

Excel-Rechenübungen an  
konkreten Bauteilen

Seminar

# Konstruieren mit Composites



## Die Top-Themen:

- Berechnung von endlosfaserverstärkten, anisotropen Werkstoffen nach Richtlinie VDI 2014
- Auslegung von Strukturbauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV)
- Umgang mit Füge-techniken, lokalen Lasteinleitungen und Ermüdungsbeanspruchungen
- Berechnung von Schichtspannungen und globalen Verzerrungen
- Versagensformen bei endlosfaserverstärkten FKV-Bauteilen

## Termine und Orte

- 23. und 24. Juni 2020  
Aschheim bei München
- 20. und 21. Oktober 2020  
Mannheim
- 22. und 23. Februar 2021  
Frankfurt am Main

+ Vergleich von Simulation und Praxis im GFK-Biegeversuch

🎓 Dieses Seminar ist auch Wahlpflichtmodul des Zertifikatslehrgangs „Fachingenieur Leichtbau VDI“

**Ihre Seminarleitung**  
Dr.-Ing. Christoph Möller,  
ICM-Composites GmbH & Co. KG,  
Weiterstadt  
Dr.-Ing. Daniela Feldten, Ge-  
schäftsführerin, MeFeX GmbH,  
Weiterstadt

## Allgemeine Informationen

### Zielsetzung

**Wie bei keinem anderen Werkstoff beeinflussen sich bei Composites Werkstoffeigenschaften, Bauteilgeometrie, Fertigungsverfahren sowie Losgröße und Herstellkosten gegenseitig. Die Anzahl der Konstruktionsparameter ist im Vergleich zu isotropen Konstruktionswerkstoffen deutlich umfangreicher; neben Bauteilgeometrie und Wanddicke sind bei FKV-Bauteilen zusätzlich noch Fasermengen, die Faserorientierungen und die Schichtreihenfolgen festzulegen.**

Dieses Seminar macht Sie mit den konstruktiven Besonderheiten von Composites und den Analysewerkzeugen für FKV vertraut. Auf der Grundlage der Richtlinie VDI 2014 lernen Sie die Vorgehensweise kennen, um richtungsabhängige Werkstoffe zu modellieren, Werkstoffkennwerte zu bestimmen und Festigkeiten nachzuweisen. Anhand von anschaulichen Rechenübungen an konkreten Strukturen werden die theoretischen Inhalte verdeutlicht und vertieft. Möglichkeiten der numerischen Simulation (FEM) runden das Seminar ab. Nach dem Besuch des Seminars sind Sie in der Lage, eine tragfähige Faserverbundstruktur zu entwerfen, auszulegen und zu berechnen.




### Zielgruppe

- Entwickler
- Konstrukteure
- Berechnungsingenieure
- Fachkräfte aus dem berechnungsnahen Umfeld  
... insbesondere in den Branchen Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrttechnik, Windenergietechnik und Sportgeräteentwicklung.

### Inhouse-Seminar

Dieses Seminar können Sie auch als firmeninterne Schulung buchen:

Wir erstellen Ihnen gerne ein individuelles Angebot. Rufen Sie uns an.

 **Frau Angela Bungert/Herr Jens Wilk**  
Tel.: +49 211 6214-200, E-Mail: [inhouse@vdi.de](mailto:inhouse@vdi.de)  
**Frau Ulrike Rinderhofer**    
Tel.: +43 664 5036261, E-Mail: [rinderhofer@vdi.de](mailto:rinderhofer@vdi.de)

### Veranstaltungsdokumentation

Jeder Teilnehmer erhält eine Dokumentation wie Präsentationsunterlagen, Handbuch o.ä. und eine VDI Wissensforum-Teilnahmebescheinigung.



### Seminarleitung

**Dr.-Ing. Christoph Möller**, ICM-Composites GmbH & Co. KG, Weiterstadt

**Dr.-Ing. Daniela Feldten**, Geschäftsführerin, MeFeX GmbH, Weiterstadt



Dr.-Ing. Christoph Möller studierte Maschinenbau mit Schwerpunkt Flugzeugbau und Leichtbau an der Technischen Universität Braunschweig. Nach dem Studium folgte eine wissenschaftliche Assistenzzeit am Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen (KLuB) der TU Darmstadt, bei der sein Forschungsschwerpunkt die faserparallele Druckfestigkeit von CFK war. Nach Abschluss der Promotion im Jahre 2011 gründete er im Team ein Ingenieurbüro zur Berechnung von Faser-Kunststoff-Verbunden.




Dr.-Ing. Daniela Feldten studierte allgemeinen Maschinenbau mit Schwerpunkt Leichtbau an der Technischen Universität Darmstadt. Nach dem Studium folgte eine Promotion am Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen (KLuB) der TU Darmstadt, bei der ihr Forschungsschwerpunkt die Biegeschwingfestigkeit von GFK war. Im Jahre 2013 gründete sie ein Ingenieurbüro zur Berechnung von Faser-Kunststoff-Verbunden und Fertigung von Prototypen. 2017 folgte daraus die Gründung der MeFeX GmbH.

### Zertifikatslehrgang

Dieses Seminar ist auch ein Wahlpflicht-Modul des Zertifikatslehrgangs „Fachingenieur Leichtbau VDI“

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[www.vdi-wissensforum.de/lehrgaenge](http://www.vdi-wissensforum.de/lehrgaenge)

 Sie wünschen eine persönliche Beratung?  
Bitte wenden Sie sich an  
**Frau Mona Paluch**  
Tel.: +49 211 6214-606, E-Mail: [paluch@vdi.de](mailto:paluch@vdi.de)

## Seminarinhalte

**1. Tag** 09:00 bis 17:30 Uhr

**2. Tag** 09:00 bis 15:30 Uhr

### » Eigenschaften und Besonderheiten von Composite-Strukturen

- Einsatzgebiete der Faser-Kunststoffverbunde
- Vergleich mit isotropen Konstruktionswerkstoffen
- Wann sind Faser-Kunststoff-Verbunde sinnvoll?

### » Einführung in die Komponenten Faser und Matrix

- Faserarten und textile Halbzeuge: Typen, Eigenschaften, Verwendung
- Matrixtypen (Duro- und Thermoplaste)
- Faser-Matrix-Halbzeuge
- Auswahlmethodik für Fasern, Matrix, Halbzeuge

### » Modellierung der richtungsabhängigen Werkstoffgesetze – Klassische Laminatanalyse

- Unidirektionale Einzelschicht (UD-Schicht)
- Winkeldefinition und Transformationsbeziehungen
- Klassische Laminattheorie
- Ermittlung von Spannungen und Verzerrungen
- Netztheorie als Entwurfshilfe; Regeln der Netztheorie
- Vorstellung des CLT-Programms, Analysebeispiel

### » Versagensformen und Festigkeitsnachweise bei FVK

- Versagensarten und -verhalten von UD-Schichten (Faser- und Zwischenfaserbruch)
- Pauschalbruchkriterien (Tsai-Wu, Dehnungskriterium)
- der Begriff der Wirkebenen nach Puck
- die physikalischen Wirkebenen-Bruchkriterien nach Puck
- Analysebeispiel: Schichtenweise Bruchanalyse mit CLT-Tool

### » Einführung in die Richtlinie VDI 2014

- Aufbau der VDI 2014: Grundlagen, Konzeption, Berechnung
- Vorgehensweise bei der konstruktiven Gestaltung von FKV-Bauteilen
- Erforderliche Materialkennwerte
- Aspekte der Langzeitmodellierung
- Prinzipielles Vorgehen bei Ermüdungsbeanspruchung

### » Versuch: Vergleich von Rechnung und Praxis

- Biegebruchversuch an einer GFK-Flachprobe
- Berechnung der Biegeprobe mit CLT-Tool
- Vergleich experimenteller und rechnerischer Bruchmomente

### » Überblick über gängige FKV-Fertigungsverfahren

- Handlaminieren; Pressverfahren
- RTM Verfahren; Wickeln; Kontinuierliche Verfahren

### » Besondere konstruktive Möglichkeiten der FVK

- Nutzung des schichtenweisen Aufbaus
- Gestaltung der thermischen Ausdehnung
- Akzeptanz von Zwischenfaserbruch

### » Rechenbeispiel Drucklufttank (analytisch)

- Auslegung nach Netztheorie
- Auslegung nach Klassischer Laminattheorie (CLT)
- Degradationsanalyse

### » Fügetechniken und lokale Lasteinleitungen

- Klebung; Bolzenverbindung
- Schlaufenanschluss; Pressverband

### » Auslegungsbeispiel Antriebswelle (analytisch)

- Festigkeitsberechnung nach CLT
- Stabilitätsanalyse
- Auslegung Bolzenanschluss; Auslegung Längspressverband

### » Numerische Analyse von Faser-Kunststoff-Verbunden (FEM)

- FE-Programme: Ansys Classic, Workbench, ACP
- Verwendete Elementtechnologien
- Übertragung der Werkstoffkennwerte
- FKV-spezifische Möglichkeiten in ACP: Faserausrichtung, Drapierung, Analysemöglichkeiten, Plybook



#### Hinweise



Die VDI 2014 (Entwicklung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbund) im Wert von über EUR 350,- enthält Empfehlungen für das Entwickeln von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV).



Die Teilnehmer sollten einen Laptop mit MS-Excel (Makros müssen zugelassen sein) für die Rechenübungen mitbringen. Die notwendige Software mit spezifischen Kennwerten für die Berechnungsbeispiele wird im Seminar verteilt.



VDI Wissensforum GmbH | VDI-Platz 1 | 40468 Düsseldorf | Deutschland

Sie haben noch Fragen?  
Kontaktieren Sie uns einfach!

**VDI Wissensforum GmbH**  
Kundenzentrum  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf  
Telefon: +49 211 6214-201  
Telefax: +49 211 6214-154  
E-Mail: wissensforum@vdi.de  
www.vdi-wissensforum.de

✓ Ich nehme wie folgt teil (zum Preis p. P. zzgl. MwSt.):

Seminar		
<input type="checkbox"/> 23. und 24. Juni 2020 Aschheim bei München (03SE063016)	<input type="checkbox"/> 20. und 21. Oktober 2020 Mannheim (03SE063017)	<input type="checkbox"/> 22. und 23. Februar 2021 Frankfurt am Main (03SE063018)
EUR 1.590,-	EUR 1.590,-	EUR 1.590,-

111

Ich bin VDI-Mitglied und erhalte **pro Veranstaltungstag EUR 50,- Rabatt** auf die Teilnahmegebühr: VDI-Mitgliedsnummer\* \_\_\_\_\_

\*Für den VDI-Mitglieder-Rabatt ist die Angabe der VDI-Mitgliedsnummer erforderlich.

**Meine Kontaktdaten:**

Nachname \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_

Titel \_\_\_\_\_ Funktion/Jobtitel \_\_\_\_\_ Abteilung/Tätigkeitsbereich \_\_\_\_\_

Firma/Institut \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ, Ort, Land \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ E-Mail \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

Abweichende Rechnungsanschrift \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Teilnehmer mit einer Rechnungsanschrift außerhalb Deutschlands, Österreichs oder der Schweiz bitten wir, mit Kreditkarte zu zahlen. Bitte melden Sie sich über [www.vdi-wissensforum.de](http://www.vdi-wissensforum.de) an. Auf unserer Webseite werden Ihre Kreditkartendaten verschlüsselt übertragen, um die Sicherheit Ihrer Daten zu gewährleisten.

Die allgemeinen Geschäftsbedingungen der VDI Wissensforum GmbH finden Sie im Internet: [www.vdi-wissensforum.de/de/agb/](http://www.vdi-wissensforum.de/de/agb/)

**Veranstaltungsort(e)**

**Aschheim bei München:** INNSIDE München Neue Messe, Humboldtstr. 12, 85609 Aschheim, Tel. +49 89/94005-0, E-Mail: [inside.muenchen.neuemesse@melia.com](mailto:inside.muenchen.neuemesse@melia.com)

**Mannheim:** Mercure Hotel Mannheim am Rathaus, F75 - 13, 68159 Mannheim, Tel. +49 621/3369-90, E-Mail: [h5410@accor.com](mailto:h5410@accor.com)

**Frankfurt am Main:** Lindner Congress Hotel Frankfurt, Bolongarostr. 100, 65929 Frankfurt, Tel. +49 69/33002-00, E-Mail: [tagungen.frankfurt@lindner.de](mailto:tagungen.frankfurt@lindner.de)

Im Veranstaltungshotel steht Ihnen ein begrenztes **Zimmerkontingent** zu Sonderkonditionen zur Verfügung. Bitte buchen Sie Ihr Zimmer frühzeitig per Telefon oder E-Mail direkt bei dem Hotel mit dem Hinweis auf die „VDI-Veranstaltung“. Weitere Hotels in der Nähe des Veranstaltungsortes finden Sie auch über unseren kostenlosen Service von HRS, [www.vdi-wissensforum.de/hrs](http://www.vdi-wissensforum.de/hrs)

**Leistungen:** Im Leistungsumfang sind die Pausengetränke und an jedem vollen Veranstaltungstag ein Mittagessen enthalten. Ausführliche Veranstaltungsunterlagen werden den Teilnehmern am Veranstaltungsort ausgehändigt.

**Exklusiv-Angebot:** Als Teilnehmer dieser Veranstaltung bieten wir Ihnen eine 3-monatige, kostenfreie VDI-Probenmitgliedschaft an (dieses Angebot gilt ausschließlich bei Neuaufnahme).

**Datenschutz:** Die VDI Wissensforum GmbH verwendet die von Ihnen angegebene E-Mail-Adresse, um Sie regelmäßig über ähnliche Veranstaltungen der VDI Wissensforum GmbH zu informieren. Wenn Sie zukünftig keine Informationen und Angebote mehr erhalten möchten, können Sie der Verwendung Ihrer Daten zu diesem Zweck jederzeit widersprechen. Nutzen Sie dazu die E-Mail-Adresse [wissensforum@vdi.de](mailto:wissensforum@vdi.de) oder eine andere der oben angegebenen Kontaktmöglichkeiten.

Auf unsere allgemeinen Informationen zur Verwendung Ihrer Daten auf <https://www.vdi-wissensforum.de/datenschutz-print> weisen wir hin. Hiermit bestätige ich die AGBs der VDI Wissensforum GmbH sowie die Richtigkeit der oben angegebenen Daten zur Anmeldung.

Ihre Kontaktdaten haben wir basierend auf Art. 6 Abs. 1 lit. f) DSGVO (berechtigtes Interesse) zu Werbezwecken erhoben. Unser berechtigtes Interesse liegt in der zielgerichteten Auswahl möglicher Interessenten für unsere Veranstaltungen. Mehr Informationen zur Quelle und der Verwendung Ihrer Daten finden Sie hier: [www.wissensforum.de/adressquelle](http://www.wissensforum.de/adressquelle)

Mit dem FSC® Warenzeichen werden Holzprodukte ausgezeichnet, die aus verantwortungsvoll bewirtschafteten Wäldern stammen, unabhängig zertifiziert nach den strengen Kriterien des Forest Stewardship Council® (FSC). Für den Druck sämtlicher Programme des VDI Wissensforums werden ausschließlich FSC-Papiere verwendet.

