

Fact Sheet

Handlungsempfehlung für Güte- und Prüfbestimmung RAL-RG 351

—

Herausgeber: C³Verband

Dresden, April 2023

Allgemeine Hinweise

Seit dem Dezember 2021 ist das vom C³-Verband initiierte Regelwerk des Deutschen Institutes für Gütesicherung und Kennzeichnung (RAL) RAL-RG 351 zur Verhinderung von Gefährdungen durch biobeständige, lungengängige Faserstäube bei der Carbonbetonbauweise veröffentlicht. Die RAL-RG 351 stellt sicher, dass im Bauwesen in der gesamten Lieferkette keine matten- oder stabförmigen Bewehrungen aus Kohlenstoffasern eingesetzt werden, die zu einer Freisetzung von gesundheitlich relevanten Faserstäuben führen.

Grundsätzlich haben die Hersteller, Bearbeiter, Verwender und Wiederaufbereiter von Bauteilen aus Kohlenstoffasern und Strukturen aus Carbonbeton sicherzustellen, dass die Materialien den Anforderungen der RAL-RG 351 entsprechen. Der Nachweis ist üblicherweise durch eine Bescheinigung des Vorlieferanten (Produktinformationsblatt in Anlehnung an ein Sicherheitsdatenblatt) zu erbringen. Sofern dies nicht der Fall ist, können eigenständig oder durch externe Dienstleister Prüfverfahren zur Nachweisführung durchgeführt werden.

Gegenwärtig stehen jedoch keine standardisierten und somit allgemein anerkannten Prüfbestimmungen zur Verfügung. Prüfungen, welche die Morphologie oder das Bruchverhalten der Kohlenstoffasern in Form einer matten- oder stabförmigen Bewehrung nachweisen, werden bisher individuell festgelegt und durchgeführt. Das Gleiche gilt für das Vorgehen, inwieweit die Biobeständigkeit und Lungengängigkeit in Hinblick auf die Gesundheit und Umwelt zu beurteilen sind. Eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist somit nicht oder nur unter Einschränkungen möglich.

Aus diesem Grund soll die vorliegende Handlungsempfehlung sicherstellen, dass Prüfbestimmungen zur RAL-RG 351 sowohl

fachlich und sachlich nach aktuellem Stand der Wissenschaft zum Zeitpunkt der Veröffentlichung als auch untereinander vergleichbar ausgeführt werden. Die vorliegende Handlungsempfehlung basiert im Wesentlichen auf den umfangreichen Ergebnissen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes C³ – Carbon Concrete Composite aus dem Jahr 2014 bis 2022. Es gilt im Allgemeinen:

1. Die Handlungsempfehlung ist als Empfehlung des C³-Verbandes zu verstehen. Die Handlungsempfehlung endbindet nicht von gesetzlichen Anforderungen und Pflichten.
2. Bei den Prüfverfahren handelt es sich ausschließlich um typische

mechanische Verfahren des Bauwesens, welche die üblichen Arbeitsprozesse bei der Herstellung, Produktion, beim Aufbau und der Umnutzung sowie beim Abbruch, Rückbau und Recycling im Betonbau nachbilden. Sondernutzungen sind demnach separat zu prüfen.

3. Obwohl in der Praxis zu den Prüfverfahren oftmals Kühl- und Spülwasser hinzugefügt wird (Nassverfahren), umfasst die Handlungsempfehlung ausschließlich Trockenverfahren. Hintergrund ist das Abbilden des Extremfalles (worst-case-Szenario). Des Weiteren wird an dieser Stelle von einer Betrachtung der umweltrelevanten Auswirkungen abgesehen.

Prüfung

Prüfumfeld

Es ist ein geeignetes Prüfumfeld zu wählen, in dem die Stäube – die üblicherweise aus den mechanischen Verfahren resultieren – erzeugt werden. Es gilt zu beachten, dass die Freisetzung der Stäube möglichst rein und hoch konzentriert erfolgt. Folglich wird zur Prüfung ein geschlossener Raum ohne Einflussnahme durch externe Luftströme empfohlen. Der Raum darf nicht durch vorangegangene Arbeitsprozesse kontaminiert sein. Gleichzeitig sind Vorkehrungen zu treffen, dass der Raum zwischen einzelnen Prüfungen vollständig von Stäuben befreit werden kann (Abb. 1).

Weiterhin ist zu beachten, dass die ortsfeste Entnahme von Proben in Höhe der natürlichen Atmung erfolgt. Die ortsfeste Messung ist im Sinne eines

Extremfalles und zur Überprüfung der Kurzzeitwerte in den Entfernungen von einem Meter, zwei Metern und fünf Metern zum Emissionsort zu platzieren (Abb. 1).

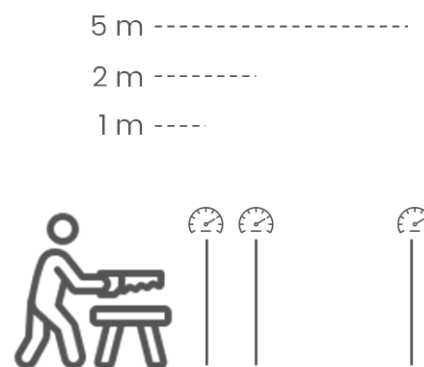


Abb. 1: Idealisiertes Prüfumfeld | © C³-Verband

Contact

C³ – Carbon Concrete Composite e. V.

WTC Dresden, Ammonstraße 72 | 01067 Dresden, Germany
carbon-concrete.org • info@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 00

Dr.-Ing. Stefan Minar

s.minar@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 19

Prüfverfahren

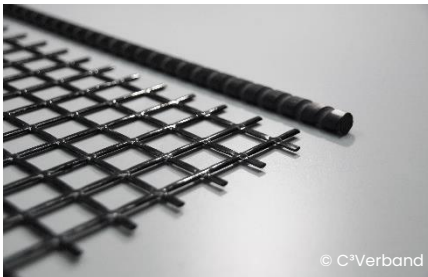
-
Das Erzeugen der Stäube im Prüfumfeld ist für alle nachfolgenden Prüfverfahren auszuführen. Die einzelnen Prüfverfahren sind nacheinander auszuführen. Es ist sicherzustellen, dass bei jedem Prüfverfahren die zugehörigen Filter

ausreichend durch die erzeugten Stäube belegt sind (ein Filter je Prüfverfahren) und analysiert werden können.

Die Prüfverfahren entsprechen dem Extremfall, sodass weitere Arbeitsprozesse des Bauwesens – die in Hinblick auf Gesundheitsgefährdungen und Arbeits-

schutz in der Regel ein niedrigeres Risiko aufweisen – nicht weiter berücksichtigt werden. Die Prüfverfahren unterscheiden sich dahingehend, ob lediglich eine matten- und stabförmige Bewehrung aus Kohlenstofffasern (Tab. 1) oder ein Bauteil aus Carbonbeton (Tab. 2) zu prüfen ist.

Tab. 1: Prüfverfahren zur Bearbeitung von matten- und stabförmigen Bewehrungen



Prüfkörper I ist eine mattenförmige Bewehrung mit $\geq 1.000 \text{ mm} \times \geq 200 \text{ mm}$ (Länge x Breite)

Prüfkörper II ist eine stabförmige Bewehrung mit $\geq 100 \text{ mm}$ (Länge)



Sägen, Schneiden und Fräsen

Elektroschere

-

Prüfkörper I ist in einem Arbeitsvorgang von $\geq 2 \text{ min}$ insgesamt 10 x der Länge nach durchzuschneiden.

Prüfkörper II ohne Prüfung.



Sägen, Schneiden und Fräsen

Diamantkreissäge hand- oder laufschienegeführt

-

Prüfkörper I ist in einem Arbeitsvorgang von $\geq 2 \text{ min}$ insgesamt 10 x der Länge nach durchzuschneiden.

Prüfkörper II ist in einem Arbeitsvorgang von $\geq 2 \text{ min}$ insgesamt 10 x Quer zur Ausrichtung des Stabes durchzuschneiden. Des Weiteren sind zwei Stück des Prüfkörpers II jeweils in einem Arbeitsvorgang von $\geq 2 \text{ min}$ insgesamt 1 x der Länge nach durchzuschneiden.

Contact

C³ – Carbon Concrete Composite e. V.

WTC Dresden, Ammonstraße 72 | 01067 Dresden, Germany
carbon-concrete.org • info@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 00

Dr.-Ing. Stefan Minar

s.minar@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 19

Tab. 2: Prüfverfahren zur Bearbeitung von Bauteilen aus Carbonbeton (Teil I/II)



Prüfkörper I ist ein Verbund aus Beton und einer 2-lagigen, hoch bewehrten mattenförmige Bewehrung mit $\geq 500 \text{ mm} \times \geq 500 \text{ mm} \times \geq 60 \text{ mm}$ (Länge x Breite x Höhe)



© C³Verband

Prüfkörper II ist ein Verbund aus Beton und einer 1-lagigen, mittig bewehrten stabförmige Bewehrung mit mindestens acht Stäben mit $\geq 500 \text{ mm} \times \geq 500 \text{ mm} \times \geq 60 \text{ mm}$ (Länge x Breite x Höhe)



© TU Dresden – IBB

Bohrung

Diamantvollbohrer

Prüfkörper I ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x mit einem Bohraufsatz von 10 mm zu durchbohren.

Prüfkörper II ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x mit einem Bohraufsatz von 10 mm zu durchbohren.



© TU Dresden – IBB

Bohrung

Diamantkernbohrer

Prüfkörper I ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x mit einem Bohraufsatz von 100 mm zu durchbohren.

Prüfkörper II ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x mit einem Bohraufsatz von 100 mm zu durchbohren.



© TU Dresden – IBB

Sägen, Schneiden und Fräsen

Diamantkreissäge hand- oder laufschienegeführt

Prüfkörper I ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x der Länge nach durchzuschneiden.

Prüfkörper II ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x Quer zur Ausrichtung des Stabes und in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x der Länge nach durchzuschneiden.

Contact

C³ – Carbon Concrete Composite e. V.

WTC Dresden, Ammonstraße 72 | 01067 Dresden, Germany
 carbon-concrete.org • info@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 00

Dr.-Ing. Stefan Minar

s.minar@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 19

Tab. 2: Prüfverfahren zur Bearbeitung von Bauteilen aus Carbonbeton (Teil II/II)



Schleifen

Winkelschleifer mit Diamantschleifpapier

Prüfkörper I ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 5 min auf einer Fläche von $0,25 \text{ m}^2$ zu schleifen, bei dem die Bewehrung offengelegt ist.

Prüfkörper II ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 5 min auf einer Fläche von $0,25 \text{ m}^2$ zu schleifen, bei dem die Bewehrung offengelegt ist.



Stemmen

Schlaghammer

Prüfkörper I ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x mit einem Stemmeisen von 20 mm zu durchschlagen.

Prüfkörper II ist in einem Arbeitsvorgang von ≥ 2 min insgesamt 8 x mit einem Stemmeisen von 20 mm zu durchschlagen.

Aus Gründen der Praktikabilität und Einsparung von Ressourcen wird empfohlen, mehrere Prüfverfahren auf einem Prüfkörper systematisch zu kombinieren (Abb. 2).

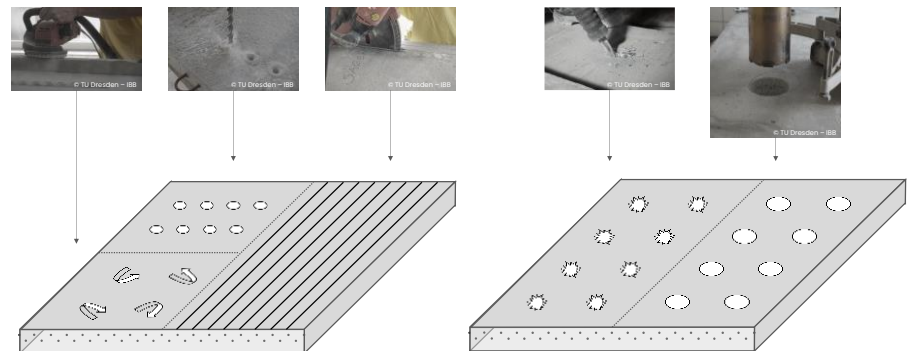


Abb. 2: Idealisierter Prüfkörper I © C³Verband

Beurteilung der Staub- und Faseremission

Die erzeugten Stäube aus dem Prüfverfahren sind in Hinblick auf deren Biobeständigkeit und Lungengängigkeit zu beurteilen. Hierfür wird empfohlen, die Stäube durch renommierte Institutionen (siehe Unterstützung durch externe Dienstleister) bezugnehmend auf die Vorgaben des Gefahrstoffrechtes überprüfen zu lassen, insbesondere in Hinblick auf:

- Kategorie A Staub (alveolengängiger Staub),
- Kategorie E Staub (einatembarer Staub) und
- Arbeitsplatzgrenzwerte bei der Konzentration von Fasern

auf Einhaltung der Anforderungen an die Materialien – basierend auf der Gefährdungsbeurteilung – zu erbringen. Eine Orientierung, wie solch eine Bescheinigung aufgebaut sein kann, ist der Vorlage im Anhang zu entnehmen.

Erbringung des Nachweises

Durch die Bescheinigung (Produktinformationsblatt in Anlehnung an ein Sicherheitsdatenblatt) ist der Nachweis

Unterstützung durch externe Dienstleistung

Die Prüfbestimmung als Ganzes kann grundsätzlich durch die eigene Institution ausgeführt werden. Sofern dazu die

Contact

C³ – Carbon Concrete Composite e. V.
 WTC Dresden, Ammonstraße 72 | 01067 Dresden, Germany
 carbon-concrete.org • info@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 00

Dr.-Ing. Stefan Minar

s.minar@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 19

Kompetenzen, Ressourcen etc. nicht verfügbar sein sollten, kann die Ausführung oder Teile der Ausführung auch an externe Dienstleister übergeben werden.

Weiterführende Literatur

-

Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. (RAL): RAL-RG 351 zur Verhinderung von Gefährdungen durch biobeständige, lungengängige Faserstäube bei der Carbonbetonbauweise. 2021. 5 S.

Weiterführende Links

-

<https://carbon-concrete.org/carbonbeton/arbeitsschutz>

<https://www.ral-guetezeichen.de/sicher-und-nachhaltig-bauen-mit-carbonbeton>

https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/Arbeiten-mit-Gefahrstoffen/Gefahrstoffverordnung/Gefahrstoffverordnung_node.html

Contact

C³ – Carbon Concrete Composite e. V.

WTC Dresden, Ammonstraße 72 | 01067 Dresden, Germany
carbon-concrete.org • info@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 00

Dr.-Ing. Stefan Minar

s.minar@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 19

Anhang

Nachweis auf Einhaltung der Anforderungen an die Materialien gemäß RAL RG 351 | Handlungsempfehlung für Prüfbestimmungen (Stand April 2023)

Institution

Straße 00
00000 Ort
Land

Produkt

Bezeichnung des Produktes

Prüfung

Prüfverfahren

Ausführung

ja nein

Bohrung mit Diamantvollbohrer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bohrung mit Diamantkernbohrer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sägen, Schneiden und Fräsen mit Elektroschere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sägen, Schneiden und Fräsen mit Diamantkreissäge handgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sägen, Schneiden und Fräsen mit Diamantkreissäge laufschienegeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schleifen mit Winkelschleifer mit Diamantschleifpapier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stemmen mit Schlaghammer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gefährdungsbeurteilung

Kategorie

Grenzwertüberschreitung

ja nein

A-Staub (alveolengängiger Staub)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-Staub (einatembarer Staub)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeitsplatzgrenzwerte bei der Konzentration von Fasern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kontakt _____

Datum, Unterschrift _____

Institution
Titel Vorname Name
name@institution.de
+49 000 00 00 00 00

Contact

C³ – Carbon Concrete Composite e. V.
WTC Dresden, Ammonstraße 72 | 01067 Dresden, Germany
carbon-concrete.org • info@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 00

Dr.-Ing. Stefan Minar

s.minar@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 19

Anhang

Unterstützung durch externe Dienstleistung

Prüfung

-

TU Dresden	TU Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen	Fakultät Maschinenwesen
Institut für Baubetriebswesen	Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik
01187 Dresden	01069 Dresden
baubetrieb@mailbox.tu-dresden.de	evt@mailbox.tu-dresden.de
+49 351 46 33 42 42	+49 351 46 33 44 93

Messung

-

Müller-BBM GmbH	TU Dresden
	Fakultät Maschinenwesen
	Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik
01465 Langebrück	01069 Dresden
dresden@muellerbbm.de	evt@mailbox.tu-dresden.de
+ 49 35201 72 50	+49 351 46 33 44 93

Auswertung

-

Müller-BBM GmbH	TU Dresden	TU Dresden	Universität Rostock
	Fakultät Bauingenieurwesen	Fakultät Maschinenwesen	Institut für Chemie
	Institut für Baustoffe	Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik	
01465 Dresden	01187 Dresden	01069 Dresden	18059 Rostock
dresden@muellerbbm.de	i.baustoffe@tu-dresden.de	evt@mailbox.tu-dresden.de	christin.kuehl@uni-rostock.de
+ 49 35201 72 50	+49 351 46 33 63 11	+49 351 46 33 44 93	+49 381 49 86 35 1

Contact

C³ – Carbon Concrete Composite e. V.

WTC Dresden, Ammonstraße 72 | 01067 Dresden, Germany
 carbon-concrete.org • info@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 00

Dr.-Ing. Stefan Minar

s.minar@carbon-concrete.org • +49 351 48 45 67 19

