treibstoff des Helikopters verursacht – die gefährlichen Fasern freigesetzt werden. Und die Schutzausrüstung der Einsatzkräfte gelte als ausreichend, meinte er weiter.

Von einer „konkreten Gefahr" durch den Windpark sprach AfD-Ratsherr Hans-Dieter Reich trotzdem. Zwar räumte Oliver Gockel (SPD) ein, die Ängste der Bürgerinitiative nachvollziehen zu können, doch sieht er in der Resolution kein geeignetes Instrument. „Wie sollen wir fordern, die Rotorblätter auszutauschen?", fragte er. Grundsätzlich meinte Dominik Petters, ebenfalls SPD, dass der Landkreis-Verwaltung als Genehmigungsbehörde die Hände gebunden seien, da sie sich an die rechtlichen Vorgaben halten müsse. Auch wenn Rolf Keller (CDU) ebenfalls einräumte, kein Fachmann zu sein, forderte er, wachsam zu sein, falls es Gefahren geben könnte. Ebenso wie alle anderen Politiker wollte auch Bürgermeister Andreas Grossmann mögliche Risiken „nicht verharmlosen". Carbon werde aber für Autos genutzt, ein Feuer in einem Recyclinghof könne größere Gefahren bedeuten. Es gebe noch ganz andere Stoffe im Gemeindegebiet, verwies er auf Gefahrguteinsätze der Feuerwehren beim Institut für Solarenergieforschung. Zumindest könne der Landkreis dem Windpark-Betreiber keine Auflagen erteilen, wenn es dafür keine rechtliche Grundlage gebe. Grossmann: „Wenn der Stoff nicht verboten ist, darf er verbaut werden."

Themengebiet: → **Zurück zur Gesamtübersicht**

WKA-Hersteller Unterlagen mit Hinweisen auf CFK

1. **VESTAS**
2. **NORDEX**
3. **WKA tan orte**

Anlage 3

Vestas®

windstark

Wind. It means the world to us.™

Anlage 3

22. Mai 2002: Offizieller Produktionsstart mit Bundeskanzler Gerhard Schröder, Brandenburgs Ministerpräsident Manfred Stolpe und Klaus Burmeister, der das Bauvorhaben für Vestas leitete.

20. August 2002: Frank Weise, der erste Geschäftsführer des Werkes, erhält zur feierlichen Einweihung den symbolischen Schlüssel. Er leitete die Rotorblattfabrik bis 2015.

arbeitsplätze im ehemaligen Kohlerevier. »Der damalige Ministerpräsident Manfred Stolpe hat sich persönlich um die Ansiedlung der neuen Fabrik auf einer der von der Treuhand verwalteten Flächen im Land Brandenburg bemüht«, erinnert sich Klaus Burmeister, der damalige Technische Direktor von Vestas in Deutschland. Die Standortentscheidung fiel dann relativ zügig, da auch die Stadt Lauchhammer sehr schnell reagierte. »Bei der Wirtschaftsförderung der Stadt rannten wir offene Türen ein«, weiß Burmeister, der von Vestas' Seite für das Bauvorhaben verantwortlich war.

Der Bau des Werkes auf dem Gelände der ehemaligen Brikettfabrik 69 startete am 26. Juli 2001 mit dem ersten Spatenstich durch Bundesumweltminister Jürgen Trittin. Als am 7. März 2002 die erste Form für das 39-Meter-Rotorblatt auf der Baustelle angeliefert wird, weilen Bernd Winkler und die anderen Kollegen der ersten Stunde schon in Dänemark. Acht Wochen lang werden sie in Theorie und Praxis der Rotorblattfertigung unterwiesen. Anfang Mai kehren sie zum Produktionsstart nach Lauchhammer zurück.

»Das Interesse von Medien und Politik war in der ersten Zeit riesig«, erinnert sich Bernd Winkler. Die Politiker gaben sich die Klinke in die Hand, denn die Ansiedlung des Werkes bedeutete zukunftsfähige Industriearbeitsplätze in einer von hoher Arbeitslosigkeit gebeutelten Region. Der offizielle Produktionsstart wurde am 22. Mai 2002 im Beisein von Bundeskanzler Gerhard Schröder und Brandenburgs Ministerpräsidenten Manfred Stolpe vollzogen. Jürgen Trittin kam am 20. August ein zweites Mal nach Lauchhammer zur feierlichen Einweihung des Werkes. Vestas hatte 65 Millionen Euro in den Standort investiert. Nach nur 13 Monaten war die Baumaßnahme für Klaus Burmeister beendet. Er übergab den Schlüssel für das Werk an Frank Weise, der es von nun an bis 2015 leitete.

Bis Jahresende verließen die ersten 221 Rotorblätter die Produktion und 377 Mitarbeiter waren fest eingestellt. Im Jahr 2003 nahmen die ersten 15 Auszubildenden eine

Facharbeiterlehre bei Vestas auf. Zunächst stellte Vestas die 39 Meter langen Rotorblätter für die V80 her. Parallel dazu startete 2004 der Umbau auf vier Fertigungslinien für die 44 Meter langen Rotorblätter der V90. Dabei wurde erstmals Carbon verarbeitet und für die Fertigung der Carbonflanken die Abteilung Shimoda eingerichtet. Die vollautomatische Lackierhalle ging 2008 in Betrieb.

Im Jahr 2010 begann die Umstellung der Produktion für die Anlagen der neuen 3 MW Plattform. Um die nunmehr 55 Meter langen Blätter für die V112 herstellen zu können, war ein kompletter Umbau des gesamten Werkes notwendig. Die Produktionshalle 1 wurde vollständig

Anlage 3

28. August 2008: Besuch von Bundesaußenminister Frank-Walter Steinmeier im Werk

2010/2011: Komplettumbau des Werkes für die Produktion der V112

entkernt und die unterirdischen Leitungen für Heizung und Prozessluft erneuert. Entlang der Formschalen wurde ein Gantry-System errichtet, das die Gelcoat-Apparatur, die Werkzeuge zum Auslegen der Prepregs und die Leimmaschine aufnehmen kann. »Das war eine enorme Arbeitserleichterung«, findet Bernd Winkler. »Bis zu den V90-Blättern war in der Schale vieles Handarbeit und sehr anstrengend.« Der Bereich Rootspar bekam eine eigene Halle. Im Finish konnte die Staubbelastung durch den Bau der Grobschleifkabine drastisch gesenkt werden. Diese Umbaumaßnahmen optimierten nicht nur den Produktionsprozess, sondern verbesserten auch die Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter enorm.

Als 2011 die Produktion für die 55-Meter-Blätter anlief, war Lauchhammer die modernste Rotorblattfabrik im Vestas-Konzern. Mehr als zehn Prozent der Mitarbeiter besuchen regelmäßig die Schwesterwerke in Dänemark, Spanien, Italien, Indien, China und den USA, um Produktumstellungen zu begleiten und Prozessverbesserungen zu unterstützen. Dabei findet ein intensiver Informations- und Erfahrungsaustausch sowie Technologietransfer statt. Das interkulturelle Arbeitsumfeld und der Kontakt mit den Kollegen in aller Welt wirken auch inspirierend auf den Standort Lauchhammer.

Seit 2015 werden hier auch die Blätter für die V117 hergestellt. Die dafür nötigen Prozessänderungen waren jedoch lange nicht so gravierend wie bei der Umstellung auf die V112. Die 57-Meter-Blätter erhalten einen größeren und zwei Meter längeren Blattanschluss, werden ansonsten in der gleichen Form im selben Verfahren hergestellt.

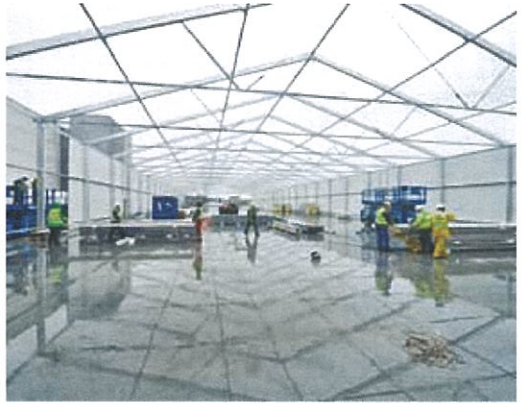
Einschneidender wird hingegen der Wechsel zur neuen Technologie bei den 67-Meter-Blättern der V136 sein. Die Umbauarbeiten begannen im März 2017 mit der Demontage von zwei V112-Formen und dem Bau einer temporären Halle für den Zuschnitt und die Carbon-Pultrusion. Anfang April wurde ein erstes 67-Meter-Rotorblatt aus Dänemark nach Lauchhammer gebracht, um die Schleif- und Lackierroboter einzurichten sowie die logistischen Prozesse zu testen. Am 7. April wurde die erste V136-Form geliefert. Bis Mitte des Jahres soll die Produktion des neuen Blattes starten.

Für die Einführung der neuen Fertigungstechnologie wurde extra ein V136 Launch Team von erfahrenen Kollegen gebildet. Bernd Winkler ist dann nicht mehr dabei. Nachdem er zwölf Jahre den Bereich Schale leitete und zuletzt drei Jahre als Assistent der Produktionsleitung fungierte, verabschiedete er sich Ende März in den Vorruhestand. In diesen 15 Jahren trug er seinen Teil dazu bei, dass sich das Werk zu einem der wichtigsten Industriebetriebe der Lausitz und zu einer tragenden Säule im Vestas-Konzern entwickelte. Nun beginnt mit der V136 ein neuer Zeitabschnitt in Lauchhammer.

Anlage 3

Das Werk wurde mit jeder Umstellung auf einen neuen Anlagentyp erweitert. Zuletzt wurde die temporäre Halle für Zuschnitt und Carbon-Pultrusion für die V136 errichtet.

Anlage 3

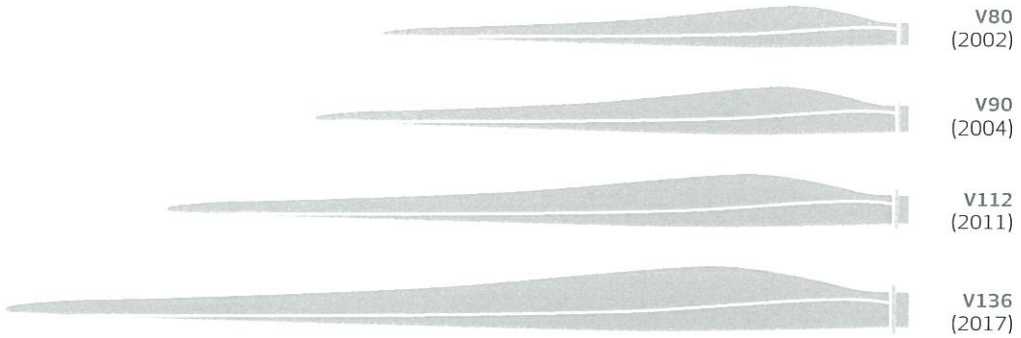


März 2017: Neben Halle 1 beginnt der Bau einer temporären Halle für Zuschnitt und Carbon-Pultrusion für die Blätter der V136.

28. März 2017: Ein Prototypenblatt für die V136 wird aus Dänemark geliefert, um die Roboter einzurichten und die logistischen Abläufe im Werk zu erproben.

Anlage 3

Hightech – effiziente Rotorblätter



Der Rotor einer Windenergieanlage wandelt die kinetische Energie der Luftströmung in mechanische Energie. Längere Rotorblätter steigern die Leistung. Doch mit dem Rotordurchmesser wachsen auch die Lasten, die auf das Rotorblatt und den Triebstrang einwirken. Die Kunst des Rotorblattdesigns besteht darin, dem Rotorblatt die optimale Form zu geben, um den maximalen Ertrag aus dem Luftstrom zu erzielen und dabei durch eine intelligente Struktur und den Einsatz hochwertiger Materialien die Belastung der Anlage so weit wie möglich zu reduzieren.

Die Blattentwickler bei Vestas verfolgen dabei die Philosophie, dass Rotorblätter leicht, flexibel, aerodynamisch und langlebig sein müssen. Sie haben frühzeitig erkannt, dass man nur mit dem Einsatz von hochwertigen und leichten Materialien erstklassige Rotorblätter herstellen kann.

Moderne Rotorblätter bestehen vor allem aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und Carbonfasern. Das Grundkonzept der bisher in Lauchhammer gefertigten Rotorblätter für die Windenergieanlagen V80, V90, V112 und V117 besteht darin, dass relativ dünne Blattschalen dem Blatt die aerodynamische Form geben. Die Kräfte werden vom Tragbalken, der zwischen den Schalen verklebt ist, aufgenommen und an die Rotornabe abgeleitet.

Die Blattschalen werden überwiegend aus harzgetränkten Glasfasermatten hergestellt, den sogenannten Prepregs. Der Vorteil der vorimprägnierten Glasfasermatten ist die optimale Dosierung des Harzes und die damit verbundene Minimierung des Blattgewichts. Sie gewährleisten zudem eine optimale Fasergeradlinigkeit. Sandwich-Lagen aus Hartschaum, die in den Glasfaserverbund integriert werden, verbessern die Stabilität der Schalen.

Beim Rotorblatttyp V80 mit 39 Metern Länge, mit dem im Jahr 2002 in Lauchhammer die Produktion begann, wurden die dünnen Rotorblattschalen noch durch einen Tragbalken aus GFK stabilisiert. Das änderte sich aber schon im Jahr 2004 bei der Umstellung auf die V90 mit 44 Metern Rotorblattlänge. Die Blattschalen wurden zwar weiterhin aus Glasfasern hergestellt, doch der Tragbalken bestand erstmals überwiegend aus Carbonfasern.

Vestas verarbeitet Carbonfasern von der Rolle in einer eigenen Shimoda-Anlage zu Carbonflanken. Die Herausforderung besteht darin, das Carbon in eine Epoxyd-Matrix einzubetten, die keine Luft- oder Fremdkörpereinschlüsse zulässt. Denn diese Einschlüsse stellen Schwachstellen dar, die unter Belastung zu signifikanten Schäden führen könnten.

Um die Beanspruchung der Blattstruktur permanent zu überwachen, werden die Rotorblätter mit Lastsensoren ausgestattet, die Einfluss auf die Pitchregelung haben. Im Zusammenspiel von sehr flexiblen Rotorblättern mit einer schnell reagierenden hydraulischen Pitchregelung sowie der drehzahlvariablen Fahrweise der Maschine können Lastspitzen in Windböen deutlich reduziert werden. Nicht nur der Rotor, auch die gesamte Anlage kann dadurch leichter und kostengünstiger hergestellt werden.

Im Jahr 2011 erfolgte die Umstellung auf die V112 mit 55 Meter langen Rotorblättern. Die Erfahrungen, die man mit der V90 bis dahin gewonnen hatte, wurden im V112-Konzept noch einmal deutlich verfeinert und optimiert.

Anlage 3

Bei der Fertigung der Balken setzt Vestas seit 2004 Carbonfasern ein. Ingo Pitschula, Ines Leisner-Musche und Enrico Künanz fertigen einen Midrootspar an der Wickelmaschine.

Nach dem Aushärten scannt Kerstin Müller mittels Ultraschall den Midrootspar auf Luft- und Fremdkörpereinschlüsse. Die Erfahrung bei der Verarbeitung von Carbon wird auch in die neue Technologie für die V136 einfließen.

Lutz Fritzsch
Specialist Advanced Product Quality Planning (APQP)

»Als Tischler habe ich millimetergenaues Arbeiten und das Verstehen von technischen Zeichnungen gelernt. Das half mir bei der Arbeit am Rotorblatt, als ich im März 2002 bei Vestas als Operator in der Schale angefangen habe, und auch später als Schichtleiter.

Eine Ausbildung in England und Australien machte mich 2006 mit der Infusionstechnik vertraut. Ein Jahr später wurde ich Senior Process Instructor und habe als Trainer und Supervisor die Kollegen in den Rotorblattwerken in China, Spanien und den USA eingearbeitet.

Von 2008 bis 2015 arbeitete ich als Project Coordinator, zunächst für Prozessentwicklung, Test und Einführung neuer Materialien und untersuchte weltweit Rotorblattschäden. Als die V112 eingeführt wurde, leitete ich die erforderlichen Produkt- und Prozessänderungen in unserem Werk ein. Seit zwei Jahren unterstütze ich als Spezialist für APQP die Entwicklung für das Blatt der V136. Ich war bei den ersten Tests in England dabei und auch bei der Fertigung der Prototypen in Dänemark. Auch wenn die Hybridbauweise für mich nicht völlig neu ist, weil wir schon Prototypenblätter für die V110 nach diesem Verfahren gefertigt haben, ist das neue Blatt eine Herausforderung in Bezug auf Prozess und Qualität.«

Anlage 3

Produktion – zukunftsfähige Arbeitsplätze

In Deutschland sind mittlerweile über 140.000 Menschen in der Windenergiebranche beschäftigt, davon 2.400 bei Vestas. Ein Großteil davon ist am Standort Lauchhammer tätig, denn die Herstellung der Rotorblätter ist nicht so leicht mechanisierbar und daher nach wie vor mitarbeiterintensiv.

Die Produktion in Lauchhammer begann 2002 auf vier Fertigungslinien, d. h. an vier Formen für die Blätter der V80. Zunächst wurde nur in der Tagschicht gearbeitet, nach ein paar Monaten dann im Schichtsystem. Auch mit den Umbauten des Werkes auf die V90 und die V112/117 blieb es bei vier Fertigungslinien im Werk.

Der Produktionsprozess läuft im Wesentlichen für alle Blätter von der V90 bis zur V117 ähnlich ab. Im Bereich Front End wird der tragende Balken gefertigt, der seit der V90 zum größten Teil aus Carbon besteht. Die Carbonflanken für den Balken werden im Werk selbst, im Bereich Shimoda, hergestellt. Um den Balken schneller zu produzieren, wird er in fünf Teilen an separaten Maschinen parallel gefertigt. Der Rootspar bildet die Blattwurzel, in der die Gewindedorne für die Verbindung zur Nabe eingearbeitet sind. Die Faserlagen von Mainspar, Midrootspar, Midtipspar und Tipspar werden einzeln im Wickelverfahren auf Aluminiumdornen aufgebaut und thermisch unter Vakuum ausgehärtet. Die fertigen Segmente des Balkens werden anschließend auf dem Main-Dorn zusammengefügt.

Während im Bereich Front End in hohem Maß Maschinen zum Einsatz kommen, ist der Bereich Back End, wie die Fertigung der Schale genannt wird, sehr arbeitskräfteintensiv. Zunächst werden in den Formen für die windseitige und leeseitige Blatthälfte die beiden Halbschalen hergestellt, die dem Rotorblatt die äußere Gestalt geben. Im ersten Schritt wird die Form mit Gelcoat beschichtet, einem Kunststoff, der am Ende des Prozesses die äußere Oberfläche des Blattes bildet. Nach dem Anhärten des Gelcoats werden die mit Harz getränkten Glasfasermatten Schicht für Schicht in die Form eingelegt und auch das Sandwich-Material für die Stabilisierung der Schale. Anschließend werden mit einem Vakuumverfahren die letzten Luftblasen aus dem Gelege herausgesaugt, damit sich das Harz flächig und lückenlos ausbreitet. Danach werden die Schalen unter Temperatureinwirkung ausgehärtet.

Der nächste Fertigungsschritt vereinigt Balken und Blattschalen. Mit großer Präzision wird der Balken in der windseitigen Schalenhälfte verklebt. Ist dieser Fertigungsschritt beendet, werden die beiden riesigen, über 55 Meter langen Formen mit einer hydraulischen Vorrichtung zusammengeklappt und die Halbschalen sowie der Balken miteinander verklebt. Unter Temperatureinfluss härten die Klebeverbindungen in der geschlossenen Form einige Stunden aus.

Das Rotorblatt hat nun seine fertige Gestalt und wird nach der Kontrolle der Klebeverbindungen aus Halle 1 in die Schleifhalle des Bereichs Finish gebracht. Das Schleifen der Klebekanten erfolgt seit 2010 in der Grobschleifkabine. Bei diesem sehr staubintensiven Arbeitsschritt werden die Arbeiter mit Motormasken vor dem Schleifstaub geschützt. Die Luft in der Kammer wird permanent abgesaugt und gereinigt. Anschließend werden die Maßhaltigkeit der Blätter geprüft, die Blitzschutzrezeptoren in die Blattfläche eingesetzt und die Anströmkanten mit einem speziellen Überzug vor Erosion geschützt.

Die Blätter werden über den Hof in die 2008 eingerichtete Lackierhalle gezogen. Zur Vorbereitung der Beschichtung durchfährt das Blatt den Schleifroboter. Die gesamte Ober-

Übersicht aller WKA TYP VESTAS V136

Laut VESTAS Herstellerinformation "WINDSTARK" erfolgt die Rotorblattfertigung mit Carbonfasern

Im Brandfall werden "fiese Fasern" freigesetzt!

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Baden-Württemberg	74426	Bühlerzell	Geifertshofen	In Betrieb	3.600	27.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74426	Bühlerzell	Geifertshofen	In Betrieb	3.600	29.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	73479	Ellwangen	Pfahlheim	In Betrieb	3.600	15.09.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt XXXIII KG
Baden-Württemberg	73479	Ellwangen	Pfahlheim	In Betrieb	3.600	30.09.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt XXXIII KG
Baden-Württemberg	73479	Ellwangen	Pfahlheim	In Betrieb	3.600	25.09.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt XXXIII KG
Baden-Württemberg	73479	Ellwangen	Pfahlheim	In Betrieb	3.600	08.09.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt XXXIII KG
Baden-Württemberg	73479	Ellwangen	Pfahlheim	In Betrieb	3.600	25.09.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt XXXIII KG
Baden-Württemberg	78132	Hornberg	Reichenbach	In Planung	4.200		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windkraft Schonach GmbH
Baden-Württemberg	78730	Lauterbach	Lauterbach	In Planung	4.200		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V-136	Windkraft Schonach GmbH
Baden-Württemberg	74535	Mainhardt	Bubenorbis	In Betrieb	3.600	22.11.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt L Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74535	Mainhardt	Bubenorbis	In Betrieb	3.600	18.11.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt L Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74535	Mainhardt	Bubenorbis	In Betrieb	3.600	18.11.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt L Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	28.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	23.01.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	13.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	13.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	06.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	04.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	23.11.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	74423	Obersontheim	Mittelfischach	In Betrieb	3.600	28.11.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt LXXIX Kommanditgesellschaft
Baden-Württemberg	78144	Schramberg	Tennebronn	In Planung	4.200		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V-136	Windkraft Schonach GmbH
Baden-Württemberg	73485	Unterschneidheim	Zöbingen	In Betrieb	3.600	30.09.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Uhl Windkraft GmbH & Co. Objekt XXXIII KG
Brandenburg	1983	Großräschen	Woschkow	In Planung	3.450		132	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 - 3,45	envia THERM GmbH
Brandenburg	1983	Großräschen	Woschkow	In Planung	3.450		132	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 - 3,45	envia THERM GmbH
Brandenburg	3222	Lübbenau	Bischdorf	In Planung	3.450		132	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Repartner Wind GmbH
Brandenburg	3222	Lübbenau	Kittlitz	In Betrieb	3.450	18.10.2019	132	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 3,45MW NH132m	WKN Windpark Kittlitz III GmbH & Co. KG
Brandenburg	3238	Massen	Lieskau	In Betrieb	3.450	25.07.2017	151	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 3.45MW	UGE Lieskau Drei GmbH & Co KG Umweltgerechte Energie
Brandenburg	14913	Schlenzer	Schlenzer	In Planung	3.600		166	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3	Windpark Schlenzer Fläming GmbH & Co. KG
Brandenburg	17337	Uckerland	Lübbenow	In Betrieb	3.450	28.12.2017	132	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Lübbenow 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	17337	Uckerland	Gemarkung Lübbenow	In Betrieb	3.600	06.09.2019	132	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Lübbenow 4 GmbH & Co. KG
Hessen	64720	Michelstadt	Würzberg	In Betrieb	3.450	10.10.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	whs Enertec GmbH & Co. Windpark Felgenwald KG
Hessen	64720	Michelstadt	Würzberg	In Betrieb	3.450	28.09.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	whs Enertec GmbH & Co. Windpark Felgenwald KG
Mecklenburg-Vorpommern	19395	Barkow	Schlemmin	In Betrieb	3.600	22.12.2018	134	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3.6MW	UGE Kritzow GmbH & Co. KG Umweltgerechte Energie
Niedersachsen	31860	Emmerthal	Kirchohsen	In Betrieb	3.450	24.09.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,45MW	Windpark Emmerthal WEA 01 Betriebs-GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP VESTAS V136

Laut VESTAS Herstellerinformation "WINDSTARK" erfolgt die Rotorblattfertigung mit Carbonfasern

Im Brandfall werden "fiese Fasern" freigesetzt!

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Niedersachsen	31860	Emmerthal	Kirchohsen	In Betrieb	3.450	07.09.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,45MW	Windpark Emmerthal WEA 03 Betriebs-GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31860	Emmerthal	Grohnde	In Betrieb	3.450	26.10.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,45MW	Windpark Emmerthal WEA 04 Betriebs-GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31860	Emmerthal	Grohnde	In Betrieb	3.450	09.11.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,45MW	Windpark Emmerthal WEA 05 Betriebs-GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31860	Emmerthal		In Betrieb	3.450	24.10.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,45MW	Windpark Emmerthal WEA 06 Betriebs-GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31860	Emmerthal	Grohnde	In Betrieb	3.450	23.10.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,45MW	Windpark Emmerthal WEA 07 Betriebs-GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31860	Emmerthal	Grohnde	In Betrieb	3.450	27.09.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,45MW	Windpark Emmerthal WEA 08 Betriebs-GmbH & Co. KG
Niedersachsen	38239	Salzgitter	Watenstedt	In Planung	4.200		169	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 4.2MW	Salzgitter AG
Niedersachsen	38239	Salzgitter	Watenstedt	In Planung	4.200		169	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 4.2MW	Salzgitter AG
Niedersachsen	38239	Salzgitter	Watenstedt	In Planung	4.200		169	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 4.2MW	Salzgitter AG
Nordrhein-Westfalen	41836	Hückelhoven	Doveren	In Planung	4.200		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	MLK Consulting GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	41836	Hückelhoven	Doveren	In Planung	3.450		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3.45	Houverather Windenergieanlage Nr. 1 GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	66885	Altenglan	Altenglan	In Planung	3.450		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Bedesbach GmbH & Co.KG
Rheinland-Pfalz	66885	Bedesbach	Bedesbach	In Planung	3.450		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Bedesbach GmbH & Co.KG
Rheinland-Pfalz	54619	Großkampenberg	Großkampenberg	In Betrieb	3.600	01.02.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Blue Pearl II GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	54619	Großkampenberg	Arzfeld	In Betrieb	3.600	21.02.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Blue Pearl II GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	54619	Großkampenberg	Großkampenberg	In Betrieb	3.600	23.02.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Blue Pearl II GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	67365	Schwegenheim	Schwegenheim	In Betrieb	3.450	27.06.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Schwegenheim II GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	67365	Schwegenheim	Schwegenheim	In Betrieb	3.450	02.07.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Schwegenheim II GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	67365	Schwegenheim	Schwegenheim	In Betrieb	3.450	27.06.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Schwegenheim II GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	67365	Schwegenheim	Schwegenheim	In Betrieb	3.450	24.06.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Schwegenheim II GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	55758	Sien	Sien	In Betrieb	3.600	02.02.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	BayWa r.e. Wind GmbH
Rheinland-Pfalz	55758	Sien	Sien	In Betrieb	3.600	31.12.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	BayWa r.e. Wind GmbH
Saarland	66629	Freisen	Freisen	In Planung	3.450		166	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	juwi AG
Saarland	66629	Freisen	Freisen	In Planung	3.450		166	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	juwi AG
Sachsen-Anhalt	6449	Aschersleben	Drohndorf	In Planung	3.500		132	136	VENSYS Energy AG	V136	Buran GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6388	Gröbzig	Wörbzig	In Betrieb	3.600	05.07.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,6MW NH149m	WEB Windpark Wörbzig GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6388	Gröbzig	Wörbzig	In Betrieb	3.600	05.07.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,6MW NH149m	WEB Windpark Wörbzig GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6388	Gröbzig	Wörbzig	In Betrieb	3.600	05.07.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,6MW NH149m	WEB Windpark Wörbzig GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6388	Gröbzig	Wörbzig	In Betrieb	3.600	05.07.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,6MW NH149m	WEB Windpark Wörbzig GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6388	Gröbzig	Wörbzig	In Betrieb	3.600	05.07.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,6MW NH149m	WEB Windpark Wörbzig GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6388	Gröbzig	Wörbzig	In Betrieb	3.600	05.07.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3,6MW NH149m	WEB Windpark Wörbzig GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	39624	Kalbe	Jeetze	In Planung	3.600		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Jeetze II GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	39624	Kalbe	Jeetze	In Planung	3.600		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Jeetze II GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	39624	Kalbe	Jeetze	In Planung	3.600		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Jeetze II GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	39624	Kalbe	Jeetze	In Planung	3.600		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	wpd Windpark Nr. 1001 GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	39624	Kalbe	Jeetze	In Planung	3.600		132	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Jeetze II GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	39624	Kalbe	Jeetze	In Planung	3.600		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Jeetze II GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6686	Lützen	Großgörschen	In Planung	3.450		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 3.45 MW	Windpark Lützen GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6686	Lützen	Großgörschen	In Planung	3.450		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 3.45 MW	Windpark Lützen GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP VESTAS V136

Laut VESTAS Herstellerinformation "WINDSTARK" erfolgt die Rotorblattfertigung mit Carbonfasern

Im Brandfall werden "fiese Fasern" freigesetzt!

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Sachsen-Anhalt	6317	Seegebiet Mansfelde	Teutschenthal	In Betrieb	3.600	19.12.2018	166	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Wansleben Repowering GmbH & Co. KG
Sachsen-Anhalt	6317	Seegebiet Mansfelde	Teutschenthal	In Betrieb	3.600	28.12.2018	166	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windpark Wansleben Repowering GmbH & Co. KG
Schleswig-Holstein	24644	Loop	Loop	In Planung	4.200		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136 4.2MW	7. Projektgesellschaft Heeck UG (haftungsbeschränkt)
Schleswig-Holstein	25588	Oldendorf	Oldendorf	In Planung	4.200		112	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	PROKON Windpark Oldendorf GmbH & Co.KG
Thüringen	4626	Drogen	Drogen	In Betrieb	3.600	29.08.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	juwi Wind Germany 187 GmbH & Co. KG
Thüringen	4626	Drogen	Drogen	In Betrieb	3.600	04.09.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	juwi Wind Germany 187 GmbH & Co. KG
Thüringen	99817	Eisenach	Neukirchen	In Planung	3.450		149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	BOREAS Energie GmbH
Thüringen	99817	Eisenach	Neukirchen	In Betrieb	3.450	29.06.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windkraft Neukirchen 16 GmbH & Co.KG
Thüringen	99817	Eisenach	Neukirchen	In Betrieb	3.450	28.06.2018	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windkraft Neukirchen GmbH & Co. KG
Thüringen	7407	Remda-Teichel	Treppendorf	In Planung	3.450		166	136	Vestas Deutschland GmbH	V136-3.45MW GS	Sabowind
Thüringen	4626	Schmölln	Steinsdorf	In Betrieb	3.600	19.09.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	juwi Wind Germany 187 GmbH & Co. KG
Thüringen	4626	Schmölln	Steinsdorf	In Betrieb	3.600	13.09.2019	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	juwi Wind Germany 187 GmbH & Co. KG
Thüringen	99610	Sprötau	Sprötau	In Betrieb	3.450	07.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windkraft Vogelsberg GmbH & Co. KG
Thüringen	99610	Sprötau	Sprötau	In Betrieb	3.450	24.12.2017	149	136	Vestas Deutschland GmbH	V136	Windkraft Vogelsberg GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	30.05.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	GREE Ochsenberg GmbH & Co. KG
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	24.05.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	GREE Ochsenberg GmbH & Co. KG
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	26.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	10.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	09.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	21.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	23.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	23.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	08.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	73432	Aalen	Ebnat	In Betrieb	2.400	25.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	97896	Freudenberg	Boxtal	In Betrieb	2.400	23.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N 177/2400	MVV Windpark Freudenberg GmbH
Baden-Württemberg	97896	Freudenberg	Boxtal	In Betrieb	2.400	15.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	MVV Windpark Freudenberg GmbH
Baden-Württemberg	97896	Freudenberg	Boxtal	In Betrieb	2.400	20.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	MVV Windpark Freudenberg GmbH
Baden-Württemberg	97896	Freudenberg	Rauenberg	In Betrieb	2.400	08.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	MVV Windpark Freudenberg GmbH
Baden-Württemberg	97896	Freudenberg	Rauenberg	In Betrieb	2.400	29.08.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	MVV Windpark Freudenberg GmbH
Baden-Württemberg	97896	Freudenberg	Rauenberg	In Betrieb	2.400	31.08.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	MVV Windpark Freudenberg GmbH
Baden-Württemberg	97896	Freudenberg	Freudenberg	In Betrieb	2.400	29.08.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	MVV Windpark Freudenberg GmbH
Baden-Württemberg	89520	Heidenheim	Großkuchen	In Betrieb	2.400	29.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	89520	Heidenheim	Heidenheim-Nietheim	In Betrieb	2.400	27.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	89520	Heidenheim	Großkuchen	In Betrieb	2.400	14.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	89520	Heidenheim	Heidenheim-Nietheim	In Betrieb	2.400	23.06.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Ochsenberg GmbH
Baden-Württemberg	78126	Königsfeld	Buchenberg	In Betrieb	2.400	17.08.2017	120	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400kW	dge wind Brogen
Baden-Württemberg	97900	Külsheim	Külsheim	In Betrieb	2.400	21.04.2016	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Külsheim GmbH & Co. KG
Baden-Württemberg	97900	Külsheim	Külsheim	In Betrieb	2.400	31.03.2016	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Külsheim GmbH & Co. KG
Baden-Württemberg	97900	Külsheim	Külsheim	In Betrieb	2.400	29.03.2016	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Külsheim GmbH & Co. KG
Baden-Württemberg	97900	Külsheim	Eiersheim	In Betrieb	2.400	20.03.2016	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Külsheim GmbH & Co. KG
Baden-Württemberg	97900	Külsheim	Külsheim	In Betrieb	2.400	22.03.2016	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Külsheim GmbH & Co. KG
Baden-Württemberg	78144	Schramberg	Tennenbronn	In Betrieb	2.400	07.07.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400kW	dge wind Brogen
Bayern	86551	Aichach	Klingen	In Betrieb	2.400	21.04.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117/2400/PH 141	Windkraft Blumenthal GmbH & Co. KG
Bayern	86551	Aichach	Klingen	In Betrieb	2.400	27.04.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400/PH141	Windkraft Blumenthal GmbH & Co. KG
Bayern	86551	Aichach	Gallenbach	In Betrieb	2.400	20.04.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117/2400/PH 141	Windkraft Blumenthal GmbH & Co. KG
Bayern	91236	Alfeld	Pollanden	In Betrieb	2.400	13.04.2016	141	117	Nordex SE	N117	Bürgerwindrad Alfeld GmbH & Co. KG
Bayern	97237	Altertheim	Unteraltertheim	In Betrieb	2.400	10.11.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Altertheim GmbH & Co. KG
Bayern	97237	Altertheim	Unteraltertheim	In Betrieb	2.400	18.11.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Altertheim GmbH & Co. KG
Bayern	97237	Altertheim	Unteraltertheim	In Betrieb	2.400	24.11.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Altertheim GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Bayern	91522	Ansbach	Bernhardswinden	In Betrieb	2.400	01.10.2014	120	117	Nordex SE	N-117	Bürgerwindpark Hohenlohe - Bernhardswinden II - GmbH & Co. KG
Bayern	91522	Ansbach	Bernhardswinden	In Betrieb	2.400	02.10.2014	120	117	Nordex Energy GmbH	N117	Bürgerwindpark Bernhardswinden GmbH & Co. KG
Bayern	95659	Arzberg		In Betrieb	2.400	27.08.2015	140	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	VentusVentures 01
Bayern	95659	Arzberg		In Betrieb	2.400	27.08.2015	140	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	VentusVentures 01
Bayern	95659	Arzberg	Arzberger Forst	In Betrieb	2.400	08.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	ZukunftsEnergie Fichtelgebirge GmbH
Bayern	95659	Arzberg	Arzberger Forst	In Betrieb	2.400	15.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	ZukunftsEnergie Fichtelgebirge GmbH
Bayern	95659	Arzberg	Arzberger Forst	In Betrieb	2.400	22.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	ZukunftsEnergie Fichtelgebirge GmbH
Bayern	91282	Betzenstein	Weidensees	In Betrieb	2.400	18.05.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117	Windkraft Betzenstein-Hüll UG (haftungsbeschränkt) & Co. KG
Bayern	91282	Betzenstein	Weidensees	In Betrieb	2.400	18.05.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117	Windkraft Betzenstein-Hüll UG (haftungsbeschränkt) & Co. KG
Bayern	91790	Burgsalach	Burgsalach	In Betrieb	2.400	29.10.2015	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windenergie Burgsalach GmbH
Bayern	91790	Burgsalach	Burgsalach	In Betrieb	2.400	29.10.2015	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windenergie Burgsalach GmbH
Bayern	95473	Creußen	Neuhof/Creußen	In Betrieb	2.400	19.05.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Creußen
Bayern	95473	Creußen	Neuhof/Creußen	In Betrieb	2.400	26.04.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Creußen
Bayern	95473	Creußen	Neuhof/Creußen	In Betrieb	2.400	18.04.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Creußen
Bayern	95473	Creußen	Kodlitz/Speichersdorf	In Betrieb	2.400	06.04.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Creußen
Bayern	95473	Creußen	Neuhof/Creußen	In Betrieb	2.400	01.06.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Creußen
Bayern	95473	Creußen	Neuhof/Creußen	In Betrieb	2.400	31.05.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Creußen
Bayern	86453	Dasing	Rieden	In Betrieb	2.400	29.03.2016	141	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117/2400/PH 141	Windkraft Dasing GmbH & Co. KG
Bayern	85095	Denkendorf	Denkendorf	In Betrieb	2.400	19.12.2013	141	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	WP Denkendorf GmbH & Co. KG
Bayern	85095	Denkendorf	Denkendorf	In Betrieb	2.400	30.12.2013	141	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	WP Denkendorf GmbH & Co. KG
Bayern	91599	Dentlein		In Betrieb	2.400	09.09.2014	141	117	Nordex SE	N 117	Markus Deffner Energieerzeugungs GmbH & Co KG
Bayern	92345	Dietfurt	Mallerstetten	In Betrieb	2.400	01.06.2016	141	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Stadtwerke Neumarkt i.d. OPf. Energie GmbH
Bayern	92345	Dietfurt	Mallerstetten	In Betrieb	2.400	01.06.2016	141	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Stadtwerke Neumarkt i.d. OPf. Energie GmbH
Bayern	63928	Eichenbühl	Heppdiel	In Betrieb	2.400	04.11.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Bayerischer Odenwald GmbH & Co. KG
Bayern	63928	Eichenbühl	Heppdiel	In Betrieb	2.400	19.10.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Bayerischer Odenwald GmbH & Co. KG
Bayern	63928	Eichenbühl	Heppdiel	In Betrieb	2.400	23.10.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Bayerischer Odenwald GmbH & Co. KG
Bayern	63928	Eichenbühl	Windischbuchen	In Betrieb	2.400	16.10.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Bayerischer Odenwald GmbH & Co. KG
Bayern	63928	Eichenbühl	Windischbuchen	In Betrieb	2.400	29.10.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	Green City Energy Windpark Bayerischer Odenwald GmbH & Co. KG
Bayern	85253	Erdweg	Welshofen	In Planung	2.400		141	117	Nordex Energy GmbH	N-117 2.4 MW	Bürgerwindenergie Erdweg
Bayern	95482	Gefrees	Witzelshofen	In Betrieb	2.400	03.06.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	Lacuna Windpark Bucheck GmbH & Co KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Bayern	95482	Gefrees	Wundenbach	In Betrieb	2.400	05.06.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	Lacuna Windpark Bucheck GmbH & Co KG
Bayern	95482	Gefrees	Wundenbach	In Betrieb	2.400	05.06.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	Lacuna Windpark Bucheck GmbH & Co KG
Bayern	96274	Itzgrund	Welsberg	In Betrieb	2.400	06.04.2017	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	EWI Bürgerwald GmbH & Co. KG
Bayern	96274	Itzgrund	Welsberg	In Betrieb	2.400	29.03.2017	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	EWI Bürgerwald GmbH & Co. KG
Bayern	96274	Itzgrund	Welsberg	In Betrieb	2.400	07.03.2017	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	EWI Bürgerwald GmbH & Co. KG
Bayern	96274	Itzgrund	Welsberg	In Betrieb	2.400	12.04.2017	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	EWI Bürgerwald GmbH & Co. KG
Bayern	91281	Kirchenthumbach	Neuzirkendorf	In Betrieb	2.400	08.03.2016	141	117	Nordex SE	N117/2400	Windenergie Freudenberg
Bayern	91281	Kirchenthumbach	Neuzirkendorf	In Betrieb	2.400	08.03.2016	141	117	Nordex SE	N117/2400	Windenergie Neuzirkendorf
Bayern	92281	Königstein	Namsreuth	In Betrieb	2.400	20.03.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N-117/2400	Bürgerwindenergie Königstein
Bayern	92281	Königstein	Kürmreuth	In Betrieb	2.400	18.03.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N-117/2400	Bürgerwindenergie Königstein
Bayern	95176	Konradsreuth	Markersreuth	In Betrieb	2.400	02.07.2015	116.8	82	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95176	Konradsreuth	Markersreuth	In Betrieb	2.400	24.06.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95176	Konradsreuth	Markersreuth	In Betrieb	2.400	06.07.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95176	Konradsreuth	Silberbach, Gemeinde Kor	In Betrieb	2.400	24.07.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95176	Konradsreuth	Silberbach, Gemeinde Kor	In Betrieb	2.400	16.07.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95176	Konradsreuth	Silberbach, Gemeinde Kor	In Betrieb	2.400	16.07.2015	140.6		Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95176	Konradsreuth	Gottfriedsreuth	In Betrieb	2.400	23.06.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95176	Konradsreuth	Gottfriedsreuth	In Betrieb	2.400	15.06.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Lacuna Windpark Hohenzellig GmbH & Co KG
Bayern	95326	Kulmbach	Kirchleus	In Betrieb	2.400	19.01.2017	140	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Schimmendorf GmbH & Co. KG
Bayern	95326	Kulmbach	Oberdornlach	In Betrieb	2.400	18.01.2017	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Schimmendorf GmbH & Co. KG
Bayern	97274	Leinach	Oberleinach	In Betrieb	2.400	15.03.2017	120	117	Nordex Energy GmbH	N-117 2.4 MW	NEW Windpark Leinach
Bayern	97274	Leinach	Oberleinach	In Betrieb	2.400	15.03.2017	120	117	Nordex Energy GmbH	N-117 2.4 MW	NEW Windpark Leinach
Bayern	91586	Lichtenau	Wattenbach	In Betrieb	2.400	29.03.2018	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark WeLiMe Betreibergesellschaft UG (haftungsbeschränkt) & Co. KG
Bayern	91586	Lichtenau	Wattenbach	In Betrieb	2.400	31.03.2018	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark WeLiMe Betreibergesellschaft UG (haftungsbeschränkt) & Co. KG
Bayern	91586	Lichtenau	Wattenbach	In Betrieb	2.400	31.03.2018	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark WeLiMe Betreibergesellschaft UG (haftungsbeschränkt) & Co. KG
Bayern	96123	Litzendorf	Tiefenellern	In Betrieb	2.400	01.09.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117	Bürgerwindpark Litzendorf-Hohenellern GmbH & Co. KG
Bayern	96123	Litzendorf	Tiefenellern	In Betrieb	2.400	06.09.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117	Bürgerwindpark Litzendorf-Hohenellern GmbH & Co. KG
Bayern	96123	Litzendorf	Tiefenellern	In Betrieb	2.400	01.09.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117	Bürgerwindpark Litzendorf-Hohenellern GmbH & Co. KG
Bayern	95336	Mainleus	Schimmendorf	In Betrieb	2.400	18.01.2017	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Schimmendorf GmbH & Co. KG
Bayern	95336	Mainleus	Schimmendorf	In Betrieb	2.400	17.01.2017	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Schimmendorf GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Bayern	95336	Mainleus	Schimmendorf	In Betrieb	2.400	17.01.2017	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Schimmendorf GmbH & Co. KG
Bayern	95336	Mainleus	Schimmendorf	In Betrieb	2.400	18.01.2017	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Schimmendorf GmbH & Co. KG
Bayern	95336	Mainleus	Schimmendorf	In Betrieb	2.400	17.01.2017	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Schimmendorf GmbH & Co. KG
Bayern	97711	Maßbach	Maßbach	In Betrieb	2.400	07.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	GCE Windpark Maßbach GmbH & Co. KG
Bayern	97711	Maßbach	Volkertshausen	In Betrieb	2.400	07.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	GCE Windpark Maßbach GmbH & Co. KG
Bayern	97711	Maßbach	Volkertshausen	In Betrieb	2.400	07.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	GCE Windpark Maßbach GmbH & Co. KG
Bayern	97711	Maßbach	Volkertshausen	In Betrieb	2.400	07.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	GCE Windpark Maßbach GmbH & Co. KG
Bayern	97711	Maßbach	Volkertshausen	In Betrieb	2.400	07.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117	GCE Windpark Maßbach GmbH & Co. KG
Bayern	97702	Münnerstadt	Windheim	In Betrieb	2.400	22.10.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Windheim West GmbH & Co. KG
Bayern	97702	Münnerstadt	Burghausen	In Betrieb	2.400	22.10.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Windheim West GmbH & Co. KG
Bayern	97702	Münnerstadt	Althausen	In Betrieb	2.400	28.10.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Poppenlauer GmbH & Co. KG
Bayern	97702	Münnerstadt	Althausen	In Betrieb	2.400	03.11.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Poppenlauer GmbH & Co. KG
Bayern	97702	Münnerstadt	Poppenlauer	In Betrieb	2.400	28.10.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Poppenlauer GmbH & Co. KG
Bayern	85405	Nandlstadt	Airischwand	In Planung	2.400		141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	tetra r.e. GmbH
Bayern	92318	Neumarkt	Helena	In Betrieb	2.400	14.12.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117 / 2400	Jura-Energie WP Helena GmbH & Co. KG
Bayern	92318	Neumarkt	Helena	In Betrieb	2.400	14.12.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Jura-Energie WP Helena GmbH & Co. KG
Bayern	97720	Nüdlingen	Nüdlingen	In Betrieb	2.400	21.11.2014	140.6	116.8	Nordex SE	N117	Nüdlinger-Energie-Genossenschaft eG.
Bayern	97720	Nüdlingen	Nüdlingen	In Betrieb	2.400	21.11.2014	140.6	116.8	Nordex SE	N117	Nüdlinger-Energie-Genossenschaft eG.
Bayern	92536	Pfreimd	Pamsendorf	In Betrieb	2.400	08.09.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Pamsendorf GmbH & Co KG
Bayern	92536	Pfreimd	Pamsendorf	In Betrieb	2.400	27.09.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Pamsendorf GmbH & Co KG
Bayern	92536	Pfreimd	Pamsendorf	In Betrieb	2.400	28.09.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Pamsendorf GmbH & Co KG
Bayern	92536	Pfreimd	Pamsendorf	In Betrieb	2.400	21.09.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Pamsendorf GmbH & Co KG
Bayern	92536	Pfreimd	Pamsendorf	In Betrieb	2.400	20.09.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Pamsendorf GmbH & Co KG
Bayern	90574	Roßtal	Buchschwabach	In Betrieb	2.400	30.12.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Green City Energy Windpark Buchschwabach GmbH & Co. KG
Bayern	95197	Schauenstein	Windischengrün	In Betrieb	2.400	26.06.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Schauenstein GmbH & Co. KG
Bayern	95197	Schauenstein	Windischengrün	In Betrieb	2.400	24.06.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Schauenstein GmbH & Co. KG
Bayern	95197	Schauenstein	Windischengrün	In Betrieb	2.400	17.06.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Schauenstein GmbH & Co. KG
Bayern	95197	Schauenstein	Weidesgrün	In Betrieb	2.400	02.07.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Schauenstein GmbH & Co. KG
Bayern	97523	Schwanfeld	Schwanfeld	In Betrieb	2.400	24.10.2013	140.6	116.8	Nordex SE	N117	SWS Windpark Schwanfeld GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Bayern	97523	Schwanfeld	Schwanfeld	In Betrieb	2.400	22.11.2013	140.6	116.8	Nordex SE	N117	SWS Windpark Schwanfeld GmbH & Co. KG
Bayern	97523	Schwanfeld	Schwanfeld	In Betrieb	2.400	30.11.2013	140.6	116.8	Nordex SE	N117	SWS Windpark Schwanfeld GmbH & Co. KG
Bayern	97523	Schwanfeld	Schwanfeld	In Betrieb	2.400	18.11.2013	140.6	116.8	Nordex SE	N117	SWS Windpark Schwanfeld GmbH & Co. KG
Bayern	97523	Schwanfeld	Schwanfeld	In Betrieb	2.400	04.11.2013	140.6	116.8	Nordex SE	N117	SWS Windpark Schwanfeld GmbH & Co. KG
Bayern	86577	Sielenbach	Sielenbach	In Betrieb	2.400	11.02.2016	141	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400/PH141	Windkraft Sielenbach GmbH & Co. KG
Bayern	86577	Sielenbach	Sielenbach	In Betrieb	2.400	10.03.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400/PH 141	Windkraft Sielenbach GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Berndorf	In Betrieb	2.400	02.03.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Felkendorf	In Betrieb	2.400	24.02.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Alladorf	In Betrieb	2.400	17.12.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Alladorf	In Betrieb	2.400	17.12.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Alladorf	In Betrieb	2.400	18.12.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Alladorf	In Betrieb	2.400	10.12.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Alladorf	In Betrieb	2.400	10.12.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Tannfeld	In Betrieb	2.400	14.03.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Tannfeld	In Betrieb	2.400	28.12.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Tannfeld	In Betrieb	2.400	14.01.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	VR Windpark Thurnau GmbH & Co. KG
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	22.03.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	28.02.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	20.02.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	16.03.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	13.04.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	18.05.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	22.04.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	95349	Thurnau	Busbach	In Betrieb	2.400	11.05.2017	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Vogelherd
Bayern	85135	Titting	Stadelhofen	In Betrieb	2.400	10.08.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Stadelhofen-Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Stadelhofen	In Betrieb	2.400	16.08.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Stadelhofen-Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Stadelhofen	In Betrieb	2.400	17.08.2017	140.6	116.8	Nordex SE	N117	Windpark Stadelhofen-Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Stadelhofen	In Betrieb	2.400	24.08.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Stadelhofen-Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Großnottersdorf	In Betrieb	2.400	04.12.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Stadelhofen	In Betrieb	2.400	29.12.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Mantlach	In Betrieb	2.400	30.12.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Mantlach	In Betrieb	2.400	18.12.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Titting GmbH & Co. KG
Bayern	85135	Titting	Mantlach	In Betrieb	2.400	23.12.2015	140.6	116.8	Nordex SE	N117	WindStrom Titting GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Bayern	97292	Uettingen	Uettingen	In Betrieb	2.400	01.10.2013	141	117	Nordex SE	Nordex N117	ESWE Windpark Uettingen GmbH & Co. KG
Bayern	97292	Uettingen	Uettingen	In Betrieb	2.400	10.10.2013	141	117	Nordex SE	Nordex N117	ESWE Windpark Uettingen GmbH & Co. KG
Bayern	97292	Uettingen	Uettingen	In Betrieb	2.400	01.10.2013	141	117	Nordex SE	Nordex N117	ESWE Windpark Uettingen GmbH & Co. KG
Bayern	92355	Velburg	Mantlach	In Betrieb	2.400	16.09.2015	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	LHI Green Infrastructure Wind Deutschland III GmbH & Co. KG
Bayern	92355	Velburg	Mantlach	In Betrieb	2.400	10.09.2015	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	LHI Green Infrastructure Wind Deutschland III GmbH & Co. KG
Bayern	92533	Wernberg-Köblitz	Deindorf	In Betrieb	2.400	03.09.2015	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	REWAG Regensburger Energie- und Wasserversorgung AG & Co. KG
Bayern	92533	Wernberg-Köblitz	Deindorf	In Betrieb	2.400	27.08.2015	140	117	Nordex Energy GmbH	N117	REWAG Regensburger Energie- und Wasserversorgung AG & Co. KG
Bayern	95239	Zell	Friedmannsdorf	In Betrieb	2.400	09.06.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	Lacuna Windpark Bucheck GmbH & Co KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	02.01.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	10.11.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	02.02.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	01.12.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	01.12.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	05.01.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	20.12.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	24.11.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Windpark Fläming 1 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	06.09.2017	141	117	Nordex SE	N 117	e-wikom Windpark Fläming 2 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	25.09.2017	141	117	Nordex SE	N 117	e-wikom Windpark Fläming 2 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Pektus	In Betrieb	2.400	29.09.2017	141	117	Nordex SE	N 117	e-wikom Windpark Fläming 2 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Pektus	In Betrieb	2.400	26.10.2017	141	117	Nordex SE	N 117	e-wikom Windpark Fläming 2 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	28.03.2018	141	117	Nordex SE	N 117	e-wikom Windpark Fläming 3 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	28.03.2018	141	117	Nordex SE	N 117	e-wikom Windpark Fläming 3 GmbH & Co. KG
Brandenburg	15837	Baruth	Petkus	In Betrieb	2.400	28.03.2018	141	117	Nordex SE	N 117	e-wikom Windpark Fläming 3 GmbH & Co. KG
Brandenburg	16866	Gumtow	Demerthin	In Betrieb	2.400	24.08.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Windkraft-Mechow-GmbH
Brandenburg	16866	Gumtow	Demerthin	In Betrieb	2.400	25.09.2017	141	117	Nordex SE	Nordex N117	Firma Heinshof-Energie-GmbH & Co. KG
Brandenburg	16866	Gumtow	Demerthin	In Betrieb	2.400	07.09.2017	141	117	Nordex SE	N117	Windenergie Kyritz GmbH & Co. KG Repowering
Brandenburg	16866	Gumtow	Demerthin	In Betrieb	2.400	19.09.2017	141	117	Nordex SE	Nordex N117	Windenergie Kyritz GmbH & Co. KG Repowering
Brandenburg	16866	Gumtow	Demerthin	In Betrieb	2.400	05.09.2017	141	117	Nordex SE	Nordex N117	Windenergie Kyritz GmbH & Co. KG Repowering
Brandenburg	16866	Gumtow	Demerthin	In Betrieb	2.400	28.09.2017	141	117	Nordex SE	N117	Windenergie Kyritz GmbH & Co. KG Repowering

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	24.09.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	15.09.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	18.07.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	01.07.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	28.05.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	15.09.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	22.07.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	18.09.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	28.07.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	05.06.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	22.09.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	25.06.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	30.07.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	13.06.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	10.09.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	21.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	10.09.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15868	Jamlitz	Ullersdorf	In Betrieb	2.400	29.08.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400 –CVT/RP-SDL-N	STEAG Windpark Ullersdorf GmbH & Co. KG
Brandenburg	15345	Rehfelde	Rehfelde OT Zinndorf	In Betrieb	2.400	19.07.2017	104.6	116.8	Nordex SE	N117	Rehfelde-EigenEnergie eG
Brandenburg	15345	Rehfelde	Rehfelde OT Zinndorf	In Betrieb	2.400	11.07.2017	104.6	116.8	Nordex SE	N117	Rehfelde-EigenEnergie eG
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	26.08.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkontor Naturstrom Vetschau
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	11.09.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkontor Naturstrom Vetschau
Brandenburg	3226	Vetschau	Vetschau	In Betrieb	2.400	18.09.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkontor Naturstrom Vetschau
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	25.09.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkontor Naturstrom Vetschau
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	02.09.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkontor Naturstrom Vetschau
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	08.09.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkontor Naturstrom Vetschau
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	09.06.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	WEK Windenergie Kolkwitz GmbH & Co. KG
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	01.06.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	WEK Windenergie Kolkwitz GmbH & Co. KG
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	16.06.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	WEK Windenergie Kolkwitz GmbH & Co. KG
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	22.06.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	WEK Windenergie Kolkwitz GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Brandenburg	3226	Vetschau		In Betrieb	2.400	29.06.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400	WEK Windenergie Kolkwitz GmbH & Co. KG
Hamburg	21037	Hamburg	Ochsenwerder	In Betrieb	2.400	18.09.2018	91	117	Nordex SE	N 117/2400	NET Ochsenwerder GmbH
Hamburg	21037	Hamburg		In Betrieb	2.400	29.09.2017	91	117	Nordex SE	N 117/2400	NET Ochsenwerder GmbH
Hamburg	21037	Hamburg		In Betrieb	2.400	29.09.2017	91	117	Nordex SE	N 117/2400	Sommerwind GmbH
Hamburg	21037	Hamburg		In Betrieb	2.400	28.09.2018	91	117	Nordex SE	Nordex N117/2400	HAMBURG ENERGIE GmbH
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	15.11.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	11.11.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	22.11.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	30.11.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	08.12.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	07.12.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	27.12.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	27.12.2016	141	117	Nordex SE	N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36304	Alsfeld	Alsfeld	In Betrieb	2.400	15.12.2016	141	117		N117	Windpark Alsfeld GmbH & C. KG
Hessen	36326	Antrifttal	Ruhlkirchen	In Betrieb	2.400	23.10.2013	141	116.8	Nordex SE	N 117	Chorus CleanTech GmbH & Co. Windpark Ruhlkirchen KG
Hessen	36326	Antrifttal	Ruhlkirchen	In Betrieb	2.400	23.10.2013	141	116.8	Nordex SE	N-117	Chorus CleanTech GmbH & Co. Windpark Ruhlkirchen KG
Hessen	36326	Antrifttal	Ruhlkirchen	In Betrieb	2.400	23.10.2013	141	116.8	Nordex SE	N 117	Chorus CleanTech GmbH & Co. Windpark Ruhlkirchen KG
Hessen	36326	Antrifttal	Ruhlkirchen	In Betrieb	2.400	23.10.2013	141	116.8	Nordex SE	N 117	Chorus CleanTech GmbH & Co. Windpark Ruhlkirchen KG
Hessen	34454	Bad Arolsen	Bad Arolsen-Kohlgrund	In Betrieb	2.400	19.11.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Neudorfer Windkraft GmbH & Co. KG
Hessen	34454	Bad Arolsen	Massenhausen	In Betrieb	2.400	01.08.2014	140.6	116.8	Nordex SE	Nordex N117	Windenergie Elverfeldt KG
Hessen	35216	Biedenkopf	Biedenkopf	In Betrieb	2.400	18.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35216	Biedenkopf	Biedenkopf	In Betrieb	2.400	16.11.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35216	Biedenkopf	Biedenkopf	In Betrieb	2.400	06.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35216	Biedenkopf	Biedenkopf	In Betrieb	2.400	18.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35236	Breidenbach	Breidenbach	In Betrieb	2.400	18.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35236	Breidenbach	Breidenbach	In Betrieb	2.400	06.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35236	Breidenbach	Breidenbach	In Betrieb	2.400	06.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35236	Breidenbach	Breidenbach	In Betrieb	2.400	06.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	35236	Breidenbach	Breidenbach	In Betrieb	2.400	06.01.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Schwarzenberg
Hessen	34474	Diemelstadt	Diemelstadt-Neudorf	In Betrieb	2.400	19.11.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Neudorfer Windkraft GmbH & Co. KG
Hessen	34474	Diemelstadt	Diemelstadt-Neudorf	In Betrieb	2.400	26.11.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Neudorfer Windkraft GmbH & Co. KG
Hessen	34474	Diemelstadt	Diemelstadt-Neudorf	In Betrieb	2.400	19.11.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Neudorfer Windkraft GmbH & Co. KG
Hessen	34474	Diemelstadt	Diemelstadt-Neudorf	In Betrieb	2.400	30.11.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	MergelWind GmbH & Co. KG
Hessen	34474	Diemelstadt	34474 Diemelstadt-Neudo	In Betrieb	2.400	30.11.2013	140.6	117	Nordex Energy GmbH	N117	Neudorfer Windkraft GmbH & Co. KG
Hessen	35684	Dillenburg	Frohnhausen	In Betrieb	2.400	22.08.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Frohnhausen
Hessen	35684	Dillenburg	Frohnhausen	In Betrieb	2.400	26.07.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Frohnhausen
Hessen	35684	Dillenburg	Frohnhausen	In Betrieb	2.400	19.07.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Frohnhausen
Hessen	35684	Dillenburg	Frohnhausen	In Betrieb	2.400	23.08.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Frohnhausen
Hessen	35684	Dillenburg	Frohnhausen	In Betrieb	2.400	12.07.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Frohnhausen

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Hessen	35684	Dillenburg	Frohnhausen	In Betrieb	2.400	01.08.2013	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Frohnhausen
Hessen	64711	Erbach	Günterfürst	In Betrieb	2.400	16.12.2013	120	117	Nordex SE	N117	Windpark Geisberg
Hessen	64711	Erbach	Günterfürst	In Betrieb	2.400	19.12.2013	120	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Geisberg
Hessen	64711	Erbach	Günterfürst	In Betrieb	2.400	17.12.2013	120	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Geisberg
Hessen	64711	Erbach	Unter-Mossau	In Betrieb	2.400	30.11.2013	120	117	Nordex SE	N117	Windpark Geisberg
Hessen	64711	Erbach	Unter-Mossau	In Betrieb	2.400	21.11.2013	120	117	Nordex SE	N117	Windpark Geisberg
Hessen	35285	Gemünden	Gemünden	In Betrieb	2.400	17.02.2017	140.58	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N117 2400 kW PH141	Windpark Gemünden GmbH & Co. KG
Hessen	36145	Hofbieber	Traisbach	In Betrieb	2.400	29.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	WP Hofbieber GmbH & Co KG
Hessen	36145	Hofbieber	Traisbach	In Betrieb	2.400	29.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	WP Hofbieber GmbH & Co KG
Hessen	36145	Hofbieber	Traisbach	In Betrieb	2.400	29.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	WP Hofbieber GmbH & Co KG
Hessen	65597	Hünfelden	Hünfelden	In Betrieb	2.400	02.03.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke Hünfelden
Hessen	65597	Hünfelden	Hünfelden	In Betrieb	2.400	11.02.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke Hünfelden
Hessen	65597	Hünfelden	Hünfelden	In Betrieb	2.400	25.02.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke Hünfelden
Hessen	65597	Hünfelden	Hünfelden	In Betrieb	2.400	25.02.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke Hünfelden
Hessen	35274	Kirchhain	Emsdorf	In Betrieb	2.400	28.12.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117 / 2400	CEE Mainova WP Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35274	Kirchhain	Emsdorf	In Betrieb	2.400	29.12.2013	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117 / 2400	CEE Mainova WP Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35274	Kirchhain	Emsdorf	In Betrieb	2.400	29.01.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117 / 2400	CEE Mainova WP Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35274	Kirchhain	Emsdorf	In Betrieb	2.400	30.01.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117 / 2400	CEE Mainova WP Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35274	Kirchhain	Emsdorf	In Betrieb	2.400	06.02.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N177 / 2400	CEE Mainova WP Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35274	Kirchhain	Burgholz	In Betrieb	2.400	21.10.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	EWI Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35274	Kirchhain	Gemarkung Burgholz	In Betrieb	2.400	10.10.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	EWI Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35274	Kirchhain	Gemarkung Burgholz	In Betrieb	2.400	30.10.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	EWI Kirchhain GmbH & Co. KG
Hessen	35794	Mengerskirchen	Mengerskirchen	In Betrieb	2.400	13.01.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Mengerskirchen
Hessen	35794	Mengerskirchen	Mengerskirchen	In Betrieb	2.400	19.12.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Mengerskirchen
Hessen	35794	Mengerskirchen	Mengerskirchen	In Betrieb	2.400	08.12.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	Windpark Mengerskirchen
Hessen	34270	Schauenburg	Breitenbach	In Betrieb	2.400	18.02.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Lindenberg GmbH & Co. KG
Hessen	34270	Schauenburg	Schauenburg (Gemarkung	In Betrieb	2.400	22.01.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Lindenberg GmbH & Co. KG
Hessen	34270	Schauenburg	Schauenburg (Gemarkung	In Betrieb	2.400	18.12.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Lindenberg GmbH & Co. KG
Hessen	34270	Schauenburg	Schauenburg (Gemarkung	In Betrieb	2.400	05.03.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Lindenberg GmbH & Co. KG
Hessen	34270	Schauenburg	Schauenburg (Gemarkung	In Betrieb	2.400	05.02.2015	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Lindenberg GmbH & Co. KG
Hessen	34289	Zierenberg	Escheberg	In Betrieb	2.400	31.05.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	innoVent WP Escheberg
Hessen	34289	Zierenberg	Escheberg	In Betrieb	2.400	18.05.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	innoVent WP Escheberg
Hessen	34289	Zierenberg	Escheberg	In Betrieb	2.400	23.05.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	innoVent WP Escheberg
Hessen	34289	Zierenberg	Escheberg	In Betrieb	2.400	31.05.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	innoVent WP Escheberg
Hessen	34289	Zierenberg	Oberelsungen	In Betrieb	2.400	26.07.2018	141	117	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	innoVent Windkraft Zierenberg
Hessen	34289	Zierenberg	Oberelsungen	In Betrieb	2.400	26.07.2018	141	117	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	innoVent Windkraft Zierenberg
Mecklenburg-Vorpommern	23936	Bernstorf		In Betrieb	2.400	26.05.2012	95	109	Kenersys Europe GmbH	K110	WIND-projekt GmbH & Co. Zweite Betriebs-KG
Mecklenburg-Vorpommern	18146	Rostock		In Betrieb	2.400	16.09.2014	91	117	Nordex Energy GmbH	N-117	WIND-projekt GmbH & Co. 26. Betriebs KG
Mecklenburg-Vorpommern	18239	Satow		In Betrieb	2.400	21.09.2012	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	WIND-projekt GmbH & Co. 28. Betriebs KG
Niedersachsen	49152	Bad Essen		In Betrieb	2.400	18.03.2014	120	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	EFG Energy-Farming GmbH

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Niedersachsen	49152	Bad Essen		In Betrieb	2.400	14.03.2014	120	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	EFG Energy-Farming Holding GmbH
Niedersachsen	31863	Coppenbrügge	Coppenbrügge	In Betrieb	2.400	25.11.2015	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31863	Coppenbrügge	Coppenbrügge	In Betrieb	2.400	01.12.2015	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31863	Coppenbrügge	Coppenbrügge	In Betrieb	2.400	04.02.2016	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31863	Coppenbrügge	Coppenbrügge	In Betrieb	2.400	29.12.2015	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31863	Coppenbrügge	Coppenbrügge	In Betrieb	2.400	03.03.2016	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31863	Coppenbrügge	Coppenbrügge	In Betrieb	2.400	29.01.2016	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	31863	Coppenbrügge	Coppenbrügge	In Betrieb	2.400	10.03.2016	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	38312	Cramme	Cramme	In Betrieb	2.400	09.02.2016	141	116.8	Nordex SE	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	38312	Cramme	Cramme	In Betrieb	2.400	25.02.2016	141	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117/2400	Landwind Verwaltungs GmbH & Co. KG
Niedersachsen	29571	Rosche	Nateln	In Betrieb	2.400	15.02.2018	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Nateln 11 GmbH & Co. KG
Niedersachsen	29571	Rosche	Nateln	In Betrieb	2.400	12.02.2018	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Nateln 13 GmbH & Co. KG
Niedersachsen	29571	Rosche	Nateln	In Betrieb	2.400	23.02.2018	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windpark Nateln 12 GmbH & Co. KG
Niedersachsen	29664	Walsrode	Idsingen	In Betrieb	2.400	29.01.2015	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Hamwiede GmbH & Co.KG
Niedersachsen	29664	Walsrode	Hamwiede	In Betrieb	2.400	29.01.2015	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Hamwiede GmbH & Co.KG
Niedersachsen	29664	Walsrode	Idsingen	In Betrieb	2.400	29.01.2015	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Hamwiede GmbH & Co.KG
Niedersachsen	29664	Walsrode	Hamwiede	In Betrieb	2.400	19.02.2015	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Hamwiede GmbH & Co.KG
Niedersachsen	29664	Walsrode	Hamwiede	In Betrieb	2.400	26.02.2015	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Hamwiede GmbH & Co.KG
Niedersachsen	29664	Walsrode	Idsingen	In Betrieb	2.400	04.02.2015	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Hamwiede GmbH & Co.KG
Niedersachsen	29664	Walsrode	Idsingen	In Betrieb	2.400	22.02.2015	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Hamwiede GmbH & Co.KG
Nordrhein-Westfalen	46399	Bocholt	Bocholt	In Betrieb	2.400	28.11.2014	120	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Windpark Bocholt-Hemden GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	46244	Bottrop	Kirchhellen	In Betrieb	2.400	18.02.2015	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400, R120	Windenergie Beisenkamp GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	46244	Bottrop	Kirchhellen	In Betrieb	2.400	26.02.2015	120	117	Nordex Energy GmbH	N117	Ekeler Windenergie GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	46244	Bottrop	Kirchhellen	In Betrieb	2.400	19.03.2015	120	117	Nordex Energy GmbH	N117	Ekeler Windenergie GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	44581	Castrop-Rauxel	Henrichenburg	In Betrieb	2.400	01.10.2015	120	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windenergiegemeinschaft Becklem GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	59075	Hamm	Bockum-Hövel	In Betrieb	2.400	22.06.2017	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Stadtwerke Hamm GmbH
Nordrhein-Westfalen	59075	Hamm	Bockum Hövel	In Betrieb	2.400	29.06.2017	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Stadtwerke Hamm GmbH
Nordrhein-Westfalen	52525	Heinsberg	Laffeld	In Betrieb	2.400	11.01.2017	120	116.8	Nordex SE	N117	BMR Windenergie Heinsberg GmbH & Co.KG
Nordrhein-Westfalen	52525	Heinsberg	Laffeld	In Betrieb	2.400	22.01.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Bürgerwindenergie Heinsberg e.G
Nordrhein-Westfalen	52525	Heinsberg	Laffeld	In Betrieb	2.400	26.01.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	AF Windenergie Heinsberg GmbH

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Nordrhein-Westfalen	52525	Heinsberg	Randerath	In Betrieb	2.400	30.09.2017	120	117	Nordex SE	N117	Windpark Euregio-Fonds Nr. 9
Nordrhein-Westfalen	52525	Heinsberg	Randerath	In Betrieb	2.400	30.09.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windpark Blauenstein GmbH & Co Betriebs KG
Nordrhein-Westfalen	41836	Hückelhoven	Doveren	In Betrieb	2.400	08.03.2019	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	NEW Re GmbH
Nordrhein-Westfalen	47546	Kalkar	Appeldorn	In Betrieb	2.400	31.12.2013	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Duif- te Boekhorst Windenergie GbR
Nordrhein-Westfalen	47546	Kalkar	Niedermörmter	In Betrieb	2.400	27.06.2017	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Greilackwind GbR
Nordrhein-Westfalen	53925	Kall	Kallmuth	In Betrieb	2.400	21.09.2017	141	58.5	Nordex Energy GmbH	N-117	International Wind Investment ApS & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	53925	Kall	Kallmuth	In Betrieb	2.400	20.09.2017	141	58.5	Nordex Energy GmbH	N-117	International Wind Investment ApS & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	47624	Kevelaer	Twisteden	In Betrieb	2.400	20.07.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141 B	BW-Kevelaer GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	47624	Kevelaer	Twisteden	In Betrieb	2.400	30.08.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141 B	BW-Kevelaer GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	52441	Linnich	Boslar	In Betrieb	2.400	28.12.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/120	BMR Windenergie Linnich GmbH & Co .KG
Nordrhein-Westfalen	52441	Linnich	Boslar	In Betrieb	2.400	01.02.2018	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/120	BMR Windenergie Linnich GmbH & Co .KG
Nordrhein-Westfalen	52441	Linnich	Boslar	In Betrieb	2.400	16.11.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	NEW Windpark Linnich GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	52441	Linnich	Boslar	In Betrieb	2.400	24.11.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	NEW Windpark Linnich GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	52441	Linnich	Boslar	In Betrieb	2.400	27.12.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	NEW Windpark Linnich GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	52441	Linnich	Boslar	In Betrieb	2.400	28.12.2017	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	BMR Windenergie Linnich GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	52441	Linnich	Boslar	In Betrieb	2.400	01.02.2018	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	BMR Windenergie Linnich GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	45768	Marl	Marl	In Betrieb	2.400	14.10.2015	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	Windenergie Frentrop GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	48163	Münster	Amlesbüren	In Betrieb	2.400	06.11.2014	91	117	Nordex Energy GmbH	N117	UNSERE MÜNSTER-ENERGIE eG
Nordrhein-Westfalen	48161	Münster	Neinberge	In Betrieb	2.400	13.11.2014	91	117	Nordex Energy GmbH	N117	UNSERE MÜNSTER-ENERGIE eG
Nordrhein-Westfalen	48161	Münster	Roxel	In Betrieb	2.400	20.11.2014	91	117	Nordex Energy GmbH	N117	UNSERE MÜNSTER-ENERGIE eG
Nordrhein-Westfalen	32457	Porta Westfalica		In Betrieb	2.400	03.04.2014	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 PH141	Energiewende Porta GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	48734	Reken	Groß Reken	In Betrieb	2.400	01.10.2015	120	116.8	Nordex SE	Nordex N117	Windenergiegemeinschaft Reken GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	47638	Straelen	Straelen	In Betrieb	2.400	30.03.2017		117	Nordex Energy GmbH	N117	Bürgerwindpark Gelderland GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	47638	Straelen	Straelen	In Betrieb	2.400	23.03.2017	142	117	Nordex Energy GmbH	N117	Bürgerwindpark Gelderland GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	47638	Straelen	Straelen	In Betrieb	2.400	17.03.2017	142	117	Nordex Energy GmbH	N117	Bürgerwindpark Gelderland GmbH & Co. KG
Nordrhein-Westfalen	47638	Straelen	Straelen Herongen	In Betrieb	2.400	27.03.2017	91	117	Nordex Energy GmbH	N117	Bürgerwindrad Wanderpesch
Rheinland-Pfalz	54426	Berglicht	Berglicht	In Betrieb	2.400	09.09.2017	140.6	116.8	Nordex SE	N117/2400 PH141	Energreen Windpark Berger-Wacken GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	54426	Berglicht	Berglicht	In Betrieb	2.400	05.09.2017	140.6	116.8	Nordex SE	N117/2400 PH141	Energreen Windpark Berger-Wacken GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	55599	Gau-Bickelheim	Flonheim	In Betrieb	2.400	12.12.2012	145	109	Kenersys Europe GmbH	K110 – 2.4	juwi Family & Friends 1 GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	55599	Gau-Bickelheim	Gumbsheim	In Betrieb	2.400	14.02.2013	145	109	Kenersys Europe GmbH	K110 – 2.4	juwi Family & Friends 1 GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56761	Hambuch	Hambuch	In Betrieb	2.400	22.04.2017	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N-117	InvestInvent 25.Windpark GmbH & Co.KG
Rheinland-Pfalz	55592	Jeckenbach	Jeckenbach	In Betrieb	2.400	21.06.2016	140.6	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Jeckenbach
Rheinland-Pfalz	55592	Jeckenbach	Jeckenbach	In Betrieb	2.400	29.06.2016	140.6	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Windpark Jeckenbach

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Rheinland-Pfalz	67744	Kirrweiler	Kirrweiler	In Betrieb	2.400	29.08.2015	120	117	Nordex SE	N117	Windpark Kirrweiler
Rheinland-Pfalz	67744	Kirrweiler	Kirrweiler	In Betrieb	2.400	17.09.2015	120	117	Nordex SE	N117	Windpark Kirrweiler
Rheinland-Pfalz	67744	Kirrweiler	Kirrweiler	In Betrieb	2.400	25.08.2015	120	117	Nordex SE	N117	Windpark Kirrweiler
Rheinland-Pfalz	67259	Kleinniedesheim	Kleinniedesheim	In Betrieb	2.400	09.06.2016	141	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke GKN
Rheinland-Pfalz	67259	Kleinniedesheim	Kleinniedesheim	In Betrieb	2.400	09.06.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke GKN
Rheinland-Pfalz	67259	Kleinniedesheim	Kleinniedesheim	In Betrieb	2.400	16.06.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke GKN
Rheinland-Pfalz	67259	Kleinniedesheim	Kleinniedesheim	In Betrieb	2.400	20.06.2016	141	116.8	Nordex SE	N117/2400	Trianel Onshore Windkraftwerke GKN
Rheinland-Pfalz	66851	Linden	Linden	In Betrieb	2.400	18.12.2013	91	117	Nordex SE	N117/2400	GGEW WP Linden
Rheinland-Pfalz	66851	Linden	Linden	In Betrieb	2.400	09.12.2013	91	117	Nordex SE	N117/2400	GGEW WP Linden
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	31.10.2014	141	117	GE Wind Energy GmbH		WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	19.12.2014	141	117	Nordex Energy GmbH		WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	27.11.2014	141	117			WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	11.11.2014	141	117	Nordex Energy GmbH		WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	23.01.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	30.01.2015	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	15.11.2014	141	117			WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Rheinland-Pfalz	56290	Mörsdorf	Mörsdorf	In Betrieb	2.400	30.01.2015	141	117	Nordex Energy GmbH		WP Mörsdorf Nord GmbH & Co. KG
Sachsen	8233	Hartmannsgrün	Pfaffengrün	In Betrieb	2.400	29.08.2016		117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkraft Pfaffengrün GmbH & Co.KG
Sachsen-Anhalt	6406	Bernburg	Baalberge	In Betrieb	2.400	30.06.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400 PH141	ZOPF GmbH Umweltgerechte Energieprojekte
Sachsen-Anhalt	6406	Bernburg	Baalberge, Wohlsdorf	In Betrieb	2.400	27.06.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400 PH141	ZOPF GmbH Umweltgerechte Energieprojekte
Sachsen-Anhalt	6406	Bernburg	Baalberge	In Betrieb	2.400	21.12.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400 PH141	ZOPF Windfang GmbH
Sachsen-Anhalt	6406	Bernburg	Baalberge	In Betrieb	2.400	20.06.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400 PH141	Windpark Trappenberg GmbH
Sachsen-Anhalt	6406	Bernburg	Baalberge	In Betrieb	2.400	20.12.2017	141	117	Nordex Energy GmbH	Nordex N117/2400 PH141	Windpark Trappenberg GmbH
Schleswig-Holstein	24616	Brokstedt		In Betrieb	2.400	30.06.2017		117	Nordex Energy GmbH	N117	natürliche Person (ABR909597462584)
Schleswig-Holstein	21483	Krüzen		In Betrieb	2.400	17.12.2014	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N 117	Windenergie Wangelau GmbH&Co.KG
Schleswig-Holstein	25917	Sprakebüll	Sprakebüll	In Betrieb	2.400	23.12.2011	91	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	BWP Stadum-Sprakebüll GmbH & Co. KG
Schleswig-Holstein	21483	Wangelau	Wangelau	In Betrieb	2.400	06.12.2014	120	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Windpark Wangelau GmbH & Co. KG
Schleswig-Holstein	21483	Wangelau	Wangelau	In Betrieb	2.400	05.12.2014	120	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Windpark Wangelau GmbH & Co. KG
Schleswig-Holstein	21483	Wangelau	Wangelau	In Betrieb	2.400	09.12.2014	120	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Windpark Wangelau GmbH & Co. KG
Schleswig-Holstein	21483	Wangelau	Wangelau	In Betrieb	2.400	11.12.2014	120	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Windpark Wangelau GmbH & Co. KG
Schleswig-Holstein	21483	Wangelau	Wangelau	In Betrieb	2.400	13.12.2014	120	116.8	Nordex Energy GmbH	Nordex N 117	Windpark Wangelau GmbH & Co. KG
Thüringen	99713	Helbedündorf	Holzthaleben	In Betrieb	2.400	31.08.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	HSW Windpark Holzthaleben GmbH & Co. KG
Thüringen	99713	Helbedündorf	Holzthaleben	In Betrieb	2.400	06.12.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	HSW Windpark Holzthaleben GmbH & Co. KG

Emmerthal, 08.11.2019

Übersicht aller WKA TYP Nordex N117/2400 kW **Nach Herstellerangaben sind in jeder WKA 5,6 to Carbon verbaut!** **Im Brandfall werden "fiese Fasern " freigesetzt**

Bundesland	Postleitzahl	Ort	Gemarkung	Betriebs-Status	Bruttoleistung der Einheit	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Nabenhöhe der Windenergieanlage	Rotordurchmesser der Windenergieanlage	Hersteller der Windenergieanlage	Typenbezeichnung	Name des Anlagenbetreibers (nur Org.)
Thüringen	99713	Helbedündorf	Holzthaleben	In Betrieb	2.400	11.08.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	HSW Windpark Holzthaleben GmbH & Co. KG
Thüringen	99713	Helbedündorf	Holzthaleben	In Betrieb	2.400	24.08.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	HSW Windpark Holzthaleben GmbH & Co. KG
Thüringen	99713	Helbedündorf	Holzthaleben	In Betrieb	2.400	18.08.2016	140.6	116.8	Nordex Energy GmbH	N117	HSW Windpark Holzthaleben GmbH & Co. KG
Thüringen	99713	Helbedündorf	Großbrüchter	In Betrieb	2.400	15.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Holzthaleben Wind GmbH
Thüringen	99713	Helbedündorf	Großbrüchter	In Betrieb	2.400	15.09.2016	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Holzthaleben Wind GmbH
Thüringen	99869	Hochheim	Hochheim	In Betrieb	2.400	18.02.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windkraft Hochheim GmbH & Co. KG
Thüringen	99869	Hochheim	Hochheim	In Betrieb	2.400	12.02.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windkraft Hochheim GmbH & Co. KG
Thüringen	99869	Hochheim	Hochheim	In Betrieb	2.400	05.03.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windkraft Hochheim GmbH & Co. KG
Thüringen	99869	Hochheim	Hochheim	In Betrieb	2.400	11.03.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windkraft Hochheim GmbH & Co. KG
Thüringen	99869	Hochheim	Hochheim	In Betrieb	2.400	12.02.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117/2400	Windkraft Hochheim GmbH & Co. KG
Thüringen	99869	Hochheim	Hochheim	In Betrieb	2.400	06.02.2014	141	117	Nordex Energy GmbH	N117	Windkraft Hochheim II GmbH & Co. KG
Thüringen	7619	Schkölen	Thierschneck	In Betrieb	2.400	28.01.2014	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	Poppendorf	In Betrieb	2.400	21.12.2013	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	wetzdorf	In Betrieb	2.400	11.12.2013	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	Poppendorf	In Betrieb	2.400	18.12.2013	140		Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	Wetzdorf	In Betrieb	2.400	27.11.2013	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	Poppendorf	In Betrieb	2.400	22.11.2013	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	Wetzdorf	In Betrieb	2.400	07.11.2013	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	Wetzdorf	In Betrieb	2.400	28.11.2013	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf
Thüringen	7619	Schkölen	Poppendorf	In Betrieb	2.400	24.06.2016	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf II
Thüringen	7619	Schkölen	Wetzdorf	In Betrieb	2.400	28.06.2016	140	116.8	Nordex Energy GmbH	N117/2400 NH 140	meridian Windpark Wetzdorf II
Thüringen	4626	Thonhausen	Thonhausen	In Betrieb	2.400	15.09.2016	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	meridian Windpark Thonhausen
Thüringen	4626	Thonhausen	Thonhausen	In Betrieb	2.400	21.09.2016	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	meridian Windpark Thonhausen
Thüringen	4626	Thonhausen	Thonhausen	In Betrieb	2.400	26.09.2016	100	116.8	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	meridian Windpark Thonhausen
Thüringen	4626	Thonhausen	Thonhausen	In Betrieb	2.400	19.12.2016	120	116.8	Nordex Energy GmbH	N117-2,4MW	meridian Windpark Thonhausen

Emmerthal, 08.11.2019

2.2.2 Änderungsumfänge N117/2400

Rotorblatt NR58.5 – Innovativer Schlüssel für Plattform-Erweiterung

NORDEX
We've got the power.

Erfolgsfaktoren

- Strukturelle & aerodynamische Auslegung basierend auf den Erfahrungen aus den voll-umfänglich zertifizierten Eigen-Entwicklungen NR45 und NR50
- **Einsatz von Karbonfasern (CFK)** in den Gurten des **neu entwickelten Rotorblattes NR58,5** als Schlüssel zur Gewichtsreduzierung
- **+17% Rotorduchmesser** bei gleichzeitiger **Reduktion der Rotormasse um 1500kg**
- Entwicklung des **Fertigungskonzeptes in Kooperation** mit Carbon-Spezialist **SGL Carbon**

	NR45	NR50	NR58.5
WEA Typ	N90	N100	N117
Länge	**43.8 m**	**48.8 m**	**57.3 m**
Masse	**10,300 kg**	**11,000 kg**	**10,500 kg**
Max. Chord	3220 mm	3700 mm	3496 mm
Vorbiegung	1500 mm	2000 mm	2000 mm
Projizierte Oberfläche	93 m^2	116 m^2	121 m^2
Anzahl der Bolzen	**64 (M36)**	**64 (M36)**	**64 (M36)**
Bolzenkreis-Durch-messer	**2300 mm**	**2300 mm**	**2300 mm**
Materialien	GFK	GFK	**GFK und CFK**

G4-EN1

ZUSAMMENFASSUNG DER HAUPTMATERIALIEN FÜR DIE ANLAGE N117 / 2400 EXKL. FUNDAMENT IN TONNEN UND PROZENT

Turmhöhe	91 m	120 m	141 m	91 m	120 m	141 m
Material*	Anteil (in t)			Anteil (in %)		
Stahl	320,1	499,1	293,6	85,0	89,8	24,6
Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)	22,2	22,2	22,2	5,9	4,0	1,9
Elektronik	14,2	14,2	14,2	3,8	2,5	1,2
Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK)	5,6	5,6	5,6	1,5	1,0	0,3
Kernmaterial (Balsaholz und PET-Schaum)	4,4	4,4	4,4	1,2	0,8	0,4
Aluminium	2,8	3,2	4,0	0,7	0,5	0,4
Kupfer	2,6	2,6	2,6	0,7	0,5	0,2
Betriebsflüssigkeiten	1,7	1,7	1,7	0,4	0,3	0,2
Beton	0,0	0,0	841,5	0,0	0,0	70,5
Andere	3,2	3,4	3,8	0,8	0,6	0,3
Summe	**376,8**	**556,4**	**1.193,6**	**100**	**100**	**100**

* Aufgrund der jeweils stark variierenden Fundamente erfolgt die Detaildarstellung der Materialzusammensetzung ohne Fundament.

WELTWEIT GRÖSSTER CARBON GURT IN INFUSIONS-TECHNOLOGIE MIT SAERTEX® HERGESTELLT

Saerbeck, 24. Juli 2019 - SAERTEX® freut sich, seinen Beitrag bei der Herstellung eines innovativen Prototypen für das Rotorblatt einer Windkraftanlage bekanntgeben zu dürfen. Dabei handelt es sich um den vermutlich längsten und dicksten Gurt aus Carbonfaser, der bisher im Vakuuminfusionsverfahren gefertigt wurde.

Im April 2019 schloss ein chinesischer Hersteller von Rotorblättern für Windkraftanlagen die Produktion eines 87,5 m langen Rotorblattgurtes erfolgreich ab. Der Gurt ist eine der strukturellen Schlüsselelemente, die den Großteil der mechanischen Lasten in einem Rotorblatt aufnimmt. Der neue Rekord-Gurt wurde aus Carbonfasern gefertigt, um das Bauteilgewicht zu reduzieren und eine höhere Steifigkeit zu erreichen. Beides ist bei Rotorblättern dieser Länge von entscheidender Bedeutung.

Das Design des Rotorblattgurtes wurde von WINDnovation entwickelt. Die Fertigung des Gurts war aufgrund seiner Dimensionen, Länge (87,5 m) und Breite (800 mm) mit einigen technischen Herausforderungen verbunden. Für die Produktion wurden Carbon Verstärkungsmaterialien vom Typ UD618gsm (unidirektionales Gelege) mit erhöhter Z-Permeabilität von SAERTEX® verwendet. Diese wurden speziell für die Infusion großer Laminatdicken entwickelt und machten die Verwendung des latenten Harzsystems 3325 A/B von CTP AM mit optimierter Viskosität und längerer Topfzeit erst möglich.

Die Infusion des Gurtes wurde mittels VAP®-Technologie mit der VAP®-Membran von COMPOSYST durchgeführt. Dieser Prozess ermöglicht die Entgasung des Harzes während der gesamten Infusion, erleichtert die Harzverteilung sowie die Regulierung des Harzgehalts im gesamten Bauteil und macht den Prozess sicherer.

Der Infusionsprozess selbst dauerte nicht einmal zwei Stunden und es traten keinerlei Probleme auf. Nach dem Aushärten und Entformen am Folgetag freute sich das gesamte Team sehr über ein nahezu perfektes Bauteil ohne Defekte. Die Produktion des Prototyps wurde technisch unterstützt von SAERTEX®, WINDnovation, COMPOSYSt und CTP AM.

Über SAERTEX:

Das Familienunternehmen SAERTEX® ist mit etwa 350 MIO.€ Umsatz Weltmarktführer in der Herstellung multiaxialer Gelege (Non-Crimp-Fabrics) und Kernmaterialien zur Fertigung von Faserverbundstoffen. Kunden in der Wind-, Luftfahrt-, Automobil- und Sportindustrie sowie im Bootsbau setzen auf Composites, die durch SAERTEX®-Verstärkungsmaterialien aus Glas-, Carbon- und Aramid-Fasern an Leichtigkeit, Stabilität und Korrosionsbeständigkeit gewinnen. Vor allem für den Bereich Schiffsbau, Transport, Öl & Gas und der Bauindustrie bietet SAERTEX® unterstützende Leistungen bei der Umwandlung von Bauteilen aus Stahl zu Composite an - von der Berechnung, über die Prozess-entwicklung bis zur Serienfertigung der Komponenten. Mit rund 1400 Mitarbeitern und zehn Produktionsstandorten auf fünf Kontinenten, sowie einem aktiven Vertriebsnetz in über 50 Ländern, ist die SAERTEX®-Gruppe weltweit aufgestellt, um die steigende Nachfrage nach technologisch hoch entwickelten GFK und CFK Composite Lösungen zu befriedigen.

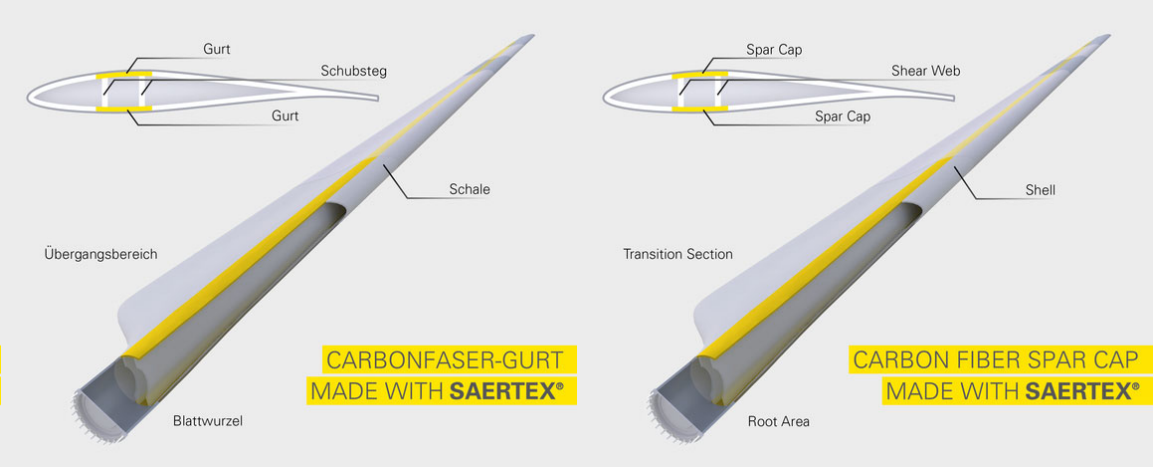
Kontakt:

Daniel Stumpp, Head of Global Corporate Marketing, Tel. +49-251-902-2871, d.stumpp@saertex.com

SAERTEX GmbH & Co. KG, Brochterbecker Damm 52, D-48369 Saerbeck

zurück

Beitragsbilder



Newsletteranmeldung

Bleiben Sie auf dem neusten Stand!

Vorname*

Name*

E-Mail*

Ich habe die vorstehende Erklärung gelesen und bin damit einverstanden. *

Zum Abschicken des Formulars bitte die nebenstehende Zahlenkombination eingeben.

Spamsch

Die mit einem * gekennzeichneten Felder sind Pflichtfelder!

Wir verwenden Cookies, um für unsere Nutzer die Website optimal gestalten zu können.

Detaillierte Informationen sowie Deaktivierungsmöglichkeiten finden Sie in unserer Datenschutzerklärung .

OK

Composites

Materialmix pusht Ertrag

23.02.17 1Autor/ Redakteur: Dr. Thomas Isenburg I Peter Königsreurher

Weil der Trend auch beim Bau von Onshore-Windkraftanlagen zu größeren Rotorblättern weist, wird und muss der CFK-Werkstoffeinsatz eine größere Rolle spielen. (Bild: Isenburg)

Composites, auch Faserverbundwerkstoffe (FVK) genannt, sind ein Schlüssel zum erfolgreichen Leichtbau. Das dafür meist genutzte Prinzip der Materialkombination aus duromerer Harzmatrix und Faserverstärkung ist heute das am weitesten verbreitete_ Warum sich manche Materialpaarung aktuell durchsetzt, zeigt der folgende Bericht aus der Windkraftbranche. Dieser will auch die Chancen verdeutlichen, die der ausgewogene Materialmix in Composites mit sich bringt, und was dabei beachtet werden sollte.

Bereits seit knapp 40 Jahren werden die riesigen Rotoren für Windkraftanlagen in Serie gefertigt. Damals bestanden die ersten Typen noch aus einer Polyestermatrix und Glasfasergewebe als Verstärkung. Jedoch dominiert heute die Epoxidharzbasis das Geschehen. Für eine Kombination aus Glasfaser-Epoxid-Werkstoff sprechen ihre günstigen Einkaufspreise bei den Grundstoffen sowie die gute Verarbeitung und Haltbarkeit. Mit größeren Rotordurchmessern finden auch zunehmend Carbonfasern den Weg ins Rotorblattgefüge. Bei den Fasern gibt es nun erhebliche Unterschiede in puncto Dichte von etwa 2,5 g/cm³ bei Glasfaser und 1,8 g/cm³ bei Carbonfasern. Hauptsächlich werden die für eine größere Steifigkeit bei Rotorblättern verantwortlichen Carbonfasern für Teile der Tragstruktur, auch Gurte genannt, verwendet. Insbesondere hier wird ein Mehr an Steifigkeit benötigt, wenn der Wind kräftig bläst, denn es gilt zu vermeiden, dass die Rotorblätter mit dem Turm kollidieren, wenn besonders große Kräfte wirken.

Carbonfaser erobert den Rotorblattbau

Einer der bekanntesten Experten auf dem Markt für dieses Thema ist Florian Sayer vom Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) in Bremerhaven. Der Ingenieur diagnostiziert einen Trend zur Implementierung von Carbonfasern bei längeren Rotorblättern im On- und Offshorebereich. Eine Aussage, die auch Bernd Eilitz von der Siemens Wind Power AG aus Hamburg bestätigt, indem er auf die Zusammenarbeit mit dem Zulieferer LM Blades aus Kolding in Dänemark bei der Anlage SWT-3.15-142 hinweist.

Sie ist für Onshore-Schwachwindregionen speziell mit einem 142 m langen Rotor ausgestattet. Eine Besonderheit bei der engen Zusammenarbeit mit dem Zulieferer LM Blades sind carbonfaserverstärkte Blätter mit einer Masse von rund 20 t. Bei Rotoren für andere Windklassen bleibt Siemens dagegen seiner Integral-Blade-Technik treu und fertigt weiterhin das gesamte Blatt in einem Stück. Das ist eine Spezialität von Siemens.

BILDERGALERIE

Fotostrecke starten: Klicken Sie auf ein Bild (5 Bilder)

Die Entwickler von Glasfasern sorgen für Fortschritte

Meist werden dabei zwei Formhälften mit Fasermatten und dem Matrixmaterial Epoxidharz ausgekleidet, mit einem Härter versehen und bei erhöhten Temperaturen zu Rotorblattrohling-Hälften ausgehärtet. Danach erfolgt die Verklebung der so entstandenen Halbschalen. Das bisher größte Rotorblatt der Welt verwendet allerdings ausschließlich Glasfasern und wird im Offshorebereich eingesetzt. Auf dem Meer weht der Wind häufig konstant, deshalb ist die Masse der Rotoren vernachlässigbar.

Was den Einsatz von Carbonfasern betrifft, schränkt Sayer aber ein: „Carbonfasern sind wesentlich teurer, denn 1 kg Glasfasern kostet etwa 2 Euro. Für 1 kg Carbonfasern müssen 15 Euro investiert werden." Bilanzierend meint Sayer, dass es nicht immer ein Business Case sei, Carbonfasern zu verwenden, weil die für Rotorblätter von Windkraftanlagen günstigeren Eigenschaften der Carbonfasern nicht mit den höheren Kosten skalieren würden.

Pultrusionsverfahren erhöhen Faservolumengehalt

Außerdem werden die Glasfasern ständig weiterentwickelt und folglich verbessert. Diese Anstrengungen basieren auf ausgehärteten, pultrudierten Stäbchen auf einem Vliesstoff. Im Vergleich zu herkömmlichen Glasfasern sind bei diesen die Materialeigenschaften etwa um 20 % besser. So besteht auch mit Glasfasern die Möglichkeit, Blattkonstruktionen mit höherem Energieertrag und längerer Lebensdauer für den Einsatz bei höheren Windklassen zu entwickeln.

Bei den im Rahmen dessen durch eine Pultrusionsmaschine gezogenen Teilen kann der Faservolumengehalt im Compositewerkstoff mit sehr guten reproduzierbaren Eigenschaften auf 50 % erhöht werden. Für die für den Stromertrag verantwortlichen Eigenschaften des Rotorblattes ist dieser hohe Faservolumengehalt von Vorteil. Das ist ein Verfahren, das zurzeit der Windanlagenhersteller Senvion mit Hauptsitz in Hamburg gut beherrscht. Es versteht sich jedoch, dass die Fasern bei diesem Prozess nicht unendlich dicht gestapelt werden können.

Onshore-Windkraftanlagen legen beim Rotordurchmesser auch zu

Das erklärt den Trend zu carbonfaserverstärkten Werkstoffen, den auch Jochen Birkemeyer, Leiter der Rotorblattentwicklung bei Nordex in Hamburg, bestätigt: „In wirklich großen Serien setzen Vestas und Nordex auf carbonfaserverstärkte Rotorblätter. Wir sehen aber auch, dass andere Hersteller das auch tun, aber nicht so konsequent umsetzen, wie das bei uns und Vestas der Fall ist." Durch die geringere Dichte und die höhere Steifigkeit von Carbonfasern im Vergleich zu Glasfasern reduzieren sie beispielsweise die Last. Nutzt man dieses Potenzial, um größere Rotordurchmesser zu fertigen, führt das zu einer höheren Stromausbeute. Jedoch steigen auch die Kosten für ein CFK-Rotorblatt. „Dabei kommt es auf ein geschicktes Design der Rotorblätter an, um als Ausgleich die Stromgestehungskosten zu minimieren", erklärt Birkemeyer.

Zum Thema pultrudierter Werkstoffe befragt, konstatiert Birkemeyer: „Alle schauen sich zurzeit die Pultrusion näher an, denn es geht sowohl mit Glas- als auch Carbonfasern. Durch die höheren Fasergehalte in den Verbundwerkstoffen kann das Material deutlich besser ausgenutzt werden."

Aushärtezeiten der Matrix werden kürzer

Einen weiteren Trend sieht der Spezialist für Rotorblätter in Entwicklungen, die zu kürzeren Zykluszeiten beim Aushärten der Epoxidharze in der Form führen. In diesem Rahmen werden zurzeit geeignete Epoxide durch unterschiedliche Hersteller entwickelt. „Dabei ist es das Ziel, möglichst viele Rotorblätter aus einem Werkzeug herauszuholen", so Birkemeyer.

Auch die Enercon-Experten aus Aurich beobachten bei Onshore-Windenergieanlagen einen Trend zu größeren Rotordurchmessern und somit zu längeren Rotorblättern. Dieser führe zwangsläufig zu größeren Herausforderungen hinsichtlich der Logistik: Insbesondere Standorte im tiefen Binnenland oder in Berg- und Waldlagen lassen sich mit deutlich längeren Rotorblättern nur schwierig erreichen.

Enercon hat deshalb eine spezielle Blattteilung entwickelt: Das Werk für die Rotorblätter fertigt diese in zwei Teilkomponenten - einem kürzeren Innenblatt (das an die Rotornabe montiert wird) und einem längeren Außenblatt (das mit dem Innenblatt verschraubt wird). Die Teilkomponenten werden dann getrennt zur Baustelle transportiert und erst am Aufbauort zusammengefügt und später mit der Rotornabe verbunden. Durch diese Philosophie verringern sich die Abmessungen der zu transportierenden Komponenten deutlich, sodass auch komplexe Standorte erreicht werden können.

Reine CFK-Rotorblätter führen Vor- und Nachteile ins Feld

Während die Außenblätter noch in herkömmlicher Formenbauweise gefertigt werden, stellt Enercon die Innenblätter außerdem in einem neuen Wickelverfahren her. Bei diesem vollautomatischen Produktionsprozess wird ein mit Harz-Härter-Gemisch vorgetränktes Glasgelege um einen sich drehenden Positivkern gewickelt. Auf die ausgehärtete Rohrstruktur wird in einem weiteren Produktionsschritt die aerodynamische Verkleidung geklebt, die dem Innenblatt sein gewünschtes Profil verschafft. Die Vorteile dieses Fertigungsverfahrens bestehen in einer hohen Prozesssicherheit, einer

gleichbleibenden Fertigungsqualität und niedrigen Herstellungskosten, wie es heißt.

Andreas de Palmenaer beschäftigt sich in diesem Zusammenhang am Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University mit der Entwicklung und Herstellung maßgeschneiderter Carbonfasern und Composites für den Rotorblattbau. Der Energietechniker meint, dass Carbonfasern auch einige Nachteile besitzen. So sind Carbonfasern elektrisch sehr leitfähig. Demzufolge ist die Herstellung reiner CFK-Rotorblätter in Bezug auf die Gefahr von Blitzeinschlägen nicht sinnvoll.

Demgegenüber kann die gute Wärmeleitfähigkeit von Carbonfasern zur Beheizung von Rotorblättern zur Vermeidung von Vereisungen genutzt werden. Dazu existieren am Markt bereits verschiedene Konzepte. Auch für die Problematik der Blitzableitung sind bereits Lösungen am Markt vorhanden.

Wenn·s um Druck geht, ist CFK im Nachteil

Der aktuelle Forschungstrend am Institut für Textiltechnik geht in Richtung der Entwicklung von Composites mit höheren Druckfestigkeiten bei gleichzeitig hohen Steifigkeiten. Die innen liegenden Holmgurte in den Rotorblättern werden aufgrund der Durchbiegung im Lastfall stark auf Druck belastet. Carbonfasern bieten hier im Vergleich zu Glasfasern geringere Druckfestigkeiten, sodass die Auslegung zuungunsten des Designs und des Gewichtes ausfällt. Bei hohen Druckbelastungen besteht im Verbundwerkstoff die Gefahr der Schubbeulenbildung, welche im schlimmsten Fall zum Versagen des Rotorblattes führen kann. Dabei ist die mangelnde Druckfestigkeit der Carbonfasern auf die hohe Anisotropie der Fasern zurückzuführen. Dazu werden am Institut für Textiltechnik Carbonfasern und Composites mit isotropen Eigenschaften und höheren Druckfestigkeiten entwickelt. Ziel dabei ist es, ähnliche oder bessere Druckfestigkeiten im Vergleich zu GFK bei gleichzeitig verbessertem spezifischen Gewicht und einer höheren Steifigkeit zu erreichen.

Rotorblattfabriken in Niedriglohnländern bergen Chancen

Ein weiterer Trend ist zurzeit, die Rotorblattfabriken in Regionen mit einem geringen Lohnniveau anzusiedeln. Dafür finden sich Beispiele in Nordafrika für den nordafrikanischen Markt sowie in Brasilien für den amerikanischen Markt. Anders als die Fertigungslinien in der Automobilindustrie läuft die Fertigung von Rotorblättern weitgehend händisch ab. Zum Beispiel durch das präzise Einbringen der Fasermatten in die Formen. Um das prozesssicher zu erreichen, wird großes handwerkwerkliches Geschick sowie eine gute Beobachtungsgabe benötigt, erläutert der Windkraftspezialist Sayer. Das kann im besten Fall zu einer Win-win-Situation führen, denn zum Beispiel in Marokko gibt es viele gut ausgebildete junge Leute, die auf der Suche nach einer adäquaten Beschäftigung sind.

Materialkenntnis sorgt für festen Stand bei Sturm und Wind

Diese vielen Entwicklungen und Trends sollen zu niedrigeren Stromgestehungskosten beim Einsatz von Windkraftanlagen führen, wenn man die Einsatzgrundsätze der verschiedenen Materialien berücksichtigt. Daraus lässt sich heute schon ableiten, dass im Zuge dieser technischen Evolution auch weltweit weitere Kapazitäten im Hinblick auf die Fertigung von Windkraftanlagen-Komponenten aufgebaut werden. Das birgt nicht zu verachtende Chancen für die Auftraggeber und die Struktur der Region, die sich diesem Bereich widmet. MM

Copyright© 2019 - Vogel Communications Group

Themengebiet:

→ Zurück zur Gesamtübersicht

Fragenkataloge zum Thema Carbon

1. **An Bundeswehr**
2. **An Behörden/Landesregierung**
3. **An Bundesamt für Bevölkerungsschutz**
4. **An Deutschen Feuerwehrverband**

Fragenkatalog zu Carbon – bzgl. Bundeswehrübung im April 2019 in Faulbach: Hubschrauber stürzt ab und brennt

2019-09-23

Einleitung:
Im April 2019 initiierte das Bundeswehr-Transporthubschrauberregiment 30 aus Niederstetten (Main-Tauber-Kreis) eine Übung in Faulbach zusammen mit 250 zivilen Helfern, zwei Hubschraubern, zwei Ländern, drei Landkreisen und mehreren hundert Zuschauern.
(Quelle: https://www.main-echo.de/regional/kreis-miltenberg/Bundeswehruebung-in-Faulbach-Hubschrauber-stuerzt-ab-und-brennt;art3999,6674709)

Das Ziel war, laut dem stellvertretenden Kommandeur des Regiments, Guido Möller, Bewusstsein für die Gefahr der „Fiesen Fasern“ zu schaffen. Die zivilen Rettungskräfte seien bei einem solchen Notfall zuerst vor Ort und müssten wissen, was auf sie zukommt.

Zum Einsatz kamen Dekontaminationskräfte wie ein ABC-Zug der Feuerwehr und ein **CBRN(E)-Trupp** des Roten Kreuzes aus dem Kreis Main-Spessart.

Fragen:

1. Werden Carbon „Fiese Fasern“ den CBRN-Substanzen zugeordnet?
   CBRN (von chemisch, biologisch, radiologisch und nuklear oder engl. chemical, biological, radiological and nuclear)

2. Werden Carbon „Fiese Fasern“ bei einem Brand mit den Rauchgasen fortgetragen?

3. Gibt es Schutzbekleidungen, die ein Durchdringen der Carbon „Fiese Fasern“ auf die Haut verhindern?

4. Insofern Atemfiltermasken zum Einsatz kommen, ergibt sich die Frage, ob es ein ausreichendes Filtermaterial in Atemmasken gibt, die das Einatmen der nur winzigen Micro-Millimeter kleinen Carbon „Fiesen Fasern“ zuverlässig verhindern?

5. Muss in jedem Fall mit Carbon „Fiese Fasern“ kontaminierte Kleidung vernichtet werden?

6. Wie läuft der Vernichtungsprozess ab und wie wird die mit Carbon „Fiese Fasern“ kontaminierte Kleidung entsorgt? Wo verbleiben die Reste?

7. Wie wird mit Carbon „Fiese Fasern“ verseuchtes Erdreich entsorgt? (Entsorgungskette)

8. Wie werden die mit Carbon „Fiese Fasern“ verschmutzten Fahrzeuge gereinigt?

9. Wo und wie werden die mit Carbon „Fiese Fasern“ angereicherten Abwässer gereinigt? (Abwasser – Auffangsystem, Einsatz von Bindemittel?)

10. Falls die Reinigung stattfindet, wie werden die mit Carbon „Fiesen Fasern“ gesättigten Filter entsorgt?

11. Wirken Carbon „Fiese Fasern“ permanent?

Fragenkatalog zu Carbon – bzgl. Bundeswehrübung im April 2019 in Faulbach: Hubschrauber stürzt ab und brennt

12. Können Carbon „Fiese Fasern“ durch geeignete Löschmittel gebunden werden?

13. Gibt es eine kritische Dosis der Carbon „Fiese Fasern“?

14. Wie verhalten sich Carbon „Fiese Fasern“ im Wasser?
    (z. B. bei einem Unglück in Gewässernähe)

15. Kann es zu einer Konzentrierung der Carbon „Fiese Fasern“ kommen?
    (z. B. an der Wasser- oder Erdoberfläche)

Behörden-/Landesregierung Fragenkatalog zu Carbon als Bestandteil in Windkraftanlagen im jeweiligen Bundesland

24. September 2019 (Redaktionelle Überarbeitung 29. November 2019)

Einleitung:

In zahlreichen Veröffentlichungen werden bei verbauten Materialien aus Carbon (CFK) Warnhinweise gegeben, wenn diese Materialien in Brand geraten. Als Beispiel wären hier die Ereignisse „Eurofighter Absturz“, Bundesland Mecklenburg-Vorpommern, am 24. Juni 2019 und Hubschrauberabsturz am 1. Juli 2019 bei Aerzen/Dehmke, Bundesland Niedersachsen, zu nennen.

Definition Carbon:
Kohlenstofffasern – auch kurz **Kohlefasern** genannt und als **Carbonfasern** oder **Karbonfasern** bezeichnet – sind industriell gefertigte hochfeste, (endlos) lange Fasern aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien, die durch an den Rohstoff angepasste chemische Reaktionen in graphitartig angeordneten Kohlenstoff umgewandelt werden. Eine zweite Form von eingesetztem Kohlenstoff sind mikroskopisch dünne Röhrchen, sogenannte Nano-Tubes, die wegen ihrer besonders hohen Festigkeit ebenfalls zur Verstärkung in Kunststoffen verwendet werden.

Bei Bränden mit dem Erreichen von Temperaturen mit mehr als 650 °C zerlegen sich die Carbonfasern und erreichen dabei eine kritisch gefährliche Größe, die in die Lungen eindringen kann. Da auch eine Aufnahme über die Haut nicht ausgeschlossen werden kann, wird auf eine besondere Gefahrenlage und zu besonderen Vorsichtsmaßnahmen hingewiesen. In Verbindung mit der Freisetzung von diesen Carbonfasern inkl. Nanotubes, umgangssprachlich „Fiese Fasern“ genannt, wird als Schutzmaßnahme für die Feuerwehr- und Rettungseinsatzkräfte die gleiche Schutzausrüstung wie bei Unfällen mit radioaktiven Stoffen angeordnet.
Somit müssen speziell gegen atomare, biologische und chemische Gefahren geschützte ABC-Züge der Feuerwehr und CBRN(E)-Trupps zum Einsatz kommen. (CBRN(E) steht für **c**hemical, **b**iological, **r**adioactive & **n**uclear and legal issues.)

Hierzu siehe Berichte der DEWEZET zum Hubschrauberabsturz Aerzen (Zeitraum 2. bis 9. Juli 2019) und Bundeswehrübung des Transporthubschrauberregiments 30 aus Niederstetten „Fiese Fasern“ in Faulbach vom 14.04.2019.
(https://www.main-echo.de/regional/kreis-miltenberg/Bundeswehruebung-in-Faulbach-Hubschrauber-stuerzt-ab-und-brennt;art3999,6674709)

Der von „Fiesen Fasern“ ausgehenden Gefahr wird insofern Rechnung getragen, dass aufwendige Dekontaminationsmaßnahmen zur Minimierung der Kontamination zur Anwendung gelangen. Diese müssen während des Einsatzes zur Brandbekämpfung, der Hilfeleistung von Verletzten und der Bergung durch die beruflichen und zivilen Einsatzkräfte am Unfallort strengstens beachtet werden, um eine Selbstgefährdung auszuschließen.

Mit einer Veröffentlichung des BUND vom 10. Mai 2012, „BUND warnt vor Risiken durch Nanotubes“, ergeben sich zu den genannten Problemen auch Hinweise bei Bränden in Verbindung mit Windkraftanlagen (WKA).

Behörden-/Landesregierung Fragenkatalog zu Carbon als Bestandteil in Windkraftanlagen im jeweiligen Bundesland

Nach Internet-Recherche können diese Carbon-Werkstoffe z. B. verbaut sein:
- als Verstärkung für Rotorblätter
- als Beschichtung von Rotorblattoberflächen
- als Begleitheizung in Rotorblättern zum Enteisen
- in Gondelgehäusen
- in Bremsbelegen

Bemerkung: Einen möglichen Hinweis könnten hierzu die Sicherheitsdatenblätter gemäß Verordnung (EG) 1907/2006 für die verbauten Materialien an WKA geben. Diese müssen den Antragsunterlagen auf immissionsschutzrechtliche Genehmigung beigefügt sein. Eine Berücksichtigung und Prüfung zum Erteilen der Baugenehmigung hat analog zu den verbauten Betriebs- und Schmierstoffen zu erfolgen.

Laut Mitteilung des TÜV-Verbandes (VdTÜV) kommt es zu rund 50 gravierenden Schäden an Windenergieanlagen pro Jahr. D.h. 3,3 % aller rund 30.000 WEA in der BRD erreichen nicht ihre Soll-Lebensdauer von 20 Jahren. Ein Großteil der Schäden ist auf Brände zurückzuführen.

Hieraus ergeben sich Fragen zum möglichen Gefährdungspotenzial zu den im Landkreis (hier betroffenen LdK eintragen) genehmigten und errichteten WKA.

Fragenkatalog zum potenziellen Brand von Windkraftanlagen und dessen gesundheitsschädlichen und umweltschädigenden Auswirkungen durch Kontamination mit Carbon „Fiesen Fasern“.

Fragen

1. An welchen Standorten im Land (Hier das jeweilige Bundesland einsetzen) sind WKA mit verbauten Carbon-Materialien errichtet worden?

2. In welchen dieser Anlagen bzw. Anlagenteilen ist Carbon als Bestandteil des jeweiligen Anlagentyps verbaut und in welchen Mengen (kg)?
   (siehe Liste/Aufzählung oben)

3. Welcher tatsächliche Abstand besteht zwischen mit Carbon verbauten WKA und den nächstgelegenen Bebauungen?

4. Werden Carbon „Fiese Fasern“ den CBRN-Substanzen zugeordnet?
   CBRN (von chemisch, biologisch, radiologisch und nuklear oder engl. chemical, biological, radiological and nuclear)

5. Wie hoch ist die Anzahl an Bränden in Verbindung mit WKA im Bundesland (Hier das jeweilige Bundesland einsetzen)?

6. Gibt es eine Erfassung von Bränden an WKA der Vergangenheit?
   (Bitte um Auflistung mit Datum, Standort und WKA-Typ)

7. Welche abwehrenden Brandschutzmaßnahmenkonzepte gibt es zu den einzelnen WKA-Standorten und kommen ABC-Züge der Feuerwehr und CBRN(E)-Trupps zum Einsatz?

Behörden-/Landesregierung Fragenkatalog zu Carbon als Bestandteil in Windkraftanlagen im jeweiligen Bundesland

8. Welche Maßnahmen werden bei einem eventuellen Brand einer WKA ergriffen, um die Bevölkerung vor den Carbon „Fiesen Fasern“ zu schützen? Es ist davon auszugehen, dass der Brandherd in einer Höhe größer als 100 m über Grund liegt. Bei Gesamthöhen von bis zu 250 m muss mit einem Fallout der „Fiesen Fasern“ aus entsprechender Höhe gerechnet werden.

9. Werden durch die Behörden Ausbreitungsberechnung, der freigesetzten Carbon „Fiesen Fasern“ beim Brand einer WKA vorgenommen, um entsprechende Vorsichts- und Verhaltensmaßnahmen an die betroffene Bevölkerung zu erlassen?

10. Berücksichtigen z.B. die Tabellen zur Ausbreitungsberechnung in den ABC-Konzepten des (Hier das jeweilige Bundesland einsetzten), dass Brandherd und damit der Entstehungsort der Carbon „Fiese Fasern“ in großen Höhen über Grund liegen?

11. Sind die örtlichen Feuerwehren und Hilfskräfte an den jeweiligen Standorten informiert über die WKA, in denen Carbon-Materialien verbaut wurden?

12. Können Dioxine oder andere Stoffe freigesetzt werden durch den Brand einer WKA?

13. Welche Maßnahmen sind für den Zivilschutz der Bevölkerung vorgesehen, um diese vor den gesundheitlichen Folgen durch Kontamination mit Carbon „Fiesen Fasern“ zu schützen?

14. Welche Auswirkungen bzw. Folgen haben die Kontaminationen durch die genannten Carbon „Fiesen Fasern“ auf die Vegetation, Feldfrüchte, Ernte und weiteren Anbau von Feldfrüchten?

15. Welche Auswirkungen bzw. Folgen hat die Kontamination durch die genannten Carbon „Fiesen Fasern“ auf das Grundwasser und Trinkwassergewinnungsgebiete?

16. Wie ist die Vorgehensweise nach einer flächendeckenden Kontamination durch „Fiese Fasern“?

    Hinweis: Nach Auskunft des Bundeswehr-Luftwaffenkommandos wurden in Mecklenburg-Vorpommern 1295 Tonnen organoleptisch auffälliger Boden der fachgerechten Entsorgung zugeführt. Darüber hinaus wurden an der Absturzstelle in Aerzen insgesamt 372 Tonnen Erde ausgehoben. Der Bodenaushub wurde durch einen Entsorgungsfachbetrieb abgefahren und direkt dort der Behandlung zugeführt, so nach Auskunft Bundeswehr Kommando Heer.
    Im Falle eines Brandes an einer WKA mit Carbon-Materialien werden die anfallenden Mengen an Bodenaushub um ein Vielfaches höher ausfallen, je nach kontaminierter Fläche.
    Hinzu kämen noch Reinigungskosten von Gebäuden, wenn diese ebenfalls kontaminiert werden mit Carbon „Fiesen Fasern“

17. Wer trägt die Folgekosten nach einer flächendeckenden Kontamination durch Carbon „Fiese Fasern“?

Behörden-/Landesregierung Fragenkatalog zu Carbon als Bestandteil in Windkraftanlagen im jeweiligen Bundesland

Genehmigungsverfahren

Im Rahmen der Antragstellung und Baugenehmigung jeder Windkraftanlage, ist grundsätzlich zu klären, ob im Zusammenhang von verbauten Materialien aus Carbon, Informationen über die verbauten Carbon- Materialien zurückgehalten worden sind, bzw. von der Genehmigungsbehörde (LdK), hier eine Gefährdungsbeurteilung hätte stattfinden müssen. Es wäre zu prüfen, ob der Tatbestand eines Verstoßes gegen das BImSchG hierbei gegeben ist (siehe Begründung nachstehend).

Einen möglichen Hinweis könnten hierzu die Sicherheitsdatenblätter gemäß Verordnung (EG) 1907/2006 für die verbauten Materialien an WKA geben. Diese müssen den Antragsunterlagen auf immissionsschutzrechtliche Genehmigung beigefügt sein. Eine Berücksichtigung und Prüfung zum Erteilen der Baugenehmigung hat analog zu den verbauten Betriebs- und Schmierstoffen zu erfolgen.

§ 1 BImSchG lautet:

(1) Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.

(2) Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, dient dieses Gesetz auch
- der integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen, sowie

- dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden.

Begutachtung Brandschutz und Maßgaben zur Gefahrenabwehr:

Insofern im Prüfverfahren, die verbauten brennbaren Materialien Carbon, keine Berücksichtigung gefunden haben, ist die Brandschutz-Begutachtung in Frage zu stellen. Es wurden und werden somit keine Maßgaben hinsichtlich einer Gefahrenabwehr bzgl. Freisetzung „Fiese Fasern“ im Genehmigungsverfahren festgeschrieben.

Adressat:

Bundesamt für
Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
Provinzialstraße 93
53127 Bonn

E-Mail: poststelle@bbk.bund.de

Einleitung:

In zahlreichen Veröffentlichungen werden bei verbauten Materialien aus Carbon (CFK), Warnhinweise gegeben, wenn diese Materialien in Brand geraten. Als Beispiel wären hier die Ereignisse „Eurofighter Absturz“, Bundesland Mecklenburg-Vorpommern, am 24. Juni 2019 und Hubschrauberabsturz am 1. Juli 2019 bei Aerzen/Dehmke, Bundesland Niedersachsen zu nennen.

Definition Carbon:
Kohlenstofffasern – auch kurz **Kohlefasern** genannt und als **Carbonfasern** oder **Karbonfasern** bezeichnet – sind industriell gefertigte hochfeste , (endlos) lange Fasern aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien, die durch an den Rohstoff angepasste chemische Reaktionen in graphitartig angeordneten Kohlenstoff umgewandelt werden. Eine zweite Form von eingesetztem Kohlenstoff sind mikroskopisch dünne Röhrchen, sogenannte Nano-Tubes, die wegen ihrer besonders hohen Festigkeit ebenfalls zur Verstärkung in Kunststoffen verwendet werden.

Bei Bränden, mit dem Erreichen von Temperaturen mit mehr als 650° C, zerlegen sich die Carbonfasern und erreichen dabei eine kritisch gefährliche Größe, die in die Lungen eindringen kann. Da auch eine Aufnahme über die Haut nicht ausgeschlossen werden kann, wird auf eine besondere Gefahrenlage und zu besonderen Vorsichtsmaßnahmen hingewiesen. In Verbindung mit der Freisetzung von diesen Carbonfasern, incl. Nanotubes, umgangssprachlich „Fiese Fasern“ genannt, wird als Schutzmaßnahme, für die Feuerwehr- und Rettungseinsatzkräfte, die gleiche Schutzausrüstung wie bei Unfällen mit radioaktiven Stoffen angeordnet.
Somit müssen spezielle ABC-Züge der Feuerwehr und gegen chemische, biologische, radiologische, nukleare und explosive Gefahren geschützte CBRN(E)-Trupps zum Einsatz kommen.

Hierzu siehe Berichte der DEWEZET zum Hubschrauberabsturz Aerzen (Zeitraum 2. bis 9. Juli 2019) und Bundeswehrübung des Transporthubschrauberregiments 30 aus Niederstetten „Fiese Fasern“ in Faulbach vom 14.04.2019.
(https://www.main-echo.de/regional/kreis-miltenberg/Bundeswehruebung-in-Faulbach-Hubschrauber-stuerzt-ab-und-brennt;art3999,6674709)

Der von „Fiesen Fasern“ ausgehenden Gefahr wird insofern Rechnung getragen, dass aufwendige Dekontaminationsmaßnahmen zur Minimierung der Kontamination zur Anwendung gelangen. Diese müssen während des Einsatzes zur Brandbekämpfung, Hilfeleistung von Verletzten und der Bergung durch die beruflichen und zivilen Einsatzkräfte am Unfallort strengstens beachtet werden, um eine Selbstgefährdung auszuschließen.

Mit einer Veröffentlichung des BUND vom 10. Mai 2012, „BUND warnt vor Risiken durch Nanotubes“, ergeben sich zu den genannten Problemen auch Hinweise bei Bränden in Verbindung mit Windkraftanlagen (WKA).

Nach Internet-Recherche können diese Carbon-Werkstoffe z.B. verbaut sein:
- als Verstärkung für Rotorblättern
- als Beschichtung von Rotorblattoberflächen
- als Begleitheizung in Rotorblättern zum Enteisen
- in Gondelgehäuse
- in Bremsbelegen

Laut Mitteilung des TÜV-Verband (VdTÜV) kommt es zu rund 50 gravierenden Schäden an Windenergieanlagen pro Jahr. D.h. 3,3 % aller rund 30.000 WEA in der BRD erreichen nicht ihre Soll-Lebensdauer von 20 Jahren. Ein Großteil der Schäden ist auf Brände zurückzuführen.

Fragenkatalog zum potenziellen Brand von Windkraftanlage, Maßnahmen zum Katastrophenschutz und dessen gesundheitsschädlichen und umweltschädigenden Auswirkungen durch Kontamination mit Carbon „Fiesen Fasern“.

Fragen

1. Werden Carbon „Fiese Fasern“ den CBRN-Substanzen zugeordnet?
   CBRN (von chemisch, biologisch, radiologisch und nuklear oder engl. Chemical, Biological, Radiological and Nuclear)

2. Werden Carbon „Fiese Fasern“ als sonstiger Gefahrstoff oder als schädigende Chemikalie eingestuft?

3. Welche Maßnahmenkonzepte in Verbindung mit brennenden WKA und der Freisetzung von Carbon „Fiese Fasern“ gibt es?

4. Kommen grundsätzlich ABC-Züge der Feuerwehr und CBRN(E)-Trupps zum Einsatz, wenn es einen Verdacht der Freisetzung von Carbon „Fiese Fasern“ gibt?

5. Welche Maßnahmen werden bei einem Brand einer WKA ergriffen, um die Bevölkerung vor Kontamination durch freigesetzte Carbon „Fiesen Fasern“ zu schützen?
   Es ist davon auszugehen, dass der Brandherd in einer Höhe größer als 100 m über Grund liegt. Bei Gesamthöhen von bis zu 250 m muss mit einem Fallout der Carbon „Fiesen Fasern“ aus entsprechender Höhe gerechnet werden.

6. Können ABC-Züge der Feuerwehr oder CBRN(E)-Trupps freigesetzte Carbon „Fiesen Fasern“ am Einsatzort und Einsatzstelle messtechnisch erfassen und Auswerten? Mit welchen Messverfahren oder Methoden werden die Analysen durchgeführt?

7. Werden durch die Behörden Ausbreitungsberechnung, der freigesetzten Carbon „Fiesen Fasern“ beim Brand einer WKA vorgenommen, um entsprechende Vorsichts- und Verhaltensmaßnahmen an die betroffene Bevölkerung zu erlassen?

8. Berücksichtigen z.B. die Tabellen zur Ausbreitungsberechnung in den ABC-Konzepten des (Hier das jeweilige Bundesland einsetzten), dass Brandherd und damit der Entstehungsort der Carbon „Fiese Fasern“ in großen Höhen über Grund liegen?

9. Sind die örtlichen zuständigen Behörden, mit deren Katastrophenstäben, in Besitz von Informationen über die jeweiligen WKA, in denen Carbon-Materialien verbaut sind?

10. Können Dioxine oder andere Stoffe freigesetzt werden durch den Brand einer WKA?

11. Welche Maßnahmen sind für den Zivilschutz der Bevölkerung vorgesehen, um diese vor den gesundheitlichen Folgen durch Kontamination mit freigesetzten Carbon „Fiese Fasern“ zu schützen?

12. Welche Auswirkungen bzw. Folgen haben die Kontaminationen, durch die freigesetzten Carbon „Fiesen Fasern“ auf die Vegetation, Feldfrüchte, Ernte und weiteren Anbau von Feldfrüchten?

13. Welche Auswirkungen bzw. Folgen hat die Kontamination, durch die freigesetzten Carbon „Fiese Fasern“ auf das Grundwasser und Trinkwassergewinnungsgebiete?

14. Wie ist die Vorgehensweise nach einer großflächigen Kontamination durch freigesetzte Carbon „Fiese Fasern“?

    Hinweis: Nach Auskunft des Bundeswehr-Luftwaffenkommandos wurden in Mecklenburg-Vorpommern 1295 Tonnen organoleptisch auffälliger Boden der fachgerechten Entsorgung zugeführt. Darüber hinaus wurden an der Absturzstelle in Aerzen insgesamt 372 Tonnen Erde ausgehoben. Der Bodenaushub wurde durch einen Entsorgungsfachbetrieb abgefahren und direkt dort der Behandlung zugeführt, so nach Auskunft Bundeswehr Kommando Heer.
    Im Falle eines Brandes an einer WKA mit Carbon-Materialien werden die anfallenden Mengen an Bodenaushub um ein Vielfaches höher ausfallen, je nach kontaminierter Fläche.
    Hinzu kämen noch Reinigungskosten von Gebäuden, wenn diese ebenfalls kontaminiert werden mit Carbon „Fiesen Fasern“

15. Wer trägt die Folgekosten nach einer großflächigen Kontamination durch freigesetzte Carbon „Fiese Fasern“?

Adressat:

Deutscher Feuerwehrverband e. V. (DFV)
Bundesgeschäftsstelle

Reinhardtstraße 25
10117 Berlin

E-Mail: info@dfv.org
Internet: www.feuerwehrverband.de

Landesfeuerwehrverband Baden-Württemberg, Landesfeuerwehrverband Bayern, Landesfeuerwehrverband Berlin, Landesfeuerwehrverband Brandenburg, Landesfeuerwehrverband Bremen, Landesbereich Freiwillige Feuerwehr Hamburg, Landesfeuerwehrverband Hessen, Landesfeuerwehrverband Mecklenburg-Vorpommern, Landesfeuerwehrverband Niedersachsen, Verband der Feuerwehren in Nordrhein-Westfalen, Landesfeuerwehrverband Rheinland-Pfalz, Landesfeuerwehrverband Saarland, Landesfeuerwehrverband Sachsen, Landesfeuerwehrverband Sachsen-Anhalt, Landesfeuerwehrverband Schleswig-Holstein, Thüringer Feuerwehr-Verband

Einleitung:

In zahlreichen Veröffentlichungen werden bei verbauten Materialien aus Carbon (CFK), Warnhinweise gegeben, wenn diese Materialien in Brand geraten.
Als Beispiel wären hier die Ereignisse „Eurofighter Absturz“ Bundesland Mecklenburg-Vorpommern am 24. Juni 2019 und Hubschrauberabsturz am 1. Juli 2019 bei Aerzen/Dehmke, Bundesland Niedersachsen zu nennen.

Definition Carbon:
Kohlenstofffasern – auch kurz **Kohlefasern** genannt und als **Carbonfasern** oder **Karbonfasern** bezeichnet – sind industriell gefertigte hochfeste , (endlos) lange Fasern aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien, die durch an den Rohstoff angepasste chemische Reaktionen in graphitartig angeordneten Kohlenstoff umgewandelt werden. Eine zweite Form von eingesetztem Kohlenstoff sind mikroskopisch dünne Röhrchen, sogenannte Nano-Tubes, die wegen ihrer besonders hohen Festigkeit ebenfalls zur Verstärkung in Kunststoffen verwendet werden.

Bei Bränden, mit dem Erreichen von Temperaturen mit mehr als 650° C, zerlegen sich die Carbonfasern und erreichen dabei eine kritische gefährliche Größe, die in die Lungen eindringen kann. Da auch eine Aufnahme über die Haut nicht ausgeschlossen werden kann, wird auf eine besondere Gefahrenlage und zu besonderen Vorsichtsmaßnahmen hingewiesen. In Verbindung mit der Freisetzung von diesen Carbonfasern, incl. Nanotubes, umgangssprachlich „Fiese Fasern“ genannt, wird als Schutzmaßnahme, für die Feuerwehr- und Rettungseinsatzkräfte, die gleiche Schutzausrüstung wie bei Unfällen mit radioaktiven Stoffen angeordnet.
Somit müssen spezielle ABC-Züge der Feuerwehr und gegen chemische, biologische, radiologische, nukleare und explosive Gefahren geschützte CBRN(E)-Trupps zum Einsatz kommen.

Hierzu siehe Berichte der DEWEZET zum Hubschrauberabsturz Aerzen (Zeitraum 2. bis 9. Juli 2019) und Bundeswehrübung des Transporthubschrauberregiments 30 aus Niederstetten „Fiese Fasern“ in Faulbach vom 14.04.2019.
(https://www.main-echo.de/regional/kreis-miltenberg/Bundeswehruebung-in-Faulbach-Hubschrauber-stuerzt-ab-und-brennt;art3999,6674709)

Der von „Fiesen Fasern“ ausgehenden Gefahr wird insofern Rechnung getragen, dass aufwendige Dekontaminationsmaßnahmen zur Minimierung der Kontamination zur Anwendung gelangen. Diese müssen während des Einsatzes zur Brandbekämpfung, Hilfeleistung von Verletzten und der Bergung durch die beruflichen und zivilen Einsatzkräfte am Unfallort strengstens beachtet werden, um eine Selbstgefährdung auszuschließen.

Aber nicht nur die Einsatzkräfte sind Gefahren ausgesetzt. Es müssen bei einem Brand mit Freisetzung von „fiesen Fasern“, auch umgehend Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung getroffen werden. So lautet es in einem Bericht von Merkur.de vom 13.10.2010. Der Unfallort müsse weiträumig abgesperrt und evakuiert werden, so erklären die Ingenieure. Ein Radius von 300 Metern diene dabei nur als ungefährer Richtwert. Wind und Windrichtung seien zu beachten.

Mit einer Veröffentlichung des BUND vom 10. Mai 2012, „BUND warnt vor Risiken durch Nanotubes“, ergeben sich zu den genannten Problemen auch Hinweise bei Bränden in Verbindung mit Windkraftanlagen (WKA).

Nach Internet-Recherche können diese Carbon-Werkstoffe z.B. verbaut sein:
- als Verstärkung für Rotorblättern
- als Beschichtung von Rotorblattoberflächen
- als Begleitheizung in Rotorblättern zum Enteisen
- in Gondelgehäuse
- in Bremsbelegen

Laut Mitteilung des TÜV-Verband (VdTÜV) kommt es zu rund 50 gravierenden Schäden an Windenergieanlagen pro Jahr. D.h. 3,3 % aller rund 30.000 WEA in der BRD erreichen nicht ihre Soll-Lebensdauer von 20 Jahren. Ein Großteil der Schäden sind auf Brände zurückzuführen.

Fragenkatalog zum potenziellen Brand von Windkraftanlage, Maßnahmen zum Feuerwehreinsatz vor Ort, zum Katastrophenschutz und dessen Gesundheitsschädlichen und Umwelt schädigenden Auswirkungen durch Kontamination mit Carbon „Fiesen Fasern“.

Fragen

1. Sind dem DFV, den Landesfeuerwehrverbänden und jeweiligen Feuerwehren bekannt, an welchen WKA der Standorte im Land (Hier das jeweilige Bundesland einsetzten), Carbon-Materialien verbaut worden sind?

2. In welchen dieser Anlagen bzw. Anlagenteile ist Carbon als Bestandteil des jeweiligen Anlagentyps verbaut und in welchen Mengen (kg)?
   (Siehe Liste/Aufzählung oben)

3. Werden Carbon „Fiese Fasern“ den CBRN-Substanzen zugeordnet?
   CBRN (von chemisch, biologisch, radiologisch und nuklear oder engl. Chemical, Biological, Radiological and Nuclear)

4. Werden Carbon „Fiese Fasern“ als sonstiger Gefahrstoff oder als schädigende Chemikalie eingestuft?

5. Welche Maßnahmenkonzepte in Verbindung mit brennenden WKA und der Freisetzung von Carbon „Fiese Fasern“ gibt es?

6. Kommen grundsätzlich ABC-Züge der Feuerwehr und CBRN(E)-Trupps zum Einsatz, wenn es einen Verdacht der Freisetzung von Carbon „Fiese Fasern“ gibt?

7. Welche Maßnahmen werden bei einem Brand einer WKA ergriffen, um die Bevölkerung vor Kontamination durch, freigesetzte Carbon „Fiesen Fasern“ zu schützen?
   Es ist davon auszugehen, dass der Brandherd in einer Höhe größer als 100 m über Grund liegt. Bei Gesamthöhen von bis zu 250 m muss mit einem Fallout der Carbon „Fiesen Fasern“ aus entsprechender Höhe gerechnet werden.

8. Die DFV Empfehlung bei einem Brand an einer WKA beträgt 500-1000 Metern. Wie groß wäre mindestens der Radius, in dem eine weiträumige Absperrung und Evakuierung der Bevölkerung notwendig wäre, wenn es zu einer Freisetzung von Carbon „Fiesen Fasern“ kommen sollte?

9. Können ABC-Züge der Feuerwehr oder CBRN(E)-Trupps freigesetzte Carbon „Fiesen Fasern“ am Einsatzort und Einsatzstelle messtechnisch erfassen und Auswerten? Mit welchen Messverfahren oder Methoden werden die Analysen durchgeführt?

10. Werden durch ABC-Züge der Feuerwehr oder CBRN(E)-Trupps Ausbreitungsberechnung, der freigesetzten Carbon „Fiesen Fasern“ beim Brand einer WKA vorgenommen, um eine weiträumige Absperrung und Evakuierung der Bevölkerung einzuleiten bzw. entsprechende Vorsichts- und Verhaltensmaßnahmen an die betroffene Bevölkerung zu erlassen?

11. Berücksichtigen z.B. die Tabellen zur Ausbreitungsberechnung in den ABC-Konzepten des (Hier das jeweilige Bundesland einsetzten), dass Brandherd und damit der Entstehungsort, der Carbon „Fiese Fasern“ in großen Höhen über Grund liegen?

12. Können Dioxine oder andere Stoffe freigesetzt werden durch den Brand einer WKA?

13. Welche Maßnahmen sind für den Zivilschutz der Bevölkerung vorgesehen, um diese vor den gesundheitlichen Folgen durch Kontamination, mit freigesetzten Carbon „Fiese Fasern“, zu schützen?

14. Wie kann eine tiefergehende Kontamination durch Carbon „Fiese Fasern“ des Erdreichs bzw. des Grundwassers verhindert werden bzw. begrenzt werden?

15. Welche Auswirkungen bzw. Folgen hat die Kontamination, durch die freigesetzten Carbon „Fiese Fasern“ auf das Grundwasser und Trinkwassergewinnungsgebiete?

16. Wie ist die Vorgehensweise nach einer großflächigen Kontamination durch freigesetzte Carbon „Fiese Fasern“ von Flur, Wald und Gewässern?

    Hinweis: Nach Auskunft des Bundeswehr-Luftwaffenkommandos wurden in Mecklenburg-Vorpommern 1295 Tonnen organoleptisch auffälliger Boden der

fachgerechten Entsorgung zugeführt. Darüber hinaus wurden an der Absturzstelle in Aerzen insgesamt 372 Tonnen Erde ausgehoben. Der Bodenaushub wurde durch einen Entsorgungsfachbetrieb abgefahren und direkt dort der Behandlung zugeführt, so nach Auskunft des Bundeswehr Kommando Heer.
Im Falle eines Brandes an einer WKA mit Carbon-Materiealien werden die anfallenden Mengen an Bodenaushub um ein Vielfaches höher ausfallen, je nach kontaminierter Fläche.
Hinzu kämen noch Reinigungskosten von Gebäuden, wenn diese ebenfalls kontaminiert werden mit „Fiesen Fasern“

17. Gibt es an den jeweiligen Standorten von WKA, Schutzbekleidungen für die Einsatzkräfte der Feuerwehren, die ein Durchdringen der Carbon „Fiese Fasern“ auf die Haut verhindern?

18. Insofern außer umgebungsluftunabhängige Atemgeräte wie, Atemfiltermasken zum Einsatz kommen, ergibt sich die Frage, ob es ein ausreichendes Filtermaterial in Atemmasken gibt, die das Einatmen, der nur winzigen Micro-Millimeter kleinen Carbon „Fiesen Fasern“ zuverlässig verhindern?

19. Muss in jedem Fall mit Carbon „Fiese Fasern“ kontaminierte Kleidung vernichtet werden?

20. Wie läuft der Vernichtungsprozess ab und wie wird die mit Carbon „Fiese Fasern“ kontaminierte Kleidung entsorgt? Wo verbleiben die Reste?

21. Wie wird mit Carbon „Fiese Fasern“ verseuchtes Erdreich entsorgt? (Entsorgungskette)

22. Wie wird mit Carbon „Fiese Fasern“ verseuchtes Oberflächen- und Grundwasser entsorgt? (Entsorgungskette)

23. Wie werden die mit Carbon „Fiese Fasern“ verschmutzten Fahrzeuge gereinigt?

24. Wo und wie werden die mit Carbon „Fiese Fasern“ angereicherten Abwässer gereinigt? (Abwasser – Auffangsystem, Einsatz von Bindemittel?)

25. Falls die Reinigung stattfindet, wie werden die mit Carbon „Fiesen Fasern“ gesättigten Filter entsorgt?

Themengebiet: → Zurück zur Gesamtübersicht

Sonstige Veröffentlichungen zu Gefahren durch CFK

1. Innovativer Werkstoff Carbon für Windkraftanlagen und deren Gefahren
2. BUND warnt vor Risiken durch Nanotubes (10.05.2012)
3. Fiese Fasern - Gefahr für Rettungskräfte (13.12.2010)
4. Warnung vor der fantastischen Faser (17.09.2015)
5. L.JNIVERSIM Gesundheitsgefährdung durch lungengängige Kohlenstofffasern beim Abbrand von Carbonkunststoffen (04.05.2017)
6. BAYER Carbon Nano Tubes - Chancen und Risiken einer neuen Technologie (03.05.2012)
7. FACTORYNET Warum Windräder 2040 zum Problem werden. (13.09.2016)

Innovativer Werkstoff Carbon für Windkraftanlagen und deren Gefahren

Stand: 2019-10-17

Innovative Werkstoffe helfen bei der Weiterentwicklung von Windkraftanlagen (WKA). Immer höhere Leistungsanforderung an immer größere WKA, machen den Einsatz von leichteren und belastbaren Werkstoffen notwendig. Hieraus resultiert die Verwendung von Kohlefaserkunststoff Carbon. Im Rahmen des Verbundprojekts „Lenah“ (Lebensdauererhöhung und Leichtbauoptimierung durch nanomodifizierte und hybride Werkstoffsysteme im Rotorblatt) haben Forscher daher neue Werkstoffe entwickelt. Im Folgeprojekt „Hannah“ (Herausforderungen der industriellen Anwendung von nanomodifizierten und hybriden Werkstoffsystemen im Rotorblattbau) wollen sie nun die Anwendung testen. Dafür nehmen sie nanomodifizierte Stoffe und hybride Laminate genauer unter die Lupe. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert das im März 2019 gestartete Projekt mit 3,3 Millionen Euro. (Quelle: https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/werkstoffe/leichte-rotoren-aus-hybriden/)

Wenig in der Öffentlichkeit bekannt ist, dass bereits seit mehreren Jahren, Firmen wie VESTAS und NORDEX, hier nur als Beispiel genannt, Carbon als Bestandteil von Verbundwerkstoffen verwendet im Rotorblattbau. In den Herstellerprospekten ist dieses nachzulesen. Carbon wird geradezu als Segen für die Windkraftbranche gefeiert, da man in der Lage ist, immer leistungsstärkere und höher WKA zu errichten.
Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten, wie man so schön sagt. Auch diese Aussage gilt für den Wunderwerkstoff Carbon. So wies erstmals der BUND, in einer Veröffentlichung vom 10. Mai 2010 auf die Risiken in Verbindung mit Carbon und Nanotubes hin. Der Grund liegt nicht in der Verarbeitung des Werkstoff Carbon, sondern vielmehr darin, wenn es zu unvorhergesehenen Störungen, wie Bränden an den verbauten Werkstoffen aus Carbon kommen sollte.

Jüngste Unfallereignisse wie „Eurofighter Absturz“ Bundesland Mecklenburg-Vorpommern am 24. Juni 2019 und der Hubschrauberabsturz am 1. Juli 2019 bei Aerzen/Dehmke, Bundesland Niedersachsen sind hier zu nennen.

In dem vom Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr herausgegebenen Info-Brief 08/2014, Gefährdung durch lungengängige Carbonfaserbruchstücke nach Bränden, wird explizit auf die Risiken bei Freisetzung von sogenannten „fiese Fasern“ eingegangen. Darin heißt es: „Diese Carbonfaserbruchstücke stellen, zusätzlich zu akuten Gefährdungen wie Hitzeeinwirkung und Exposition gegenüber toxischen Brandprodukten, für direkt an Brand-Unfällen beteiligte Personenkreise, z.B. Feuerwehr, Rettungskräfte oder Unfalluntersucher, eine weitere Gefährdung dar.“

Ferner heißt es unter:

„Punkt 3. Gefährdungen durch lungengängige Carbonfaserbruchstücke

Die lungengängigen Carbonfaserbruchstücke haben einen Durchmesser kleiner 3 µm, eine Länge größer 5 µm und ein Längen-zu-Durchmesser-Verhältnis größer 3:1. Nach Definition der WHO sind diese Faserbruchstücke (WHO-Fasern) krebsverdächtig. Gemäß dem aktuell gültigen Gefahrstoffrecht sind sie als krebserzeugend, Kategorie 3 („Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zu Besorgnis geben“) eingestuft. Bei einer Exposition werden die Faserbruchstücke nicht von den Nasenschleimhäuten zurückgehalten. Sie können tief bis zu den Lungenbläschen vordringen und dort in hohen Konzentrationen vorliegen. Da sie sich nicht auflösen, können sie zu entzündlichen Reaktionen und speziellen Tumoren führen, welche bereits aus der Asbest-problematik bekannt sind.

Die Carbonfaserbruchstücke sind aufgrund ihrer Abmessungen nicht mit dem bloßen Auge sichtbar. Der beim Brand entstehende Rauch dient nur indirekt zur Orientierung für die Ausbreitung der Faserbruchstücke.“

Weitere Erläuterungen von Prof Dr. Sebastian Eibl, Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe, Deutsche Bundeswehr. Erding werden im Artikel:

„Gesundheitsgefährdung durch lungengängige Kohlenstofffasern beim Abbrand von

Carbonkunststoffen“ vom 4. Mai 2017 gegeben.

Diese Informationen wurden als Warnhinweise zu den Bränden an verunfallten Luftfahrzeugen herausgegeben.

Wichtiger Hinweis an dieser Stelle, es handelt sich um brennende Trümmerteile am Erdboden!

Bei Bränden an WKA muss von einer ganz anderen Dimension ausgegangen werden.

1. Die Mengen an verbauten Carbon Materialien an WKA liegt um ein Vielfaches höher.
2. Der Brandherd sich in ca. 150 bis 250 Meter Höhe befindet.

Hinzu kommt erschwerend, dass ein Eingreifen durch Feuerwehren nicht möglich ist aufgrund der Höhe des Brandherdes. Die Fachempfehlung Nr. 1 vom 7. März 2008 des deutschen Feuerwehr Verband spricht von einem „kontrollierten Abbrennen lassen“
Unter den sich darstellenden Gesichtspunkten eine mehr als fragwürdige Vorgehensweise, die einer Neubewertung dringender denn je macht.

Somit werden sich die gesundheitsgefährdenden „fiesen Fasern“ ungehindert, je nach Windrichtung und Windstärke, über ein großes Areal (Feld, Wald und Flur einschließlich Wohn- und Gewerbegebieten) verteilen und zu Kontaminationen führen.

Ein Binden der „Fiesen Fasern“ im Bereich einer kontaminierten Erdoberfläche, in einer Größenordnung von mehreren hundert Hektar, ist nahezu unmöglich. Diese Tatsache wirft gravierende Fragen zu den Folgenschäden an Menschen und Natur auf, abgesehen von den horrenden Folgekosten einer Schadensbehebung bzw. Beseitigung der Kontaminationen.

Gravierend ist auch die Tatsache, dass Behörden, wie Umweltbundesamt (UBA) und Genehmigungsbehörden, keine konkreten Informationen vorliegen, ob und in welchen Mengen eingesetzte Verbundmaterialien, wie Carbon in den jeweiligen WKA verbaut sind.

Weiterhin bei Erteilen der Baugenehmigung von WKA, in der Vergangenheit und auch Gegenwart, eine Betrachtung dieser Gefährdung nicht in das Prüfverfahren zur Baugenehmigung mit integriert war bzw. ist.

Hersteller von WKA geben auf Anfragen hierzu keine Informationen heraus in Berufung auf Betriebsgeheimnis.

Somit liegen den Hilfs- und Rettungskräften ebenfalls keine Informationen vor.
Es würde als Folge dieser Umstände, keine Messungen und Luftproben angestellt werden.
Die zivile Bevölkerung ist bei jedem Brand an einer WKA schutzlos den „Fiesen Fasern“ ausgeliefert. Eine Kontamination ist unausweichlich und mit erheblichen gesundheitlichen Risiken verbunden.

Der BUND fordert hierzu:
Aus Sicht der Umweltverbände müsse der Betreiber vor einer Genehmigung hinreichend plausibel darlegen, dass von der Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen ausgehen, welche Emissionen und Immissionen in welcher Höhe zu erwarten sind, welche Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit damit verbunden sind, wie hoch die Belastung innerhalb der Anlage ist und welche Mengen dieses speziellen Feinstaubs bei einem Störfall austreten können. Dies habe man in der erforderlichen Transparenz bislang vermisst.

Die Häufigkeit der Havarien an WKA lässt sich nur annähernd an der „WKA Unfälle“ nachvollziehen.

Siehe Unfallliste WKA in Deutschland

PROCESS
Chemie · Pharma · Verfahrenstechnik

Jetzt drucken

Nanotubes

BUND warnt vor Risiken durch Nanotubes

10.05.12 | Redakteur: Wolfgang Ernhofer

Mithilfe der Nanotubes soll z.B. das Rotoren-Gewicht von Windkrafträdern verringert werden. (Bild: Bayer Material Science)

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) und die Coordination gegen Bayer-Gefahren kritisieren die geplante Genehmigung einer Produktionsanlage für Carbon Nanotubes (CNT) in Laufenburg am Oberrhein.

Köln – Mehrere Umweltverbände und Privatpersonen hatten Einwände gegen die Genehmigung der Nanotubes-Produktionsanlage in Laufenburg eingereicht.

"Ein mit Nanotubes vergleichbares Material kommt in der Natur nicht vor. Der derzeitige Wissensstand zum Gefahrenpotential von CNT ist zudem gering - dies ist angesichts einer geplanten Großproduktion nicht zu akzeptieren," sagte Claudia Baitinger, Chemieexpertin des BUND.

Die derzeit gültigen Umwelt- und Arbeitsschutzgesetze seien geschaffen worden, als Nanoteilchen noch nicht großtechnisch produziert wurden. Die Genehmigungsverfahren für die Anlagen in Leverkusen oder Laufenburg seien daher mit den bestehenden Regelungen nicht beherrschbar.

Nanotubes-Versuchsanlagen in Leverkusen und Laufenburg

Die Laufenburger Anlage, die von der Firma H.C. Starck im Auftrag von Bayer MaterialScience betrieben wird, hatte im Jahr 2006 eine befristete Genehmigung als Versuchsanlage erhalten. Die Produktion soll nun von 30 auf 75 Tonnen pro Jahr ausgeweitet werden und eine dauerhafte Genehmigung erhalten. Bayer selbst betreibt in Leverkusen ebenfalls eine Versuchsanlage, die sogar eine maximale Kapazität von 200 Jahrestonnen besitzt. Da diese laut BUND nicht wie geplant funktioniert, soll nun auf die Anlage in Laufenburg ausgewichen werden.

Nanotubes für den Anlagenbau

Die von Bayer MaterialScience produzierten Carbon Nanotubes (CNTs), winzige Röhrchen aus Kohlenstoff, sollen nach Angaben von Bayer in Lacken, beim Bau von Rotorblättern und in Sportartikeln eingesetzt werden. Nach Informationen von BUND, zeigen Tierversuche, dass bestimmte CNTs die Entstehung von Krebs ähnlich wie Asbestfasern begünstigen können. DNA-Schäden der Aorta sind ebenso möglich wie eine Beeinträchtigung der Lungenfunktion. Nanotubes können vom Körper sowohl über die Atemwege als auch über die Haut aufgenommen werden.

Aus Sicht der Umweltverbände müsse der Betreiber vor einer Genehmigung hinreichend plausibel darlegen, dass von der Anlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen ausgehen, welche Emissionen und Immissionen in welcher Höhe zu erwarten sind, welche Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit damit verbunden sind, wie hoch die Belastung innerhalb der Anlage ist und welche Mengen dieses speziellen Feinstaubs bei einem Störfall austreten können. Dies habe man in der erforderlichen Transparenz bislang vermisst.

Copyright © 2019 - Vogel Communications Group

Auch leichte Brände können schwere Folgeschäden nach sich ziehen. F.: sin

0

Aktualisiert: 13.12.10 - 17:53

Fiese Fasern - Gefahr für Rettungskräfte

- Anzeige -

Erding - In immer mehr Fahrzeugen werden Faserverbundwerkstoffe verarbeitet. Im Unglücksfall können diese die Retter und die umliegende Bevölkerung schädigen.

Asbest ist passé, giftige Faserverbundwerkstoffe (CFK) allgegenwärtig. Dies verdeutlichte Norbert Scholz von der Arbeitsgruppe für Technische Untersuchungen (AGTU) des Luftwaffeninstandhaltungsregimentes 1 einigen Führungskräften von Feuerwehr, THW und Rettungsdienst in dem Vortrag „Gefahrgut – Einsatzgrundsätze bei Bränden mit CFK“ im Schulungsraum der Erdinger Feuerwehr.

- Anzeige -

Kohlenstoff-Fasern, die meist in mehreren Lagen als Verstärkung in Kunststoff eingebettet werden, finden immer dann Verwendung, wenn hohe Festigkeit und Steifigkeit gefordert wird. Verunfallen diese Fahrzeuge jedoch, ergeben sich für die Personen, die bei der Brandbekämpfung, Rettung und Untersuchung eingesetzt werden, nicht unerhebliche Gefahren durch die lugenschädigenden und krebserregenden Fasern.

Ein Militärflughafen und ein ziviler Großflughafen im Landkreis seien Grund genug, so Scholz, die Rettungskräfte für dieses noch weitgehend unbekannte Thema zu sensibilisieren. So besteht zum Beispiel der neue Superflieger A 380 zu 22 Prozent (58 Tonnen) aus CFK. Für Rettungskräfte sei das Tragen von Schutzmasken und Schutzkleidung zwingend geboten, mahnte Scholz. Um sich vor Schnittverletzungen, die sich heftig entzünden können, zu schützen, müssten auch schnittfeste Handschuhe getragen werden.

Aber nicht nur die Einsatzkräfte seien Gefahren ausgesetzt. Es müssten auch umgehend Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung getroffen werden. Der Unfallort müsse weiträumig abgesperrt und evakuiert werden, erklärte der Ingenieur. Ein Radius von 300 Metern diene dabei nur als ungefährer Richtwert. Wind und Windrichtung seien zu beachten. Rettungshubschrauber, die die Einsatzstelle anfliegen, müssten in ausreichendem Sicherheitsabstand und an der windabgeneigten Seite zur Einsatzstelle zur Landung gehen, um mit den Rotoren nicht noch mehr giftige Stoffe und Fasern aufzuwirbeln.

Scholz zeigte den Rettern außerdem eine ganze Reihe weiterer Beispiele aus dem ganz Alltag, bei denen CFK eingesetzt ist: Autos, Lkw, Busse, Müllbehälter, Angelruten, Sportgeräte, Fahrräder seien nur ein kleiner Ausschnitt.

Norbert Simmet

Anzeige geschlossen von Google
Diese Werbung melden
Warum sehe ich diese Werbung?

0

Auch interessant

Diese Webseite nutzt Cookies, um bestmögliche Funktionalität bieten zu können.
Wenn Sie die Webseite weiternutzen, stimmen Sie der Nutzung von Cookies zu.
Einverstanden Mehr erfahren

UMWELT

Warnung vor der fantastischen Faser

Carbonfasern gelten als Werkstoff der Zukunft. Nicht recycelbare CFK-Abfälle aber können zum massiven Problem werden.

Von Reinhold Willfurth

17. September 2015 06:30 Uhr

Carbonfasern sind wegen Risiken bei der Verbrennung in die Diskussion geraten. Foto: obs/SGL Carbon

ANZEIGE

SCHWANDORF. Dem Schlund im Schwandorfer Müllkraftwerk entgeht so leicht nichts. Ausgestattet mit einer modernen Rauchgasreinigung, schlucken die Müllöfen so ziemlich alles, was der Mensch nicht mehr braucht. Einer Abfallart aber weisen die Entsorger des ZMS aber konsequent die Ofentür: Produktionsreste aus der Carbonfaserindustrie haben im Müllkraftwerk Hausverbot. Und nicht nur dort: „In ganz Süddeutschland und in der Schweiz nimmt kein Müllkraftwerk mehr solche Abfälle an“, sagt ZMS-Verbandsdirektor Thomas Knoll.

Der Bann der Entsorger trifft ausgerechnet den Werkstoff der Zukunft – hochfest, leicht und strapazierfähig sind Werkstoffe auf Kohlefaserbasis und damit zum Beispiel der ideale Ersatz für Stahl oder Aluminium im Fahrzeug- oder Flugzeugbau. Das Traummaterial für Konstrukteure wurde aber zum Alptraum der Entsorger. „Bei uns kam das Material so gut wie unverbrannt wieder aus den Öfen heraus. Es verbackte die Schlacke und behinderte die Wiederaufbereitung“, berichtet Thomas Knoll. Damit nicht genug: Weil die CFK-Abfälle Strom leiten, kam es zu Kurzschlüssen und zum Ausfall

elektronischer Geräte. Noch schlimmer habe es Anlagen mit Elektrofilter erwischt: „Filter brachen zusammen, der Rauchgaswäscher war verstopft, die Anlagen mussten heruntergefahren werden“. Die Folge: Kein Entsorgungsbetrieb nimmt die problematischen Abfälle mehr an.

Diese Erfahrung musste zum Beispiel auch ein Oberpfälzer Fahrradhersteller machen, der mit zwei Containern voller CFK-Rahmen vor den verschlossenen Toren des Schwandorfer Müllkraftwerks stand und unverrichteter Dinge wieder umkehren musste. Auch Produktionsabfälle aus dem nur wenige Kilometer entfernten BMW-Innovationspark in Wackersdorf können seit Mai 2014 nicht mehr angeliefert werden.

BMW recycelt „zu 100 Prozent“

Der Autokonzern ist aber auch gar nicht mehr darauf angewiesen, wie Pressesprecher Walter Huber erläutert. Im BMW-Werk achte man akribisch darauf, dass bei den vom benachbarten Partner SGL Automotive gelieferten Carbongelege so wenig Verschnitt wie möglich anfalle. „Dafür ist das Material einfach zu wertvoll“, so Huber. Unvermeidliche Schnittreste gingen zurück an SGL, wo sie zu anderen Fahrzeugkomponenten verarbeitet würden. Der Partner habe dafür ein eigenes Recyclingverfahren entwickelt. Kleinstfasern vom Fabrikboden würden von einem besonderen Entsorger abgeholt und verwertet. Auch die CFK-Karosserien von Autos wie dem BMW i3 würden künftig recycelt und damit der Materialkreislauf geschlossen, versichert Huber.

Das ist auch nötig, denn Carbon-Werkstoffe haben nicht nur ein Entsorgungs-, sondern offenbar auch ein massives Gesundheitsproblem. Nach einem Brand bei hohen Temperaturen, wie sie zum Beispiel bei Auto- und Flugzeugunfällen entstehen, könnten die Kohlefasern in „lungengängige“ Stücke zerfallen. Das heißt, das von der Asche eines ausgebrannten Autos mit Carbonkarosserie eine ähnliche Gefahr ausginge wie von krebserregenden Asbest-Werkstoffen. Experten der Bundeswehr, die einen ausgebrannten Militärhubschrauber untersucht haben, und Brandschützer schlagen in der „Deutschen Feuerwehrzeitung“ Alarm: Faserverbundstoffe wie CFK seien gesundheitsgefährliche Baustoffe – übrigens nicht nur wegen der befürchteten Freisetzung von lungengängigen Faserteilchen. Auch die scharfen Bruchkanten, die entstehen, wenn bei lebenrettenden Maßnahmen eine Autokarosserie mit der Rettungsschere geöffnet werden muss, könnten zu gefährlichen Schnitt- oder Rissverletzungen führen. Bei einem versehentlichen Hautkontakt könnten Carbonfasern außerdem Entzündungen verursachen

und müssten unter Umständen herausoperiert werden.

Feuerwehr-Experten warnen

Kreisbrandrat Robert Heinfling ist in dieser Frage doppelt gefordert. Seine Wehren müssen damit rechnen, zum Brand eines Autos mit CFK-Karosserie auf der Autobahn gerufen werden. Und wenn es in der Carbonverarbeitung von BMW in Wackersdorf brennen sollte, sind die Landkreiswehren ebenfalls gefordert. Heinfling wollte auf Anfrage noch keine Einschätzung der Gefahr vornehmen. „Wir sind gerade drüber, das Problem zu bewerten, aber ich warte noch eine Stellungnahme von BMW ab, die Ende der Woche vorliegen soll“, sagt der Kreisbrandrat zur MZ.

Bei Fahrzeugbränden müssten Feuerwehrleute im Landkreis aber schon seit Jahren Atemschutz tragen, sagt Heinfling. Die Empfehlung der Experten in der „Deutschen Feuerwehrzeitung“ geht noch viel weiter: Bei Unfällen mit CFK-Fahrzeugen fordern sie eine Schutzausrüstung wie bei einem Unfall mit radioaktiven Stoffen.

Werkstoff mit Schattenseiten

Vorteile:

CFK (Carbonfaserverstärkter Kunststoff) gilt als Werkstoff der Zukunft: Er ist leicht, steif und sehr fest. Bei dem Verbundwerkstoff wird eine Matte aus Kohlenstofffasern in eine Kunststoff-Matrix, meist Epoxidharz gelegt. Die Matrix dient zur Verbindung der Fasern sowie zum Füllen der Zwischenräume. Angewendet wird CFK vor allem in Bereichen, in denen die Vorteile (meist Gewichtseinsparung) ein mindestens entsprechend hohes Kosten-Einspar-Potential bewirken, z. B. in der Luft- und Raumfahrt und im Fahrzeugbau; im Bauwesen wird CFK z. B. als Bewehrung von Betonbauteilen verwendet.

Risiken:

Kohlenstofffasern können normalerweise nicht eingeatmet werden. Erreichen sie aber Temperaturen von mehr als 650 Grad, verändern sich die Fasern und erreichen eine kritische Größe, die in die Lunge eindringen kann, so Prof Dr. Sebastian Eibl vom Wehrwissenschaftlichen Institut in Erding. Die Behörden sind ratlos, wie CFK-Abfälle entsorgt werden können. Das Bayerische Landesamt für Umwelt sieht Hersteller, Verwender und Entsorger in der Pflicht, Carbonfasern zu recylen. Hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung durch die Fasern lägen „nur unzureichende Erkenntnisse vor“.

Das könnte Sie auch interessieren

BUNDESREGIERUNG

Tschentscher zu Merkel: Anzeichen körperli...

ANZEIGE

Ford EcoSport mit Top-Finanzierung

ZITTERANFÄLLE

Sophia Thomalla verteidigt Angela Merkel

hier werben

powered by plista

L.JNIVERSIM==>
MEDIZIN IM FOKUS
FACHTHEMA

Workshop ‚Lunge - Umwelt - Arbeitsmedizin" 2017

Gesundheitsgefährdung durch lungengängige Kohlenstofffasern beim Abbrand von Carbonkunststoffen

JATROS, 04.05.2017

Autor:
Prof Dr. Sebastian Eibl
Wehrwissenschaftliches Institut für
Werk- und Betriebsstoffe
Deutsche Bundeswehr. Erding
E-Mail: sebastianeibl@bundeswehr.org

PNEUMOLOGIE

Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) - häufig als .Carbon" bezeichnet - stellen einen wichtigen Leichtbauwerkstoff dar. Sie finden neuerdings nicht nur in modernen Luftfahrzeugen mehr Verwendung, auch die Automobilindustrie setzt zunehmend auf eine mögliche Gewichtseinsparung durch CFK. Dieser Artikel zeigt einen neuen Gefährdungsaspekt auf, der sich ergibt, wenn lungengängige Kohlenstofffasern nach einem CFK-Brand freigesetzt werden.

Keypoints

Intaktes Carbonmaterial (CFK) stellt keine Gefährdung hinsichtlich enthaltener Kohlenstofffasern dar.
Nach einem Brand mit sehr hohen Temperaturen kann der Faserdurchmesser abnehmen und lungengängige Fasern können freigesetzt werden.
Vor allem der Umgang mit abgebranntem CFK kann demnach eine Gesundheits-gefährdung darstellen.
Künftig ist aufgrund des vermehrten Einsatzes von CFK
im Automobilbereich mit häufigeren Unfallereignissen mit CFK-Bränden zu rechnen.

Thermische Eigenschaften von CFK

Im Gegensatz zu Metallen weisen CFK eine begrenzte thermische Stabilität auf und sie können brennen. Dabei kommt es zunächst zu einem Abbau des Kunststoffanteils. Wie bei jedem anderen Kunststoffbrand entsteht eine Vielzahl an akut toxischen Verbindungen, wobei Vergiftungen durch Kohlenmonoxid wohl am gefährlichsten sind und auch die häufigste Todesursache in diesem Zusammenhang darstellen.
Ein neuer Aspekt hinsichtlich freigesetzter Gefahrstoffe beim CFK-Brand ergibt sich durch lungengängige Kohlenstofffaserbruchstücke. Nach der Definition durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) sind Fasern lungengängig, wenn sie einen Durchmesser kleiner als 3µm aufweisen. Gleichzeitig muss die Faserlänge mindestens 5µm betragen. Das Verhältnis von Länge und Durchmesser muss zusätzlich größer als 3:1 sein. In diesem Fall sind die Fasern so dünn, dass sie in die freien Lungenbläschen (Alveolen) passen.jedoch so sperrig, dass sie nicht einfach abgeatmet bzw. durch Reinigungsmechanismen der Lunge abtransportiert werden können.
Alle kommerziell verfügbaren Kohlenstofffasern sind jedoch dicker als 5µm. Im intakten Zustand des CFK-Materials ergibt sich damit keine Gesundheitsgefährdung. Setzt man Kohlenstofffasern Temperaturen über 600"C in der Luft aus, tritt ein thermischer Abbau ein. Dieser ist geprägt von einer Abnahme des Faserdurchmessers. Gleichzeitig werden oberflächliche Defekte erzeugt. die sich bei einer sehr starken Schädigung zu ausgeprägten Löchern in den Fasern entwickeln können. Diese Fasern brechen leicht und können lungengängige Bruchstücke bilden {Abb. 1}.
An dieser Stelle muss einschränkend darauf hingewiesen werden, dass glasfaserverstärkte Kunststoffe diese Problematik nicht aufweisen. Glasfasern schmelzen bei erhöhten Temperaturen und bilden typischerweise Schmelzperlen. Diese können im Gegensatz zu Kohlenstofffasern keine luftgetragenen Faserstäube bilden. Verstärkungen aus Polymerfasern wie z.B. Aramiden sind diesbezüglich ebenfalls unproblematisch. Sie brennen mit der Kunststoffmatrix ab.
Nicht bei jedem CFK-Brand entstehen jedoch lungengängige Kohlenstofffaserbruchstücke. Es sind hohe Verbrennungstemperaturen erforderlich. die sich typischerweise bei voll entwickelten Bränden mit hoher externer Brandlast ergeben. Bei einem Luftfahrzeugbrand werden diese Bedingungen z.B. erreicht. wenn große Mengen an Treibstoff brennen.

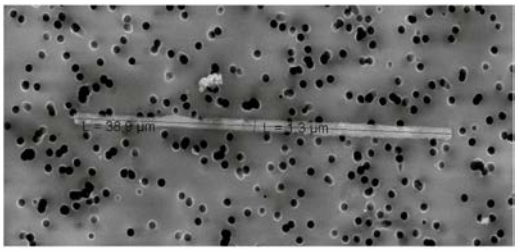


Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines lungengängigen Kohlenstofffaserbruchstücks nach einem Brand (auf einem Kernporenfilter)

Nachweis kritischer Faserkonzentrationen bei Brandschäden

In der jüngsten Vergangenheit wurden bei der Deutschen Bundeswehr großmaßstäbliche Brandversuche durchgeführt. um zu prüfen, ob es unter realitätsnahen Bedingungen zu einer kritischen Faserfreisetzung kommt. Dafür wurden ca. 20kg CFK-Material unter Verwendung von 40l Flugkraftstoff über einen Zeitraum von 15min abgebrannt. Parallel dazu wurden stationäre und personenbezogene Fasermessungen durchgeführt. Dafür wird Luft über goldbedampfte Kernporenfilter gezogen und abgeschiedene Fasern im Anschluss im Rasterelektronenmikroskop vermessen und gezählt.
Im Rahmen des Brandversuchs wurde festgestellt, dass Fasern mit kritischen Dimensionen entstehen, diese allerdings durch den thermischen Auftrieb vom Brandherd entfernt werden. Vom Wind getrieben erfolgen eine Verteilung und starke Verdünnung. Gegenwärtig stehen keine verlässlichen Daten zur Verfügung, die es erlauben, Faserkonzentrationen in der Umgebung einer Brandstelle abzuschätzen.
Das wichtigste Ergebnis des Brandversuchs bezieht sich auf die Rückstände des Brands. Hantiert man mit abgebranntem CFK-Material. können Faserbruchstücke freigesetzt werden. Bei der Einwirkung einer mechanischen Belastung brechen die freiliegenden Fasern. nachdem der Kunststoff abgebrannt ist. sehr leicht. Entstandene Faserfragmente sind sehr leicht und luftgetragen. Am Beispiel des Brandversuches wurden ca. 100 000 Fasern mit kritischen Dimensionen pro m^3 Luft festgestellt. Diese Größenordnung wurde bei einem Absturz und vollständigen Ausbrand eines militärischen Hubschraubers für die Person. die den Flugschreiber geborgen hat. bestätigt.

Gesetzliche Vorgaben zum Arbeitsschutz

Nach den technischen Regeln für Gefahrstoffe, Verzeichnis krebserzeugender. keimzellmutagener und reproduktionstoxischer Stoffe (TRGS 905). handelt es sich bei Kohlenstofffaserbruchstücken mit kritischen

Dimensionen nach der Definition durch die WHO um ein Material, das Anlass zur Sorge gibt, beim Menschen kanzerogen zu sein. Demgegenüber sind etwa Asbestfasern nachweislich krebserzeugend. Eine abschließende Bewertung der toxikologischen Wirkung von Kohlenstofffasern steht noch aus. Es fehlen im Vergleich zur Asbestproblematik entsprechende Langzeiterfahrungen. Grundsätzlich ergeben sich jedoch Ähnlichkeiten mit Asbest. Das Material der Kohlenstofffaser ist ebenfalls chemisch nicht reaktiv. Die gesundheitsschädliche Wirkung erfolgt damit primär aufgrund der kritischen Fasergeometrie. Ein Abbau des Materials in den Alveolen der Lunge ist zusätzlich erschwert, da Makrophagen nicht in der Lage sind, diese Faserbruchstücke v.a. aufgrund ihrer Länge zu umschließen, und dabei absterben. Sehr wahrscheinlich verbleiben damit eingeatmete Faserstäube sehr lange im menschlichen Lungengewebe. Gegenwärtig werden aufgrund dieser Unsicherheit verstärkt Forschungsarbeiten z.B. an der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Deutschland durchgeführt.
Nach den technischen Regeln für Gefahrstoffe, Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle (TRGS 521) bzw. dem „Risikobezogenen Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen" (TRGS 910) sind bei den ermittelten Faserkonzentrationen diverse Schutzmaßnahmen zu ergreifen, damit die Exposition gegenüber kritischen Faserstäuben vermieden wird. Dazu zählt das Tragen einer persönlichen Schutzausrüstung mit Feinstaubmaske (FFP3), Augenschutz, Handschuhen und Einwegschutzanzug. Eine Faserfreisetzung beim Umgang mit abgebranntem CFK-Material ist zu vermeiden. Zu entsorgendes Material sollte staubdicht in Kunststofffolien/-beuteln verpackt werden. Betroffenes Personal ist zu unterweisen und arbeitsmedizinisch zu untersuchen.

Gefährdeter Personenkreis

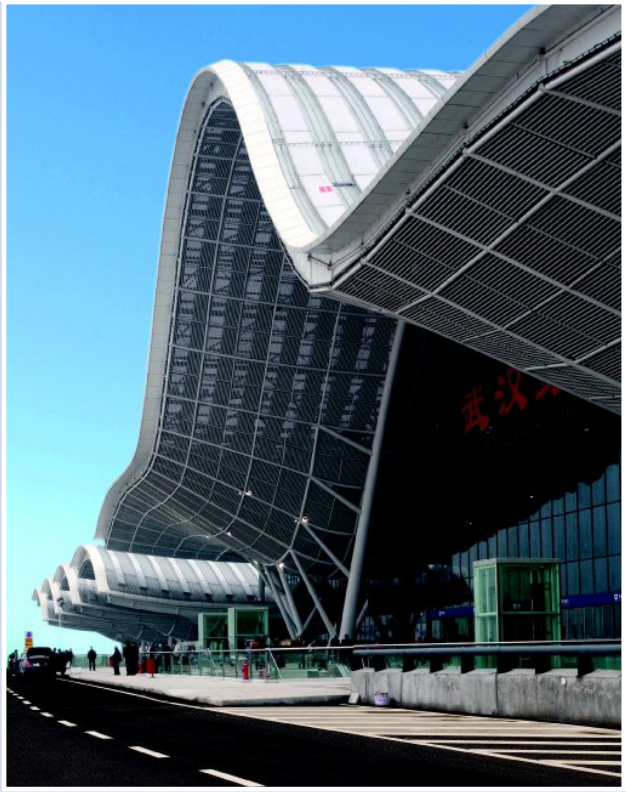
Es ist davon auszugehen, dass eine einmalige Exposition gegenüber lungengängigen Kohlenstofffasern im nachgewiesenen Konzentrationsbereich zu keinem signifikant erhöhten Risiko führt, an Krebs zu erkranken. In den geschilderten Unfallsituationen ist eine Gefährdung durch akut toxisch wirkende Brandprodukte oder andere Brandbegleiterscheinungen als wesentlich kritischer anzusehen. Damit wird der möglicherweise gefährdete Personenkreis auf Rettungspersonal und Polizei im Fall einer sich wiederholenden Exposition eingeschränkt. Anders verhält es sich – im Gegensatz zu den geschilderten Notfallsituationen – bei Arbeitsplätzen, an denen CFK mechanisch bearbeitet werden. Beim Schleifen, Schneiden, Bohren usw. können und müssen Vorgaben eingehalten werden, um eine Faserfreisetzung zu verhindern. Dies kann beispielsweise durch geeignete Absauganlagen und die Verwendung von faserbindenden Kühlflüssigkeiten erfolgen. Eine Orientierungshilfe für Schutzmaßnahmen ist zum Beispiel die Information der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) „Bearbeitung von CFK-Materialien".

Fazit
Zurzeit sind Unfallereignisse, bei denen es zu einer Freisetzung lungengängiger Kohlenstofffaserstäube kommen kann, selten. Mit einer vermehrten Verwendung von CFK im Automobilbereich ist jedoch von einer Zunahme von Brandereignissen mit CFK-Bränden auszugehen. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von CFK in Windkraftanlagen ist anzumerken, dass hier keine aktiven Löschmaßnahmen durch die Feuerwehr möglich sind. Die Rotorblätter sind typischerweise mit einer Drehleiter nicht erreichbar.

Literatur:

beim Verfasser

Wir verwenden Cookies, um unsere Webseite für Sie möglichst benutzerfreundlich zu gestalten. Wenn Sie fortfahren, nehmen wir an, dass Sie mit der Verwendung von Cookies auf dieser Webseite einverstanden sind.
Weitere Informationen: Datenschutzerklärung (/agb-und-datenschutz)
OK



Science For A Better Life

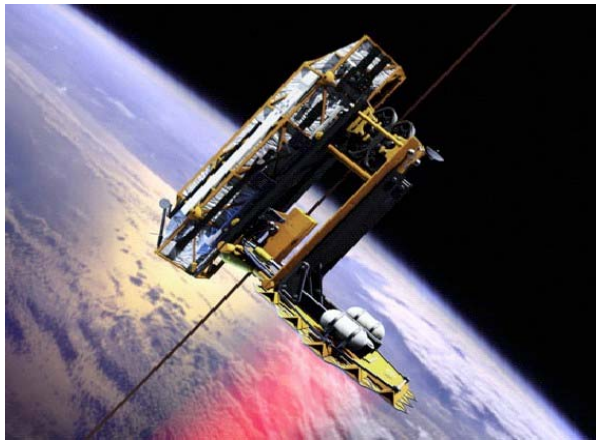
Carbon Nano Tubes
Chancen und Risiken einer neuen Technologie

3. 5. 2012, Schlema VII, Weimar

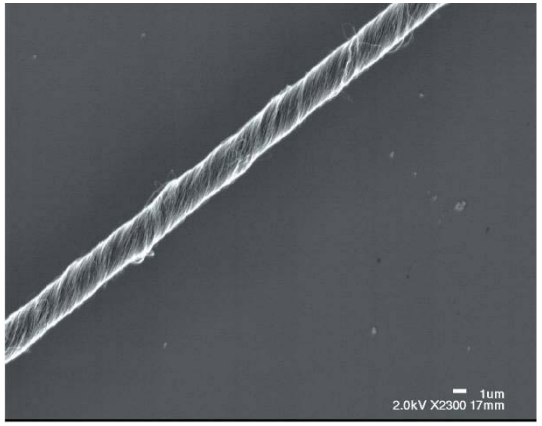
Dr. Jacques Ragot, Bayer MaterialScience AG

Wichtige Schlüsseltechnologie

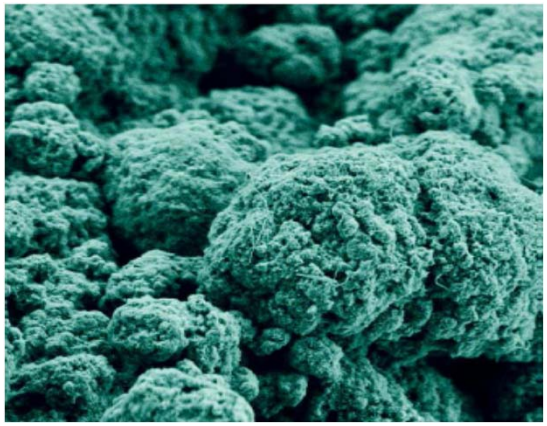
Nanotechnologie kann dazu beitragen, neue und verbesserte Produkte zu entwickeln.



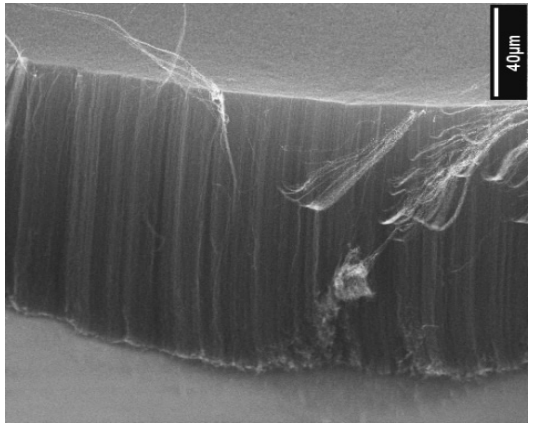
CNTs: Sammelbegriff für sehr diverse Produktfamilie



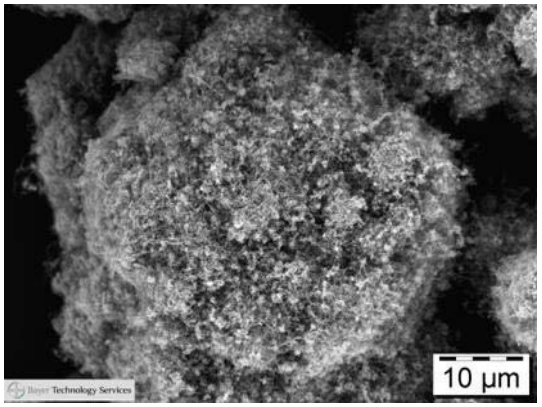
- **DWCNT gesponnen in Fasern (www.lanl.gov)**



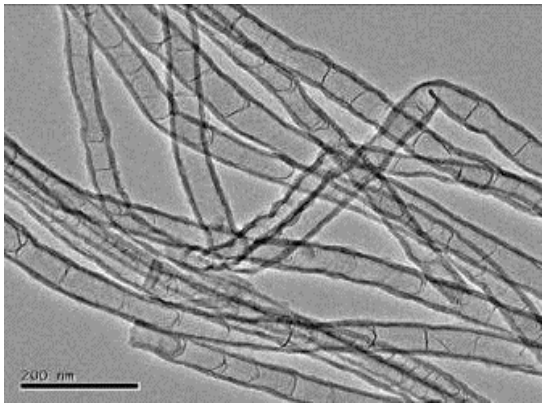
- **MWCNT als Agglomerate** (www.arkema.com)



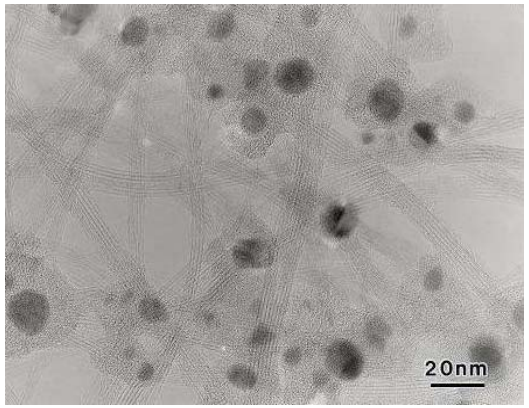
- **Wald von MWCNT** (www.me.mtu.edu)



- **Agglomerate von Baytubes®**



- **Bamboo-ähnlichen CNTs** (www.nanotechweb.org/cws/article/tech/33725)



- **SWCNT** (www.nano-lab.com)

CNTs: Omnipräsent in der Umwelt

ELSEVIER

Water Research 38 (2004) 4282–4296

WATER RESEARCH

www.elsevier.com/locate/watres

Chemistry and nanoparticulate compositions of a 10,000 year-old ice core melt water

L.E. Murr[a,*], E.V. Esquivel[a], J.J. Bang[a], G. de la Rosa[b], J.L. Gardea-Torresdey[b]

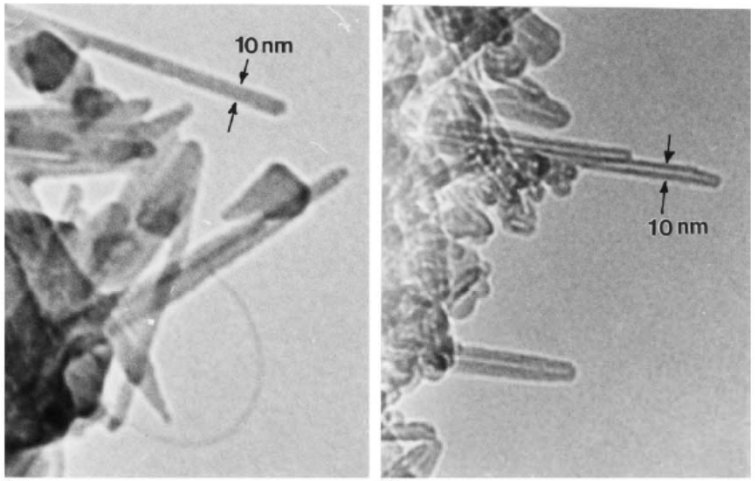


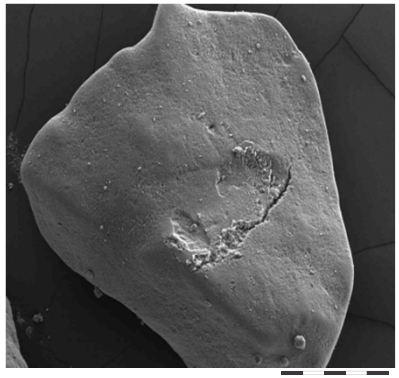
Fig. 3. Carbon nanotubes in ice core sample (a) and contemporary air (b). (a) Magnified view of microcrystalline aggregate in Fig. 2(a). (b) Typical carbon nanotubes collected from lean burning flame (methane plus air).

Baytubes® – Charakterisierung

Mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhrchen (MWCNT)

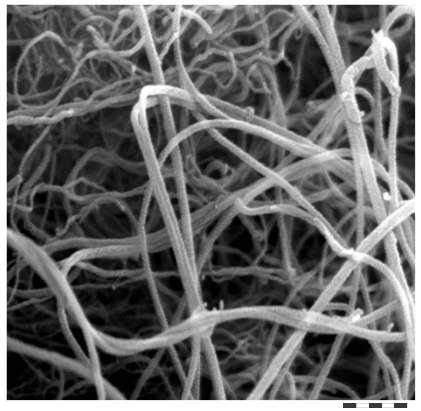
- Agglomerate mit einem Durchmesser bis zu > 1mm
- Kurze, dünne und verknäulte Röhrchen

  ➔ Durchmesser ca. 10 -15 nm
- Geringer alveolargängiger Staubanteil (EN15051-B)

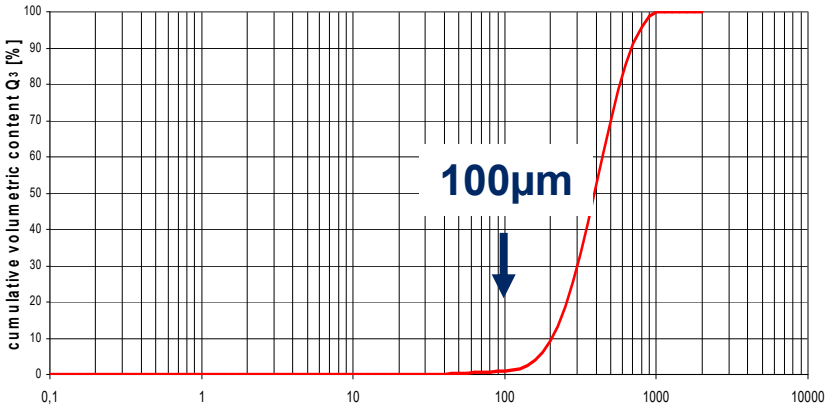


Vergrößerung

X1300



Partikelgrößenverteilung



Hohe Medienwirksamkeit von Forschungsarbeiten über CNT und Asbest

Carbon Nanotubes That Look Like Asbestos, Behave Like Asbestos, Could Lead To Asbestos-related Disease

ScienceDaily (May 22, 2008) — A major

FT.com World

Warning of nanotube 'asbestos' risk

By Clive Cookson, Science Editor

BBC NEWS

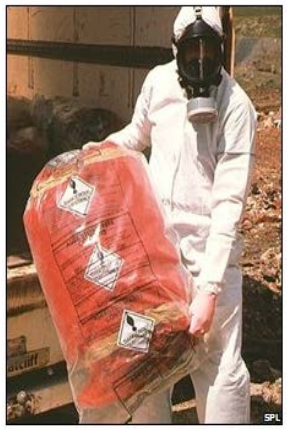
'Asbestos warning' on nanotubes

By Jonathan Fildes
Science and technology reporter, BBC News

Carbon nanotubes, the poster child of the burgeoning nanotechnology industry, could trigger diseases similar to those caused by asbestos, a study suggests.

Specific lengths of the tiny fibres were found to cause "asbestos-like" inflammation and lesions in mice.

Use of asbestos triggered a "pandemic of lung disease" in the 20th Century.



DIE ZEIT | WEBLOG

Ach du Nanoschreck!

SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT

Nanoröhrchen wirken ähnlich wie Asbest

The New York Times

In Study, Researchers Find Nanotubes May Pose Health Risks Similar to Asbestos

INTERNATIONAL Herald Tribune
THE GLOBAL EDITION OF THE NEW YORK TIMES

Health & Science

Nanotubes could carry a health risk similar to that of asbestos, researchers say

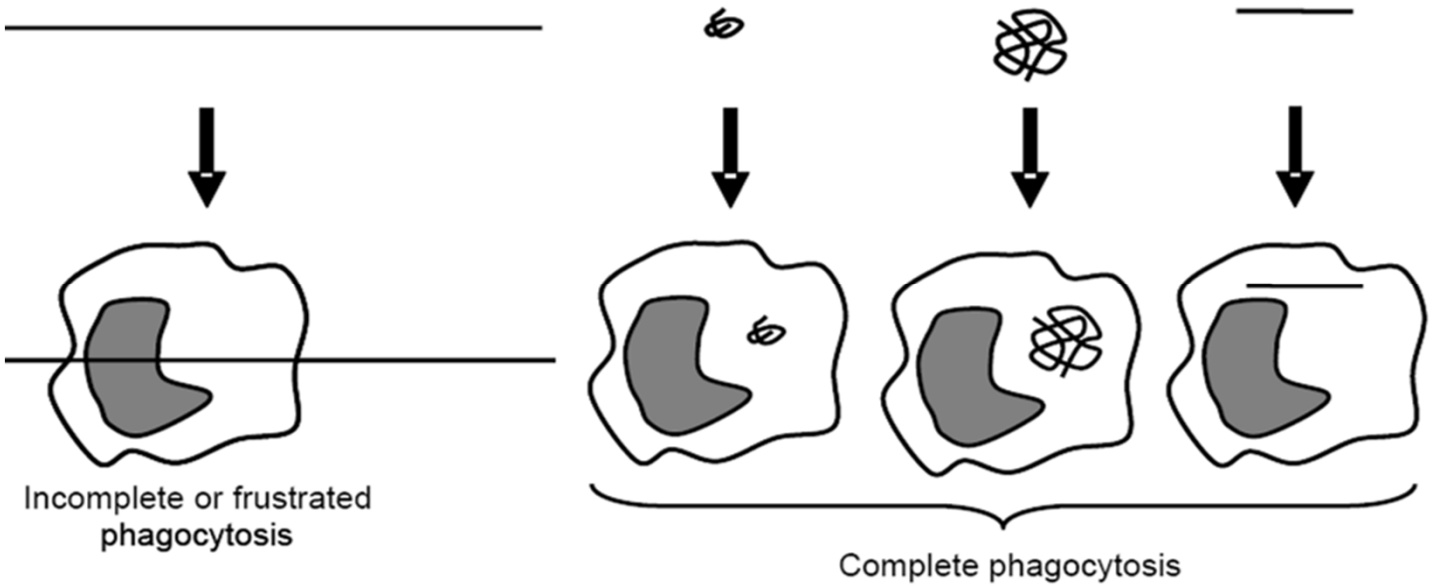
By Kenneth Chang

Published: May 21, 2008

Das Faserprinzip

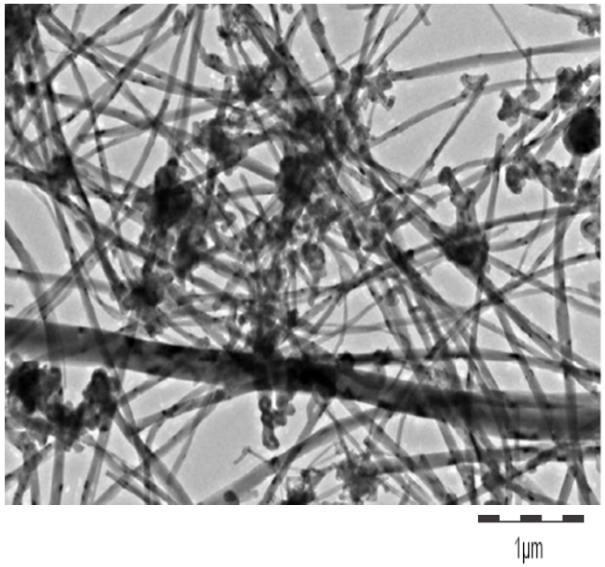
Insbesondere Fasern – länger als 20 µm; Durchmesser kleiner als 3 µm; biopersistent, z.B. Asbestfasern – können nicht mehr von Fresszelle eliminiert werden und lösen in der Lunge Entzündungen, Fibrose und auch Krebs aus.

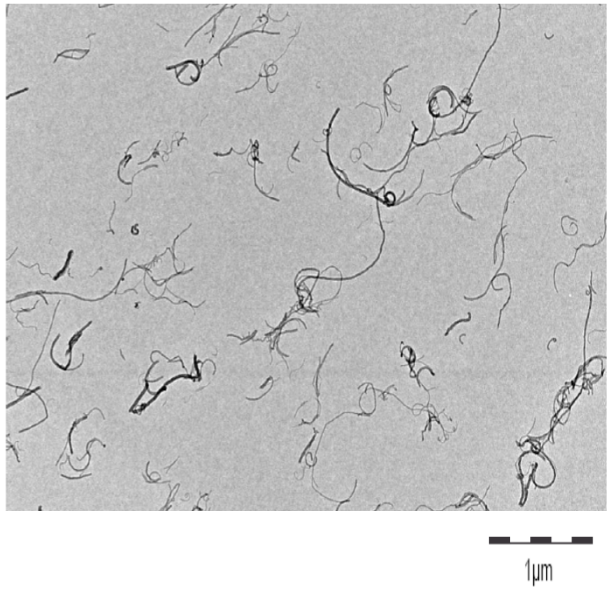
(Prof. Krug, 2010)



Unterschiedliche Formen von MWCNTs*

„Lang und dick“ vs. **„kurz und dünn“**



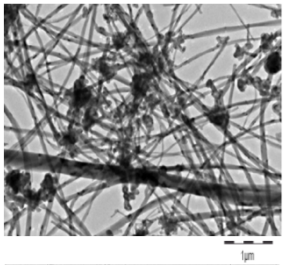


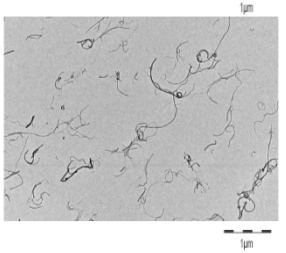
Röhren untersucht nach Durchmesser und Länge mittels Elektronenmikroskopie

*Multi walled carbon nanotubes (mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhrchen)

In-vivo-Toxizität von MWCNT im Vergleich zu Asbest

Wissenschaft zeigt differenziertes Bild für unterschiedliche CNTs





- **„Lange und dicke“ MWCNT**
  - Fasertypische Effekte nach kurzer Zeit[1] und Mesotheliome[2]
- **„Kurze, dünne und verknäulte” MWCNT**
  - Keine Fasereffekte nach kurzer Zeit[1]
  - Keine karzinogene Wirkung in Langzeit-Versuch[3]

„Kleine Fasern und nichtstarre Fasern, zum Beispiel Baytubes, haben mutmaßlich keine asbestartige Wirkung, sondern ähneln in ihrer Wirkung eher granulären biopersistenten Stäuben.”

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Sept 2011[4]

1. Poland et al., Nature Nanotechnology (2008) 3, 7, 423 – 428
2. Tagaki et al., J. Toxicol. Sci. (2008) 33, 1, 105-116; Sakamoto et al., J. Tox. Sci. 34, 65-76, 2009
3. Muller et al., Tox. Sci. (2009), 110, 442-448
4. SRU Vorsorgestrategien für Nanomaterialie (09/2011), p.255

Toxikologisches Testprogramm mit Baytubes®

- Akute Toxizität, oral (OECD 423)
  - LD50 Ratte: >= 5.000 mg/kg
- Akute Toxizität, dermal (OECD 402)
  - LD50 Ratte: > 2.000 mg/kg
- Primäre Hautreizwirkung (OECD 404)
  - Nicht reizend (Kaninchen)
- Primäre Schleimhautreizwirkung (OECD 405)
  - Nicht reizend (Kaninchen)
- Sensibilisierung (OECD 406)
  - Negativ (Meerschweinchen)
- Genotoxizität in vitro*
  - Negativ Chromosome Aberration Test in vitro (OECD 473)
  - Nicht erbgutverändernd im AMES Test (OECD 471) und HPRT TEST (OECD 476)

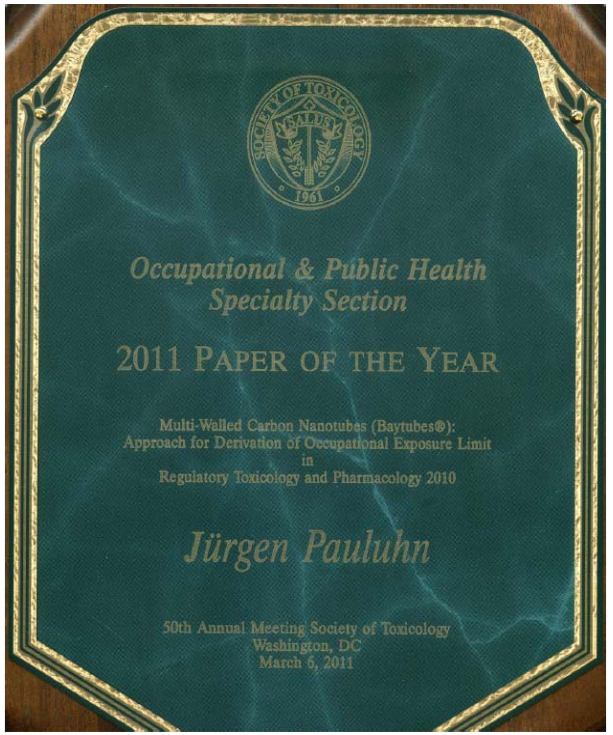
Keine akuten adversen Effekte bei relevanten Expositionskonzentrationen

(OECD-Testrichtlinie unter GLP)

*** Wirnitzer et al. (2009) Toxicology Letters 186, 160-165**

Grenzwert am Arbeitsplatz für Baytubes® (für kurze / dünne MWCNT)

- **Bayer hat einen Sicherheitsgrenzwert für Baytubes® abgeleitet, basierend auf akuten-[1] und subchronischen[2] Inhalationsstudien**
- **OEL*: 0.05 mg/m³ (8h TWA)**
- **Auszeichnung: 2011 Paper of the Year[3]**



*Occupational Exposure Limit (Grenzwert am Arbeitsplatz)

(1) Ellinger-Ziegelbauer and Pauluhn (2009) Toxicology 266, 16–29; Pauluhn (2009) Inhalation toxicology 21 Suppl. 1:40-54;

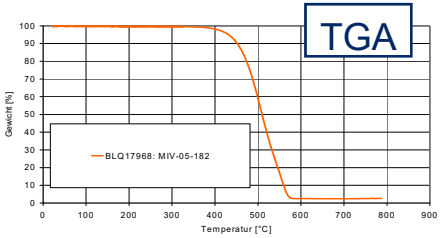
(2) Pauluhn (2010) Toxicol. Sci. 113: 226-242;

(3) Pauluhn (2010) Regul. Toxicol. Pharmacol. 57, 1, 78-89

Sicherer Umgang mit Baytubes® über den Lebenszyklus

- **Entsorgung**

z.B. vollständige Verbrennung von Baytubes® unter 600°C



- **Produktion**

z.B. geschlossenes System, automatisierte Füllanlage, Abgasverbrennung, Filter

Produkt Lebens -Zyklus

- **Nutzung**

z.B. Nanopartikel eingebunden in Polymermatrix weisen kein Expositionspotenzial auf

- **Weiterverarbeitung**

z.B. Ermöglichen technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen, Aufrechterhaltung von Exposition unter OEL

Verantwortungsvolle Produktion und Verwendung von Nanomaterialien (VCI)

- **Grundsätze**
  - Verantwortungsvoller Umgang
- **Anwendung der Richtlinien**
  - Nanomaterial und REACH
  - Daten zur Risikobewertung
  - Sicherheit am Arbeitsplatz
  - Sicherheitsdatenblatt
  - Abfallstoff
  - Standardisierung
- **Sicherheitsforschung**
  - Menschliche Gesundheit
  - Umwelt

OECD: „VCI-Unterlagen unterstützen unter allen Aspekten einer guten Produktsicherheit und -verantwortung für Nanomaterial"

www.vci.de/Nanomaterialien

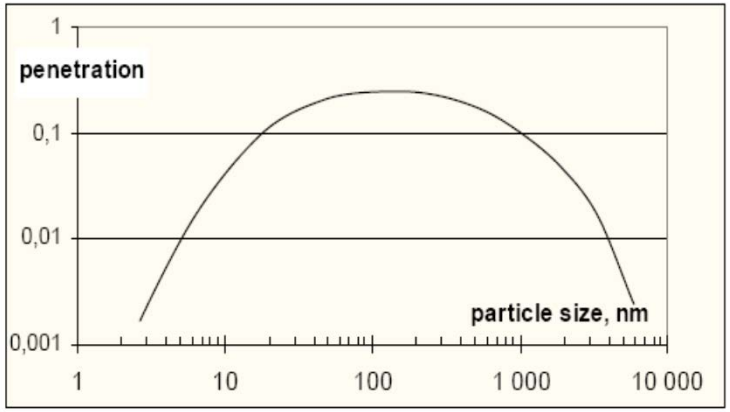
Empfehlungen von VCI und Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)*

Bindung von staubförmigen Nanomaterialien in flüssigen oder festen Medien

- Wenn möglich Verwendung von Dispersionen, Pasten oder Compounds

Personenbezogene Schutzmaßnahmen:

- Sind technische Schutzmaßnahmen nicht ausreichend oder können diese nicht installiert werden, sind persönliche Schutzmaßnahmen wie Atemschutz (z. B. Atemschutzmasken P2, FFP2, P3 oder FFP3) geeignet
- Für Partikel von 2-200 nm steigt die Wirksamkeit von Filtern mit abnehmender Partikelgröße

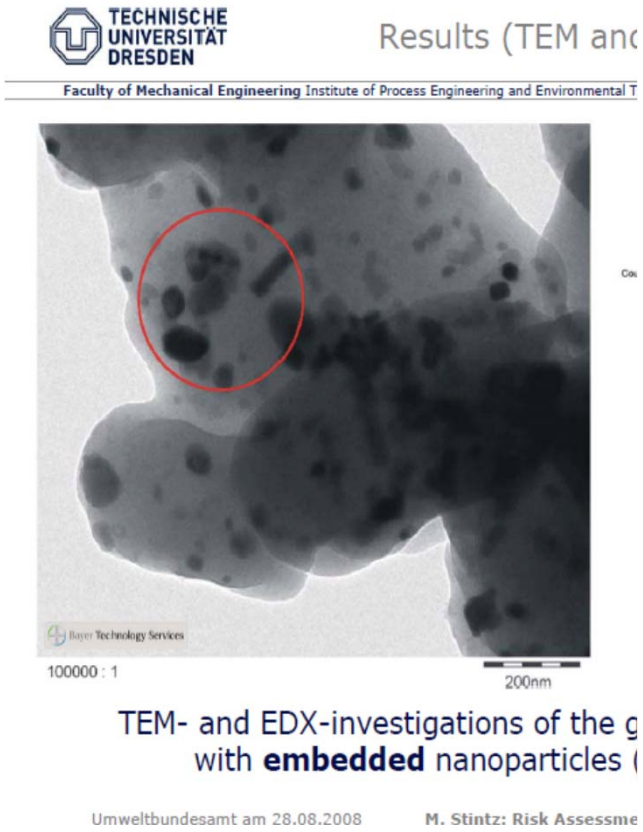


* Volltext Siehe www.vci.de/nanomaterialien

Keine Freisetzung von Nano-Aerosol bei Einbettung in Matrix

- **SCENIHR (2006 Gutachten)**
  - *“durch mechanische Prozesse entstehende Nanopartikel-Aerosole… sind unwahrscheinlich”*

- **Vorbau et al (2009)**
  - während des mechanischen Abrasions-Prozesses wurde **keine Freisetzung** von in Beschichtungsmatrix eingegliederten Nanopartikeln gemessen



Ref.: SCENIHR (2006) Modified opinion SCENIHR/002/05, p.16; Vorbau et al (2009) Journal Aerosol Science 40, 3 , 209-217; Bello et al. (2009) J. Nanopart. Res. 11:231-249

„Nano“ bedeutet nicht per se „toxisch“

- „Nano“ bezeichnet eine Größenangabe und keine gefährliche Eigenschaft
- “*Nanomaterial ist vergleichbar mit herkömmlichen Substanzen, von denen einige giftig sind und andere nicht.*”
  (SCENIHR-Gutachten “Risk Assessment of Products of Nanotechnologies”, 2009)
- *„Die Wirkung von „Nano“ lässt sich daher nicht pauschal beurteilen, sondern hängt von dem jeweiligen Nanomaterial ab.*“
  (Abschlussbericht BMBF-Projekt NanoCare, 2009)

Einzelfall-Betrachtung notwendig

(unterschiedlichen Materialien und Anwendungen)

Zusammenfassung

- Carbon Nanotubes (CNT) ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von verschiedenartigen Kohlenstoffröhrchen.
  - Für Baytubes® von Bayer läuft ein spezifisches Product-Stewardship-Programm. Keine der Standardstudien nach internationalen Prüfrichtlinien unter Berücksichtigung von “Good Laboratory Practices” (GLP) zeigte für Baytubes® relevante adverse Effekte unter realistischen Expositionsbedingungen.
  - Für Baytubes® wurde ein substanz-spezifischer Grenzwert für den Arbeitsplatz (OEL) abgeleitet. Effiziente Schutzmaßnahmen am Arbeitsplatz sind vorhanden.
- Risikomanagement-Maßnahmen stellen die Gesundheit von Menschen und die Verträglichkeit mit der Umwelt sicher.
- Nanomaterialien haben einzigartige Eigenschaften. Sie eröffnen große Chancen bei der Entwicklung neuer, zukunftsweisender Werkstoffe und Endprodukte. Sie können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten.

Die Zukunft ist sicherer Nano

„Sicherer Umgang und umweltverantwortliches Verhalten sind unentbehrlich bei jeder neuen Technologie“

Bayer Verhaltenscode zu Nanomaterial

www.baycareonline.com

Science For A Better Life

Vielen Dank!

Dr. Jacques Ragot
Bayer MaterialsScience AG
Phone: +49(0)214 30 75270
E-mail: jacques.ragot@bayer.com

Carbonrecycling 13.09.2016 16:45
https://factorynet.at/a/warum-windraeder-2040-zum-problem-werden

Warum Windräder 2040 zum Problem werden

Carbon gilt als der Werkstoff der Zukunft. Bejubelt und gehyped hat der Faserverbund aber einen gravierenden Nachteil: Die Wiederverwertung. Gerade bei ausgedienten Windrädern ein massives Problem.

Von David Schönmayr

Umwelt Leichtbau Montanuniversität Leoben Energie AG Energie
Alle 6 Schlagworte anzeigen

© Jens Büttner / dpa / picturedesk.com

Das ungewisse Schicksal ausgedienter Windräder: Im Moment besteht die einzige Recycling-Methode darin ausgediente Rotorblätter für Kinderspielplätze zu verwenden.

Der Wunderwerkstoff, das Allheilmittel, bejubelt und gehyped. Carbon zieht seine Runden immer schneller, und das nicht nur am Red Bull Ring oder an der TU Graz wo das Racing Team bereits Carbonteile im Pizzaofen backt.. Doch ein paar kritische Stimmen meinen, dass der Segen nur in der Verwendungsphase gegeben ist: Die Vorteile durch Leichtbau und einhergehender Treibstoffersparnis bei Fahrzeugen, sowie die hohe Energieeffizienz bei Windkraftanlagen sind überzeugend, denn die Verwendungsphase hat den größten ökologischen Fußabdruck. Doch wie viel Energie die Produktion verschlingt, und was mit dem multimaterialen Fasergeflecht im „End-of-Life“ passiert, kratzt nur wenige. Die generelle Explosion in der Materialvielfalt bei komplexen Produkten stößt auf Gegenwind, da die Verwertung analog schwieriger wird.

Carbon ist „Future Waste“

Die Carbonverwendung in Produkten steigt exponentiell. Als Abfall werden diese Materialien erst zeitversetzt in Zukunft anfallen. Es gilt schnell rechtliche Rahmenbedingungen zu setzen, um sinnvolle Verwertungsmethoden zu erforschen, sei es Recycling oder zumindest eine spezielle Verbrennungslösung. „Derweil ist die einzige Lösung eine getrennte Sammlung“, erklärt es Roland Pomberger, Lehrstuhlleiter Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft an der Montanuniversität Leoben. Er rät zu einer potentiellen Zwischenlagerung bis eine adäquate Verwertungstechnologie verfügbar ist. „Aktuell sind die Abfallmengen von Verbundwerkstoffen, allen voran Carbon, zu gering, dass sich spezielle Recyclingverfahren wirtschaftlich auszahlen“, so Pomberger.

Warum der Verbundwerkstoff Schwierigkeiten macht

Keiner weiß, was man mit Carbon (CFK) sowie Glasfaserkunststoffen (GFK) im End-Of-Life anstellen soll, speziell im größten Einsatzbereich bei Rotorblättern von Windenergieanlagen. Diese müssen in der Regel alle 20 Jahre getauscht werden. Ein wachsendes Problem nicht nur in Österreich. So schrieb erst kürzlich „Der Spiegel“, dass ab 2040 allein in Deutschland etwa 30.000 Tonnen Rotorblätter jährlich entsorgt werden müssen. Viele Forscher suchen nach Auswegen. Selbst die Experten eines VDI (Verein deutscher Ingenieure) Kongresses im Juni sehen sich einer Wiederverwertungs-Ohnmacht gegenüber. Es gäbe derzeit noch keine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Recyclingtechnik, warnt der Verband. „Neben der thermischen Verwertung“, meint Jakob Wölling vom Fraunhofer-Institut „ist nur Downcycling möglich.“ Dabei werden die Fasern wiederverwertet, doch das Endprodukt kann mit Neuware nicht mithalten. Auch was man mit dem Gewölle macht, das z.B. nach der Pyrolyse übrig bleibt, ist noch unklar.

„Im idealen Auto fürs Recycling ist das Lenkrad, der Sitz und das Armaturenbrett aus Stahl, und nicht aus komplexen Verbundwerkstoffen.“ Roland Pomberger, Lehrstuhlleiter

Abfallverwertungstechnik Montanuni Leoben

Rotorblätter als Kinderspielplatz

Daher werden viele Rotorblätter einfach gelagert um abzuwarten. Und solange man noch keine Recyclinglösung hat, kommt es erstmal auf den Spielplatz, so wie die Autoreifen. Deshalb baut man jetzt Rutschen und Tunnel für Kinder aus alten Rotorblättern. „So viel Spielplätze können wir gar nicht bauen, wie wir Rotorblätter haben“, amüsiert Alexandra Pehlken von der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg mit viel Kritik. Teilweise wird CFK und GFK bereits in der Produktion gemischt, um unterschiedlichen Krafteinflüssen entgegenzutreten. Das sieht man dem Rotorblatt nicht an, macht aber das Recycling noch schwieriger. Mittels energetischer Demontage, sprich mit Sprengschnüren und Schneidladungen kann man die über 100m langen Rotorblätter mit hohem Aufwand für den Weitertransport vorbereiten. Doch danach wird es auch nicht leichter. Selbst die ökologisch fragwürdige Verbrennung von CFK ist oft ein Risiko.

Wundermaterial legt Müllverbrennung lahm

Harte Kritik übt Peter Stöckler, Geschäftsführer der Energie AG Umwelt Service, denn das geniale Verbundmaterial schaff es sogar, seine Müllverbrennungsanlage (MVA) komplett lahm zu legen. Dies kann passieren, wenn im Verwertungsprozess die leitenden Fasern des Carbons im Elektrofilter einen Kurzschluss verursachen oder den Gewebefilter verstopfen. Und dann steht alles, oftmals mehrere Tage lang um die Anlage herunterzufahren, das Problem zu beheben und die Anlage wieder zu starten. Auch die bloße Zerkleinerung ist laut VDI Experten gefährlich, vor allem für die Arbeiter vor Ort, da der Faseranteil in der Luft sehr stark zunimmt und gesundheitsschädlich ist. Bereits jetzt kommt das problematische Material mit Industrieabfällen, Fahrrädern, Tennisschlägern, und Co. zu den Entsorgern. Da noch keine Vorsortierung des problematischen Materials verfügbar ist, und es über die klassischen Abfallströme in die MVA gelangt, ist eine getrennte Sammlung vor allem der Industrieabfälle direkt beim Produzenten zielführend. Doch wie man das High-tech Material rechtzeitig aus dem Haushaltsmüll herausfischt, ist noch ungewiss.

Wie der Kreislauf wieder angekurbelt wird

Hoffnungsschimmer sind die exzellenten Maschinenbauer und Forschungseinrichtungen, um der Materialvielfalt im Verwertungsprozess Herr zu werden. Dafür braucht es erstens klare Richtlinien und Vorgaben des Gesetzgebers, und zweitens einen starken Dialog zwischen den Unternehmen entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Inverkehrbringer und Entsorgungsbetriebe müssen an einen Tisch geholt werden, denn nur so können auch neue

Materialien wie Carbon im Kreislauf gehalten werden. Engagement diesbezüglich zeigt auch der Umwelttechnik-Cluster, der nun im Kunststoff- und Verbundwerkstoffrecycling branchenübergreifende Projekte und Aktivitäten in Zusammenarbeit mit der Leichtbauplattform A2LT ausarbeitet, um frische Impulse für die Kreislaufwirtschaft zu setzen.