

Seminar

# Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile



## Die Top-Themen:

- **Alle wichtigen Grundlagen der Bruchmechanik und Bewertung der in der Konstruktionsphase angenommenen Fehler**
- **Nutzung der Bruchmechanik-Richtlinie während der Herstellung und im Betrieb**
- **Auswahl geeigneter zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Qualitätskontrolle**
- **Bewertung der Zulässigkeit und Gebrauchseignung von Bauteilen, wenn Fehler während des Betriebs entdeckt werden**
- **Analyse möglicher Ursachen im Schadensfall**

## Termine und Orte

- 10. und 11. Juli 2023  
Nürtingen
- 28. und 29. September 2023  
Online
- 26. und 27. Februar 2024  
Düsseldorf

„Der bruchmechanische Festigkeitsnachweis des fehlerbehafteten Bauteils ersetzt nicht den konventionellen Festigkeitsnachweis des nicht fehlerbehafteten Bauteils. Beide Richtlinien verstehen sich als komplementäre Nachweise.“  
Vorwort FKM-Richtlinie „Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis“

## Ihre Seminarleitung

Prof. Dr.-Ing. Brita Pyttel,  
Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik, Hochschule Darmstadt,  
Dr.-Ing. Igor Varfolomeev,  
Geschäftsfeld Bauteilsicherheit und Leichtbau, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg

## Allgemeine Informationen

### Zielsetzung

**Die FKM-Richtlinie „Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile“ ergänzt die FKM-Richtlinie zum konventionellen Festigkeitsnachweis um die Bewertung von Bauteilen mit Fehlern. Mit dieser FKM-Richtlinie sind Konstrukteure, Berechnungs- und Betriebsingenieure in der Lage, bruchmechanische Fragestellungen schnell und sicher zu beantworten.**

Den Teilnehmern werden Grundlagen der Bruchmechanik, der bruchmechanischen Fehlerbewertung und eine systematische Vorgehensweise beim bruchmechanischen Festigkeitsnachweis vermittelt. An mehreren praxisrelevanten Beispielen wird die Anwendung der bruchmechanischen Methoden mit Hilfe der Richtlinie erläutert.

- In der Konstruktionsphase können angenommene Fehler bewertet werden, um Geometrie, Werkstoff und Herstellungsverfahren zu spezifizieren
- Während der Herstellung und im Betrieb kann die Richtlinie benutzt werden, um geeignete zerstörungsfreie Prüfverfahren zur Qualitätskontrolle auszuwählen und gegebenenfalls Inspektionsintervalle festzulegen.
- Werden Fehler während des Betriebs entdeckt, können deren Zulässigkeit sowie Gebrauchseignung bewertet werden
- Im Schadensfall können mögliche Schadensursachen analysiert werden.

### Zielgruppe




Ingenieure und Konstrukteure aus den Tätigkeitsbereichen:

- Berechnung, Konstruktion
- Qualitätssicherung, Schadensanalyse und -bewertung

### 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)  
**Herr Heinz Küsters**    
Tel.: +49 211 6214-278, E-Mail: [kuesters@vdi.de](mailto:kuesters@vdi.de)

### Veranstaltungsdokumentation

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



### Seminarleitung

**Dr. Igor Varfolomeev**, Geschäftsfeld Bauteilsicherheit und Leichtbau, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg

**Prof. Dr.-Ing. Brita Pyttel**, Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik, Hochschule Darmstadt

Dr.-Ing. Igor Varfolomeev ist seit vielen Jahren auf dem Gebiet der bruchmechanischen Bauteilbewertung am Fraunhofer IWM tätig. Neben wissenschaftlichen Publikationen in Fachzeitschriften ist er einer der Verfasser der FKM-Richtlinie „Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile“. Er ist Mitglied und deutscher Delegierter der IIW-Kommission X „Structural Performance of Welded Joints – Fracture Avoidance“.

Frau Prof. Dr.-Ing. Brita Pyttel lehrt an der Hochschule Darmstadt im Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Bruchmechanik, Schwingfestigkeit (bis zu sehr hohen Schwingspielzahlen) und Betriebsfestigkeit. Sie ist eine Mitautorin der FKM-Richtlinie.



### Hinweise

Die Teilnehmer erhalten jeweils ein Exemplar der FKM-Richtlinie „Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis“.

Die Veranstaltung erfolgt im Konsens mit dem Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. (FKM) im VDMA. Die Forschungsarbeiten zum „Bruchmechanischen Festigkeitsnachweis“ werden im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung durch BMWi und AiF gefördert.



Bitte bringen Sie einen Taschenrechner mit.



### Weitere interessante Veranstaltungen

#### Betriebsfestigkeitsberechnung

19. bis 21. Juli 2023, Karlsruhe

#### Festigkeitsnachweis und bruchmechanische Bewertung von Schweißverbindungen

24. und 25. Juli 2023, Online

## Seminarinhalte

**1. Tag** 09:30 bis ca. 18:00 Uhr

**2. Tag** 08:30 bis ca. 16:00 Uhr

### Grundlagen der Bruchmechanik

- Bruchmechanische Konzepte
- Rissantrieb für Bauteile mit Fehlern und werkstoffspezifischer Risswiderstand
- Grenzzustände bei statischer und bei zyklischer Belastung
- Linear-elastische Bruchmechanik
- Spannungsintensitätsfaktor  $K$ , Risszähigkeit  $K_{Ic}$
- Plastische Zone an der Risspitze
- $J$ -Integral und CTOD als Rissbeanspruchungsgrößen
- Werkstoffspezifische Bruchzähigkeitskennwerte
- Bewertungsdiagramme CDF und FAD

### Konzept und Struktur der Richtlinie

- Richtlinie als Teil des Bauteil-Festigkeitsnachweises
- Referenzdokumente
- Aufgabenstellung und Lösungsweg
- Struktur der Richtlinie

### Fehlerzustand und Fehlerersatzmodelle, fertigungs- und betriebsbedingte Fehler

- Auftreten von Fehlern; Fehlerbeschreibung
- Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
- Umsetzung von ZFP-Anzeigen in Rissabmessungen
- Fehlerorientierung, -form und Wechselwirkung

### Beanspruchungszustand und Modellbildung

- Statische Beanspruchung
- Zyklische Beanspruchung mit konstanter und variabler Schwingbreite
- Eigenspannungen
- Modellbildung für Bauteil und Riss
- Beanspruchungsparameter: Spannungsintensitätsfaktor  $K$ , FAD-Parameter  $K_r$ , Plastifizierungsgrad  $L_r$

### Eingangsgröße Werkstoffzustand

- Mechanisch-technologische Eigenschaften und Einflussfaktoren
- Bruchmechanische Eigenschaften bei statischer und zyklischer Beanspruchung und Einflussfaktoren
- Experimentelle Ermittlung

### Werkstoffkennwerte der Richtlinie

- Werkstoffkennwerte für verschiedene Analyseebenen
- Bruchmechanische Kennwerte bei statischer und zyklischer Beanspruchung
- Abschätzungen, Mindestwerte

### Berechnungsprozeduren bei statischer Beanspruchung

- Fehler im Anfangs- oder Endzustand
- Berechnungsschritte
- Berechnung der Beanspruchungsparameter
- Bewertung im FAD
- Rissinitiierung und Rissinstabilität

### Berechnungsprozeduren bei zyklischer Beanspruchung

- Dauerfestigkeit mit Riss
- Lebensdauerabschätzung bei Ermüdungsrisswachstum
- Bruchmechanische Software

### Nachweis, weitere Aspekte

- Ermittlung von Reservefaktoren
- Sensitivitätsanalyse
- Zulässigkeitsbewertung
- probabilistische Berechnungen
- Berücksichtigung von Mixed-Mode und dynamische Beanspruchung sowie Spannungsrisskorrosion

### ++ Praxisbeispiele und Übungsblock I

- Modellbildung Welle,
- Schadensfall Turbinenwelle
- Selbständige Bearbeitung von Übungsbeispielen

### Finite Elemente in der Bruchmechanik

- Diskretisierung
- Risspitzelemente
- $J$ -Integral
- Schädigungsmodelle

### Schweißverbindungen

- Schweißnaht-Mismatch
- Gefügeabhängige Werkstoffcharakterisierung und Beanspruchungsanalyse
- Berücksichtigung von Schweiß Eigenspannungen
- Fehlerbewertung mit Mismatch-Grenzkurve

### Bruchmechanische Software

- Software für bruchmechanische Anwendungen
- Berechnungsbeispiele

### ++ Praxisbeispiele und Übungsblock II

- Gebrauchseignung eines geschweißten Rohrs
- Selbständige Bearbeitung von Übungsbeispielen

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](mailto:wissensforum@vdi.de)  
[www.vdi-wissensforum.de](http://www.vdi-wissensforum.de)

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

Seminar		
<input type="checkbox"/> 10. und 11. Juli 2023 Nürtingen (02SE034045)	<input type="checkbox"/> 28. und 29. September 2023 Online (02SE034702)	<input type="checkbox"/> 26. und 27. Februar 2024 Düsseldorf (02SE034046)
EUR 1.890,-	EUR 1.890,-	EUR 1.890,-

www

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)**

**Nürtingen:** Best Western Plus Hotel Am Schlossberg, Europastraße 13, 72622 Nürtingen, Tel. +49 7022/704-0, E-Mail: [info@schlossberg.bestwestern.de](mailto:info@schlossberg.bestwestern.de)  
**Düsseldorf:** InterCity Hotel Düsseldorf, Graf-Adolf-Str. 81 - 87, 40210 Düsseldorf, Tel. +49 211/43694-0, E-Mail: [duesseldorf@intercityhotel.de](mailto:duesseldorf@intercityhotel.de)

**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/datschutz-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)

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 ist die Bereitstellung der Veranstaltungsunterlagen enthalten. Bei Präsenzveranstaltungen werden die Pausengetränke und an jedem vollen Veranstaltungstag ein Mittagessen gestellt.

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

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.

