Factsheet „Carbonfaser-Stäube“

Zusammenfassung des Informationspapiers „Exposition und Wirkung von Carbonfaser- und CFK-Stäuben“

Einleitung

Bei allen Produkten, die von Menschen hergestellt werden, ist heute zu prüfen, wie diese auf die Umwelt und den Menschen wirken. Bei faserhaltigen Materialien ist in diesem Zusammenhang im Besonderen zu untersuchen, ob lungengängige Fasern bzw. Stäube entstehen können und signifikante toxikologische Wirkungen dieser Fasern vorliegen. So sollen potenzielle Gefahren für Mensch und Umwelt vermieden werden. In diesem Zusammenhang werden die Entstehung und die potenzielle Wirkung von Carbonfaser- und CFK-Stäuben aktuell intensiv untersucht.

Beim mechanischen Bearbeiten von carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) können lungengängige Faserbruchstücke entstehen. Bisherige Studien deuten auf eine geringe Toxizität dieser Bruchstücke hin, allerdings fehlen insbesondere Langzeitstudien. Als Vorsichtsmaßnahme sollte deshalb eine Freisetzung z. B. über Absaugungen verhindert oder Arbeiter z. B. mittels FFP2-Masken geschützt werden.

Grundlagen

Lungengängigkeit und Wirkung von Fasern

Laut WHO-Definition können Fasern tief in die Lunge vordringen und potenziell kritisch wirken, die einen Durchmesser kleiner 3 µm, eine Länge von größer 5 µm sowie ein Länge-Durchmesser-Verhältnis von größer 3:1 besitzen. Diese Fasern nennt man WHO-Fasern [1]. In der Lunge gelten insbesondere solche WHO-Fasern als potenziell kritisch, die spröde und nicht löslich sind und daher eine hohe Biopersistenz (Verweildauer) besitzen.

Gefährdung = Exposition x Toxizität

Wichtig ist es, zwischen Exposition und Toxizität zu unterscheiden. Die Exposition beschreibt, in welchem Maße Mensch oder Umwelt mit einem Stoff in Kontakt kommt, die Toxizität den Grad der schädlichen Wirkung eines Stoffes auf Mensch oder Umwelt. Nur wenn beides zusammenkommt und gegeben ist, ist eine Gefährdung von Umwelt und Mensch vorhanden.

Carbonfasern und CFK

Carbonfasern erfüllen per se mit Faserdurchmessern von 4-9 µm nicht die WHO-Definition. Durch mechanische oder thermische Energieeinwirkung können aber Bruchstücke entstehen, auf die dies zutrifft. Derzeit existieren keine ausreichenden wissenschaftlichen Untersuchungen, um die Toxizität von Carbonfasern zu beurteilen. Dementsprechend existieren auch noch keine Grenzwerte für zulässige Faserkonzentrationen für CF-Bruchstücke bzw. für WHO-Carbonfaserfragmente. Die DGVU [2] orientiert sich für CFK deshalb an der TRGS 521 [3], den „Technischen Regeln für Gefahrstoffe“ für alte Mineralwolle. Da Carbonfasern spröde und nicht löslich sind, besteht für Stäube von Carbonfasern aktuell eine Verdachtseinstufung für eine krebserzeugende Wirkung. Dies beruht als Vorsichtsmaßnahme auf der unklaren Datenlage über die Wirkung von Carbonfasern.

Exposition von WHO-Carbonfasern

Nur wenn eine hinreichend hohe Menge an WHO-Carbonfaserfragmenten entsteht und diese in die Umwelt gelangen, ist das Potenzial einer Gefährdung gegeben. Daher ist das Bruchverhalten der Fasern entscheidend. Dieses hängt stark vom Fasertyp und dessen strukturellem Aufbau ab.

- PECH-basierte Carbonfasern (Hochleistungsfasern für die Raumfahrt) neigen zum Splitterbruch und erzeugen daher eine verhältnismäßig hohe Anzahl an WHO-Bruchstücken [4 – 6].
- PAN-basierte Carbonfasern (Standardfasern für die meisten Anwendungen und Industrien) brechen eher quer zur Faserrichtung ohne Verringerung des Durchmessers (keine WHO-Bruchstücke). Die Entstehung von WHO-Fasern ist in der Literatur nicht eindeutig, zum Teil werden diese gefunden [7, 8], zum Teil nicht [9, 10]. Eine aktuelle, aussagekräftige Studie [6] resümiert für die untersuchten PAN-Fasern, dass 1,0-3,5 % aller Bruchstücke WHO-Fasern waren.

Kontakt für Rückfragen / Anfrage Langfassung: **Dr. Thomas Heber** (thomas.heber@composites-united.com)

Stand: 11/2026

Bei der Messung von Arbeitsplatzkonzentrationen wird der aktuell geltende Grenzwert laut TRGS 521 [3] von 250.000 F_{WHO}/m^3 nur selten erreicht [11], Arbeitsschutzmaßnahmen wie Absaugung oder Einhausungen können die Konzentrationen effektiv senken [6].

Toxizität von WHO-Carbonfasern

Bisher durchgeführte und veröffentlichte Studien deuten auf eine eher geringe Toxizität von WHO-Carbonfasern hin, die erheblich unter der von z. B. Asbest liegt. Relevante Informationen wurden u. a. von der NASA [12] bzw. für die EPA in den USA [13] zusammengefasst. Ergebnisse aktueller deutscher Studien sind nicht eindeutig: zum Teil wurde eine entzündungsfördernde Wirkung festgestellt [14], zum Teil keine nennenswerte Reaktion gefunden [15]. Allerdings sind wichtige Fragestellungen wie die langfristige Wirkung in der Lunge noch ungeklärt. Relevante Untersuchungen hierzu laufen und werden bald veröffentlicht [16].

Fazit & Empfehlungen

Es gibt keine klare Studienlage zur Toxizität von Carbonfaserstäuben und Bruchstücken, insbesondere fehlen Untersuchungen zur langfristigen Wirkung. Bisherige Studien deuten auf eine geringe Toxizität hin. Bei Pech-basierten Fasern können in einem nennenswerten Umfang WHO-Fasern entstehen, bei PAN-basierten Fasern tritt dies nur sehr selten auf. Es sollte aber das Vorsorgeprinzip gelten. Wir empfehlen deshalb:

1) Bei Pech-basierten Carbonfasern eine Freisetzung von Faserstaub durch Absaugung, Einhausung oder Binden von Staub z. B. durch Wasser zu verhindern.
2) Bei PAN-basierten Carbonfasern eine Freisetzung von Faserstaub zu verhindern oder mindestens Personen mit einer hohen Exposition mittels FFP2-Masken zu schützen.

Diese Maßnahmen haben sich bei kanzerogenen Stäuben, wie Hartholz- oder Betonstaub, als wirksam erwiesen und sollten deshalb auch für Carbonfaserstäube angewendet werden.

Quellen

[1] Fasern, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, https://www.dguv.de/staub-info/was-ist-staub/fasern/index.jsp, Zugriff: 14.04.2025.
[2] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)-Information „Bearbeitung von CFK-Materialien“, DGVU, Fachbereich Holz und Metall, Ausgabe 10/2014.
[3] Technische Regeln für Gefahrstoffe - TRGS 521 – Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle, Ausgabe: Februar 2008, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).
[4] Kehren, D. et al., Release of Respirable Fibrous Dust from Carbon Fibers Due to Splitting along the Fiber Axis, Aerosol and Air Quality Research, 19: 2185–2195, 2019.
[5] Bäger, D. et al., Pechbasierte Carbonfasern als Quelle alveolengängiger Fasern bei mechanischer Bearbeitung von carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK), Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Volume 79, Nr. 1-2 2019. Seiten 13-16.
[6] CarboBreak – Voraussetzungen und Mechanismen einer Freisetzung alveolengängiger faserförmiger Carbonfaser Bruchstücke. Projekt DaNa 4.0, https://nanopartikel.info/forschung/projekte/carbobreak/, Zugriff: 14.04.2025.
[7] Mazumder MK, Chang RJ, Bond RL. Aerodynamic and morphological properties of carbon-fiber aerosols. Aerosol Sci Technol. 1982;1(4):427–40.
[8] Bello D, Wardle BL, Yamamoto N, et al. Exposure to nanoscale particles and fibers during machining of hybrid advanced composites containing carbon nano-tubes. J Nanopart Res. 2009;11(1):231–49.
[9] Warheit DB, Hart GA, Hesterberg TW, et al. Potential pulmonary effects of man-made organic fiber (MMOF) dusts. Crit Rev Toxicol. 2001;31(6):697–736.
[10] Holt PF, Horne M. Dust from carbon fibre. Environ Res. 1978;17:276–83.
[11] Mattenklott, M., van Gelder, R., Carbonfasern und Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK). In: Gefahrst. -Reinhalt. Luft (9), S. 317–322. 2019.
[12] Yoder, T. et al., Carbon structure hazard control. Edited by National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2015.
[13] Oberdörster, G.: Subchronic Carbon Fibre Inhalation Study in Rats, Addressed to the Environmental Protection Agency (EPA), January 2004.
[14] Mülhopt, S., CFC – Carbon FibreCycle Carbonfasern im Kreislauf –Freisetzungsverhalten und Toxizität bei thermischer und mechanischer Behandlung, Abschlussworkshop des CarboBreak-Projekts, BAM Berlin, 07.04.2022.
[15] DECHEMA e.V., Grundlegende Untersuchungen zur Zerkleinerung von faserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen im Hinblick auf die verfahrenstechnische Prozessauslegung unter Berücksichtigung von entstehenden gesundheitsgefährdenden Staubbelastungen, https://dechema.de/Forschung/AiF/Forschungsprojekte/Abgeschlossene+Projekte/20746+N.html, Zugriff: 14.04.2025.
[16] Wirkprinzipien der Toxizität von Nanokohlenstoffen, Projekt F2376, BAuA, https://www.baua.de/DE/Forschung/Forschungsprojekte/f2376, Zugriff: 14.04.2025.

Kontakt für Rückfragen / Anfrage Langfassung: **Dr. Thomas Heber** (thomas.heber@composites-united.com)

Stand: 11/2026