

## Bearbeitung von CFK-Materialien Orientierungshilfe für Schutzmaßnahmen

Sachgebiet Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung  
Stand: 01.03.2024

Diese „Fachbereich AKTUELL“ dient der Betrachtung direkter Gefährdungen, die beim Bearbeiten von Bauteilen aus ausgehärteten carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) entstehen können. Dazu werden Schutzmaßnahmen beschrieben, die abhängig sind von der auftretenden Faserstaubkonzentration.

Da bisher keine gesicherten Erkenntnisse über krebserzeugende Eigenschaften von Carbonfasern (Kohlenstofffasern) und Faserbruchstücken vorliegen, sind die erläuterten Schutzmaßnahmen als „Stand der Technik“ anzusehen, bis fundierte und verbindliche Dokumentationen zur biologischen Wirkung von Carbonfasern vorliegen

### Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Bearbeitungsverfahren, Gefährdungen, Beurteilung .....	2
3	Bearbeitungsspezifische Schutzmaßnahmen.....	4
4	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen .....	6

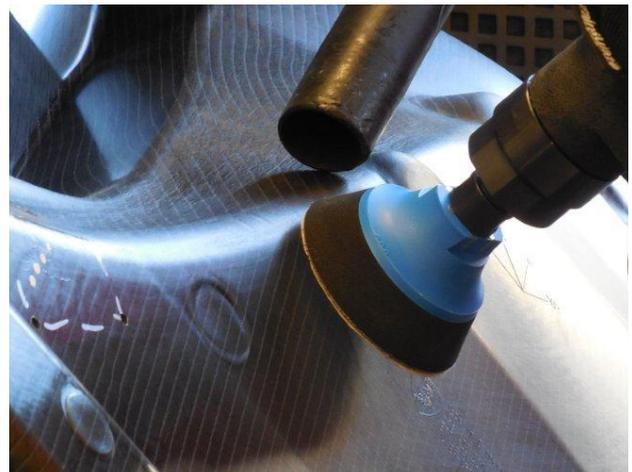


Abbildung 1 - Schleifen von CFK-Bauteilen

### 1 Einleitung

Immer größer werdende Forderungen nach leichteren Bauteilen, sowohl im Automobil-, Luftfahrt- und Maschinenbausektor als auch in anderen Industriezweigen, führen dazu, dass inzwischen verstärkt Carbonfaserverbundwerkstoffe eingesetzt und mechanisch bearbeitet werden.

Während der Bearbeitung können Gefährdungen durch Inhalation von und Hautkontakt mit Stäuben, Fasern und Gefahrstoffen entstehen. Außerdem müssen die Brand- und Explosionsgefährdungen sowie die elektrische Gefährdung durch Freisetzung von CFK-Stäuben betrachtet und bewertet werden.

## 2 Bearbeitungsverfahren, Gefährdungen, Beurteilung

Auch wenn bei CFK-Bauteilen heute eher eine endkonturnahe Formgebung angestrebt wird, sind weitere Bearbeitungsschritte zur endgültigen Fertigstellung oder Instandsetzung in den meisten Fällen unumgänglich. Vor allem werden nach dem Formen Werkstückanten und Fügstellen bearbeitet sowie Aussparungen, Bohrungen und Langlöcher eingebracht. Zurzeit werden dafür vorwiegend trocken spanende Verfahren eingesetzt.

### 2.1 Bearbeitungsverfahren

Die in dieser "Fachbereich AKTUELL" berücksichtigten Bearbeitungsverfahren werden in drei Tätigkeitsgruppen eingeteilt:

#### 2.1.1 Manuelle Tätigkeiten

Manuelle Tätigkeiten werden mit handgeführten Werkzeugen ausgeführt und es besteht eine direkte Exposition der Beschäftigten. Im Fokus stehen hier das Bohren, Drehen, Fräsen, Hobeln, Sägen, Trennen und das Schleifen.

#### 2.1.2 Tätigkeiten in/an automatisierten Anlagen

In der Regel sollten automatisierte Anlagen gemäß dem Stand der Technik gekapselt sein und nur bei Bearbeitungsstillstand von Beschäftigten betreten werden. Außerdem sollten derartige Maschinen mit technischen Schutzmaßnahmen ausgerüstet sein, zum Beispiel mit einer ausreichend dimensionierten Absaugung mit Nachlauf zur Minimierung der CFK-Staubkonzentration. Unter diesen Voraussetzungen sind die Beschäftigten nur einer geringen Exposition ausgesetzt. Berücksichtigt werden das Drehen, Fräsen, Schleifen, Bohren, Wasserstrahlschneiden und die Laserbearbeitung.

#### 2.1.3 Sonstige Tätigkeiten

In diese Gruppe gehören Verfahren und Tätigkeiten, die den beiden erstgenannten Gruppen nicht zuzuordnen sind, wie Crash-Versuche, Stanzen und Schneiden, Tätigkeiten an offenen Bearbeitungsmaschinen sowie zerstörende Materialprüfungen und Reinigungsarbeiten.



Abbildung 2 – Wasserstrahlschneiden von CFK-Bauteilen

### 2.2 Gefährdungen und ihre Beurteilung

Im Folgenden werden ausschließlich die direkten Gefährdungen betrachtet, die durch das Freisetzen von Stäuben, Fasern und sonstigen Gefahrstoffen während der (mechanischen) Bearbeitung von CFK für die Beschäftigten entstehen.

Mechanische und thermische Gefährdungen sowie durch Arbeitsbedingungen verursachte Gefährdungen werden in dieser Schrift nicht behandelt, sind aber in der Gefährdungsbeurteilung für den jeweiligen Arbeitsplatz zu berücksichtigen.

Werden Mischkomposite aus CFK und GFK (glasfaserverstärkte Kunststoffe) zum Beispiel als Decklage bearbeitet, müssen auch für die Glasfasern die Gefährdungen nach TRGS 905 [1] beurteilt werden.

## 2.2.1 Gefährdung durch Einatmen

- Typischerweise werden für die CFK-Herstellung Carbonfasern mit einem Durchmesser größer als 5 µm eingesetzt.
- Carbonfasern bestehen aus elementarem Kohlenstoff, der nicht als gefährlicher Stoff eingestuft ist. Sie werden aus kohlenstoffhaltigen Polymerfasern durch Pyrolyse hergestellt [2].
- Als Ausgangsmaterial wird derzeit hauptsächlich Polyacrylnitril (PAN) verwendet, daneben kommen weitere Stoffe wie Pech und Cellulose zum Einsatz.
- Epoxidharz- und Faserstäube können abhängig vom Bearbeitungsverfahren, von den Prozessparametern und den prozess- und werkstoffspezifischen Eigenschaften und abhängig vom Durchmesser der verarbeiteten Carbonfasern entstehen.
- Die Fasergeometrie und das Bruchverhalten sind maßgeblich für die Bewertung der Gesundheitsgefährdungen.
- Nach den Kriterien der WHO sind besonders die Fasern und Faserbruchstücke aufgrund ihrer Wirkung auf das Lungengewebe als kritisch zu betrachten, die länger als 5 µm sind, deren Durchmesser kleiner als 3 µm und deren Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis größer als 3:1 ist.
- Weitere Kriterien für eine kanzerogene Wirkung sind Parameter wie die Dosis und die Verweildauer in der Lunge, das heißt die Biobeständigkeit/Biopersistenz. Erste Hinweise deuten auf eine hohe Biobeständigkeit der Carbonfasern hin [3].
- Nach aktuellen Erkenntnissen können Carbonfasern durch Splitterbruch bei herkömmlichen, mechanischen Bearbeitungsverfahren in faserförmige Fragmente brechen, sodass lungengängige Carbonfaserstäube entsprechend der WHO-Definition freigesetzt werden können [4].
- Dabei zeigt sich, dass bei einer Dichte der Carbonfasern von größer als 1,95 g/cm<sup>3</sup> ein besonders kritisches Bruchverhalten zu beobachten ist. Im Regelfall trifft dies auf pechbasierte Fasern zu.
- Alveolengängige Carbonfaserstäube werden bislang nach Absatz 2.3 (7) der TRGS 905 als anorganische Faserstäube in Kategorie 2 (Verdacht auf karzinogene Wirkung beim Menschen) eingestuft [1].
- Wenn bei der Bearbeitung von CFK-Materialien kritische Fasern nach der WHO-Definition entstehen, wird empfohlen, sich zur Beurteilung der Gefährdung an den Faserstaubkonzentrationen von 50.000 und 250.000 Fasern/m<sup>3</sup> der TRGS 521 [5] zu orientieren. Dies gilt vorbehaltlich einer Neubewertung auf Basis der Ergebnisse laufender Kanzerogenitätsuntersuchungen. Eine Konzentration von weniger als 10.000 Fasern/m<sup>3</sup> in der Luft am Arbeitsplatz ist anzustreben [6].
- Bei Betrachtung des Gefährdungspotenzials bei der Bearbeitung von CFK ist auch die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus dem Materialverbund zu berücksichtigen.
- Neben Stäuben und Fasern können bei Anwendung von Verfahren, bei denen sich am Bauteil Hitze entwickelt, eine Vielzahl von organischen, unter Umständen gefährlichen Pyrolyseprodukten freigesetzt werden, deren Zusammensetzung vom verwendeten Harz-/Härter-System abhängt. Die Einhaltung der relevanten Arbeitsplatzgrenzwerte ist in diesem Zusammenhang im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nachzuweisen.
- Bei thermischen Prozessen können vermehrt WHO-Fasern durch Zersetzungs- und Abbauprozesse entstehen [7]. Diese Erkenntnisse sind in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

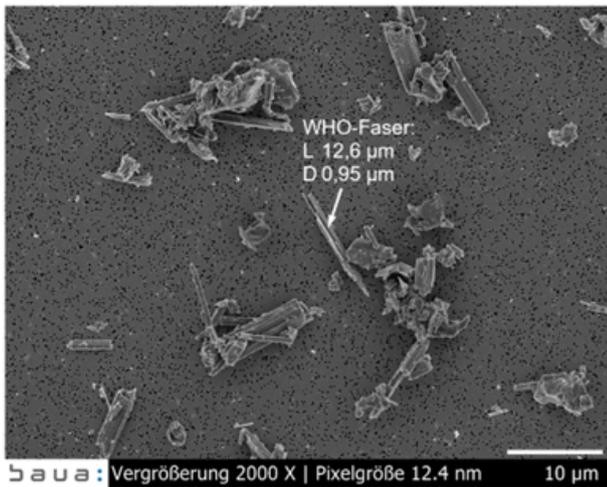


Abbildung 3 – REM-Aufnahme von CFK-Staub aus einem Sägeprozess

### 2.2.2 Gefährdungen durch Hautkontakt

- Durch eine dermale Exposition mit Stäuben und Fasern können allergische Kontaktekzeme sowie mechanisch irritative Effekte (Hautreizungen/Juckreize) auftreten.

### 2.2.3 Brand- und Explosionsgefährdung

- Durch die Bearbeitung von CFK-Bauteilen entsteht Staub, der in die Staubexplosionsklasse 1 eingestuft ist [8].
- Es ist eine Gefährdungsbeurteilung zur Explosionsgefährdung und gegebenenfalls ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Die festgelegten Maßnahmen zum Explosionsschutz sind umzusetzen.

### 2.2.4 Elektrische Gefährdung

- CFK-Bauteile sind in der Regel nicht elektrisch leitfähig, somit kann es zu einer elektrostatischen Aufladung kommen, zum Beispiel durch Abwischen oder direktes Absaugen am Bauteil.
- Die bei der Bearbeitung entstehenden Stäube können jedoch elektrisch leitfähig sein.
- Das ist unter anderem problematisch, wenn zur Abluftreinigung nach der Absaugung ein elektrostatischer Abscheider verwendet wird. Hierbei besteht die permanente Gefahr eines Kurzschlusses. Aus diesem Grund sind diese Abscheider für die CFK-Bearbeitung ungeeignet.

## 3 Bearbeitungspezifische Schutzmaßnahmen

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung hat die Arbeitgeberin oder der Arbeitgeber grundsätzlich die allgemeinen Staubgrenzwerte nach TRGS 900 [9] für die alveolengängige Fraktion (A-Staubfraktion) und für die einatembare Fraktion (E-Staubfraktion) zu überprüfen und einzuhalten.

Bei der Bearbeitung von CFK-Materialien müssen Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen außerdem Art, Ausmaß und Dauer der inhalativen Faserexposition ermitteln und durch Schutzmaßnahmen die auftretenden Gefährdungen durch CFK-Staub minimieren.

In der Praxis hat sich das Konzept der dreistufigen Expositions-kategorien bewährt, das abgestufte Schutzmaßnahmen beinhaltet.

Die Exposition ist bevorzugt durch Arbeitsplatzmessung zu ermitteln. Alternativ kann den in Kapitel 2.1 beschriebenen Tätigkeiten beim Umgang mit CFK-Staub entsprechend der zu erwartenden Faserstaubkonzentration jeweils eine von drei Expositions-kategorien zugewiesen werden. Tabelle 2 (siehe Seite 9) zeigt den Gesamtüberblick.

Sofern Einzeltätigkeiten, die nicht in der Tabelle 2 aufgeführt sind, durch Analogieschluss den dort aufgeführten Tätigkeiten gleichzustellen sind, können die Tätigkeiten einer Expositions-kategorie zugeordnet werden. In diesem Fall ist eine Begründung in der Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Das gleiche gilt bei Kombination verschiedener Tätigkeiten.

### 3.1 Expositionskategorien und Schutzmaßnahmen für die Bearbeitung von CFK

Der Zusammenhang zwischen Expositionskategorien und Faserstaubkonzentration wird in Tabelle 1 dargestellt.

Die Schutzmaßnahmen für Expositionskategorie 1 gelten für die Tätigkeiten, die unter Berücksichtigung der beschriebenen Schutzmaßnahmen erfahrungsgemäß zu keiner oder nur zu sehr geringer Faserexposition führen, das heißt, bei denen die Faserstaubkonzentration unter 50.000 Fasern/m<sup>3</sup> liegt.

Schutzmaßnahmen für Expositionskategorie 2 gelten dagegen für Tätigkeiten, die unter Berücksichtigung der beschriebenen Schutzmaßnahmen und Art der Tätigkeit eine geringe bis mittlere Faserexposition hervorrufen, das heißt, bei denen die Faserstaubkonzentration zwischen 50.000 Fasern/m<sup>3</sup> und 250.000 Fasern/m<sup>3</sup> liegt.

Die umfangreichsten Schutzmaßnahmen sind für die Expositionskategorie 3 umzusetzen. Sie gelten für Tätigkeiten, die eine höhere Faserstaubexposition als 250.000 Fasern/m<sup>3</sup> hervorrufen. Sofern keine Messung der Faserstaubkonzentration vorliegt, werden Tätigkeiten mit CFK-Materialien mit einer Dichte der eingesetzten Carbonfaser größer als 1,95 g/cm<sup>3</sup> aufgrund des beobachteten kritischen Bruchverhaltens grundsätzlich der Expositionskategorie 3 zugewiesen.

Tabelle 1 – Zusammenhang von Faserstaubkonzentration und Expositionskategorien

Faserstaubkonzentration	Expositionskategorien		
	1	2	3
< 50.000 Fasern/m <sup>3</sup>	X		
50.000 bis 250.000 Fasern/m <sup>3</sup>		X	
> 250.000 Fasern/m <sup>3</sup>			X

### 3.2 Erforderliche Maßnahmen gemäß Expositionskategorie

Jeder Expositionskategorie sind Maßnahmen zugeordnet, die aufeinander aufbauen. So müssen zu den Maßnahmen der Expositionskategorie 2 zusätzlich die Maßnahmen der Expositionskategorie 1 umgesetzt werden. Analog müssen bei der Expositionskategorie 3 auch die Maßnahmen der Expositionskategorien 1 und 2 mit berücksichtigt werden.

Grundsätzlich ist bei der Rangfolge der Schutzmaßnahmen das STOP-Prinzip anzuwenden [10].

#### 3.2.1 Maßnahmen für die Expositionskategorie 1, Tätigkeiten mit geringer Exposition

- Gefährdungsbeurteilung für die Tätigkeiten mit CFK-Staubexposition durchführen.
- Staubarm bearbeiten, wofür staubemittierende Anlagen, Maschinen und Geräte mit einer wirksamen Absaugung versehen sein müssen [11].
- Staubarm reinigen, das bedeutet:
  - CFK-Staub mit Industriestaubsauger absaugen (Empfehlung ATEX-Geräteklasse 3D bzw. EPL Dc (früher: Bauart 1 bzw. Bauart 22), Explosionsgruppe IIIC, Schutzart IP65, Staubklasse M oder H nach DIN EN 60335-2-69 [12] und DIN EN 62784 [13]) oder feucht wischen.
  - CFK-Staub nicht mit Druckluft abblasen oder trocken kehren.
  - Aufwirbeln von CFK-Staub vermeiden.
  - Arbeitsplatz sauber halten und regelmäßig reinigen.
- Für gute Lüftung am Arbeitsplatz sorgen, zum Beispiel mit Hilfe einer raumlufttechnischen Anlage.
- Organisatorische Maßnahmen anwenden wie Beschränkung der Arbeitsdauer im Arbeitsbereich.
- Hygienische Mindeststandards nach TRGS 500 [10] für den Umgang mit Gefahrstoffen umsetzen.

- Ess- und Trinkverbot am Arbeitsplatz beachten.
- Rauch-/Schnupfverbot am Arbeitsplatz beachten.
- Beschäftigungsbeschränkung für Jugendliche gemäß Jugendarbeitsschutzgesetz einhalten.
- Betriebsanweisungen erstellen.
- Beschäftigte unterweisen.
- Pflicht-, Angebots- oder Wunschvorsorgen gemäß Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) [14] veranlassen.
- Kontakt mit CFK-Staub auf der Haut vermeiden, andernfalls mit Wasser abspülen.
- Langärmlige Arbeitskleidung tragen.
- Hautschutzcreme vor und Hautpflegemittel nach der Arbeit verwenden.

### 3.2.2 Maßnahmen für die Expositionskategorie 2, Tätigkeiten mit mittlerer Exposition

- Maßnahmen der Expositionskategorie 1 umsetzen.
- Staubminimiert bearbeiten, das bedeutet:
  - Nassbearbeitung wählen oder
  - CFK-Staub an der Entstehungsstelle absaugen, zum Beispiel durch:
    - werkzeugintegrierte Absaugung (Empfehlung ATEX-Gerätekategorie 3D bzw. EPL Dc, Explosionsgruppe IIIC, Schutzart IP65, Staubklasse M oder H nach DIN EN 60335-2-69 [12] und DIN EN 62784 [13]) oder
    - nachgeführten Industriestaubsauger (Gerätekategorie 3D bzw. EPL Dc, Explosionsgruppe IIIC, Schutzart IP65, Staubklasse M oder H).
- Anzahl der Beschäftigten begrenzen.
- Waschmöglichkeit zur Verfügung stellen.
- Den Beschäftigten geeignete Persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung stellen:
  - atmungsaktiver Schutzanzug Typ 5
  - dichtschießende Schutzbrille
  - Atemschutz, bevorzugt nichtbelastend (Vorgaben der DGUV Regel 112-190 wie Tragezeitbegrenzung berücksichtigen [15]):
    - Helm/Haube mit Gebläse und Partikelfilter TH2P oder
    - Voll-, Halb- oder Viertelmaske mit Gebläse und Partikelfilter TM1P oder
    - Halb-/Viertelmaske mit Partikelfilter der Klasse P2 oder
    - partikelfiltrierende Halbmaske FFP2
  - Schutzhandschuhe gemäß Bearbeitungsverfahren (nicht zu verwenden bei rotierenden Werkzeugen)

### 3.2.3 Maßnahmen für die Expositionskategorie 3, Tätigkeiten mit hoher Exposition

- Maßnahmen der Expositionskategorie 1 und 2 umsetzen.
- Bearbeitung bevorzugt in gesonderten Einrichtungen durchführen, zum Beispiel Schleifkabinen bzw. geschlossenen Anlagen (Reduzierung der Expositionskategorie).
- Arbeitsbereiche abgrenzen und kennzeichnen.
- Schutzkleidung reinigen oder entsorgen.
- Getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung zur Verfügung stellen.
- Waschraum mit Duschen zur Verfügung stellen.
- Persönliche Schutzausrüstung (siehe Expositionskategorie 2) zwingend verwenden.

## 4 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese "Fachbereich AKTUELL" beruht auf dem vom Fachbereich Holz und Metall zusammengeführten Erfahrungswissen sowie auf Erkenntnissen aus dem Unfallgeschehen auf dem Gebiet der CFK-Bearbeitung und ist in Zusammenarbeit mit Vertretern und Vertreterinnen aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie aus dem Maschinenbau erarbeitet worden.

Sie soll besonders die Hersteller von CFK-Bauteilen unterstützen und dabei helfen, die Anforderungen an den Gesundheits- und Arbeitsschutz bei der mechanischen

Bearbeitung von CFK-Bauteilen und den speziell damit verbundenen Bedingungen umzusetzen, bis gesicherte Erkenntnisse zur biologischen Wirkung von Carbonfasern vorliegen.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch diese „Fachbereich AKTUELL“ unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt. Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriftentexte einzusehen.

Der Fachbereich Holz und Metall der DGUV setzt sich unter anderem zusammen aus Vertretern und Vertreterinnen der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartner, herstellenden und betreibenden Firmen.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ ersetzt die gleichnamige DGUV-Information, Ausgabe 10/2014.

Weitere „Fachbereich AKTUELL“ oder Informationsblätter des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [16].

---

### Literaturverzeichnis

[1] TRGS 905 "Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe", Ausgabe: März 2016. GMBI 2016 S. 378-390 [Nr. 19] vom 03.05.2016, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2021, S. 899 [Nr. 41] vom 13.07.2021.

[2] Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Fibers, 15. Carbon Fibers, Wiley-VCH Verlag 2011.

[3] Westphal, G. et al.: "Gefährdungsanalyse für Carbonfaserverstärkte Kunststoffe", IPA-Journal 1 (2019), S. 10-14.

[4] Plitzko, S., Bäger, D.: "Voraussetzungen und Mechanismen einer Freisetzung alveolengängiger faserförmiger Carbonfaser-Bruchstücke", Abschlussbericht zum Verbundvorhaben CarboBreak (2022), Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

[5] TRGS 521 "Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle", Ausgabe: Februar 2008, Kap. 3.2 "Konzept der Expositionskategorien".

[6] TRGS 527 "Tätigkeiten mit Nanomaterialien", Ausgabe: Januar 2020. GMBI 2020 S. 102-118 [Nr. 6] vom 19.02.2020.

[7] Eibl, S.: "Besondere Gesundheitsgefährdung durch CFK im Brandfall", Lightweight Design 8, 1 (2015), S. 26-29.

[8] Gestis-Staub-Ex, "Datenbank Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben", Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), [http://staubex.ifa.dguv.de/\\_oder www.dguv.de](http://staubex.ifa.dguv.de/_oder www.dguv.de) Webcode: d6253.

[9] TRGS 900 "Arbeitsplatzgrenzwerte", Ausgabe: Januar 2006. BArBl. Heft 1/2006 S. 41-55, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2021, S. 893-894 [Nr. 39-40] vom 02.07.2021.

[10] TRGS 500 "Schutzmaßnahmen", Ausgabe: September 2019. GMBI 2019 S. 1330-1366 [Nr. 66/67] vom 13.12.2019, berichtigt: GMBI 2020 S. 88 [Nr. 4] vom 31.01.2020.

[11] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115).

[12] DIN EN 60335-2-69: "Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-69: Besondere Anforderungen für Staub- und Wasserauger für den gewerblichen Gebrauch", Ausgabe: Juli 2015.

[13] DIN EN 62784: "Besondere Anforderungen für Staubsauger und Entstauber mit dem Geräteschutzniveau Dc für die Aufnahme von brennbaren Stäuben", Ausgabe: Dezember 2019.

[14] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Juli 2019 (BGBl. I S. 1082)

[15] DGUV Regel 112-190 "Benutzung von Atemschutzgeräten", Ausgabe: November 2021, DGUV, Berlin

[16] Internet: [www.dguv.de/fb-holzundmetall/Publikationen](http://www.dguv.de/fb-holzundmetall/Publikationen) oder [www.bghm.de](http://www.bghm.de) Webcode: 626.

---

### Bildnachweis

Die gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Abbildung 1, 2: Audi AG, NSU-Str. 1, 74172 Neckarsulm
- Abbildung 3: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA), Nöldnerstraße 40-42, 10317 Berlin

---

### Tabellennachweis

Tabelle 1 – Zusammenhang von Faserstaubkonzentration und Expositionskategorien..... 5  
 Tabelle 2 – Zuordnung von Tätigkeiten zu Expositionskategorien..... 9

---

### Herausgeber

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
 10117 Berlin  
 Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
 Fax: 030 13001-9876  
 E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
 Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung im Fachbereich Holz und Metall der DGUV [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Holz und Metall ist die Berufsgenossenschaft Holz und Metall der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.

An der Erarbeitung dieser Fachbereich AKTUELL haben mitgewirkt:

- Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse der DGUV
- Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV
- Institut für Arbeitsschutz der DGUV
- Fachgruppe 4.1.5 Materialien und partikelförmige Gefahrstoffe der BauA
- BMW AG

Tabelle 2 – Zuordnung von Tätigkeiten zu Expositions-kategorien

	Tätigkeiten	Expositionskategorie
<b>1.</b>	<b>Manuelle Tätigkeiten (handgeführte Werkzeuge) mit Absaugung</b>	
1.1	Bohren Bohren, z. B. von Durchgangslöchern in der Verbindungstechnik	1
1.2	Drehen, Fräsen, Hobeln	2
1.3	Sägen, Trennen Sägen von CFK-Bauteilen, z. B. Reparatur oder Entsorgung	2
1.4	Schleifen Anschleifen der CFK-Bauteiloberfläche, z. B. zum Anrauen von Klebeflächen Schleifen der CFK-Struktur, z. B. Entgraten mit Schleifwerkzeug	1 2
<b>2.</b>	<b>Manuelle Tätigkeiten (handgeführte Werkzeuge) ohne Absaugung</b> Bohren, Drehen, Fräsen, Hobeln, Sägen, Trennen, Schleifen	3
<b>3.</b>	<b>Tätigkeiten in/an automatisierten Anlagen (z. B. Werkzeugmaschinen), geschlossen und abgesaugt</b>	
3.1	Drehen Bestücken, Rüsten und Einstellen der Maschine	1
3.2	Fräsen Bestücken, Rüsten und Einstellen der Maschine	1
3.3	Schleifen Bestücken, Rüsten und Einstellen der Maschine	1
3.4	Bohren Bestücken, Rüsten und Einstellen der Maschine	1
3.5	Wasserstrahlschneiden Bestücken, Rüsten und Einstellen der Maschine	1
3.6	Laserbearbeitung Bestücken, Rüsten und Einstellen der Maschine	1
<b>4</b>	<b>Sonstige</b>	
4.1	Crash-Versuche Bestücken, Rüsten und Einstellen der Anlage	1
4.2	Stanzen, Schneiden Abscheren von CFK-Material	2
4.3	Tätigkeiten an offenen Bearbeitungsmaschinen Drehen, Fräsen, Bohren Schleifen	2 3
4.4	Zerstörende Materialprüfung z. B. Zug-, Bruch-, Biege-, Berstversuch	1
4.5	Reinigungsarbeiten Aufsaugen von CFK-Staub mit Industriestaubsauger Feucht wischen	1 1