

So wenden Sie die aktuellsten  
Methoden der Betriebsfestigkeit  
praxisnah an

Seminar

# Betriebsfestigkeitsberechnung

Grundlagen, Verfahren, Anwendungen



## Die Top-Themen:

- **Lebensdauerbewertung von Bauteilen: Ruhende Beanspruchung, Schwingungsbeanspruchung und Mehrstufen-Schwingbeanspruchung**
- **Nachweisführung der Dauerschwingfestigkeit**
- **Rechnerische Abschätzung von Bauteilwöhlerlinien**
- **Berechnung der Bauteillebensdauer mittels Schadensakkumulation**
- **Rechnerische Ermittlung der Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen**

### Termine und Orte

- 20. bis 22. Januar 2021  
München
- 21. bis 23. April 2021  
Frankfurt am Main
- 08. bis 10. September 2021  
Stuttgart

„Die praktische Anwendung unter Anleitung des Seminarleiters war sehr gut.“

Ulrich Schaber, Fachexperte Schwingungen, ABB Turbo Systems

🎓 Dieses Seminar ist auch Wahlpflichtmodul des Zertifikatslehrgangs „Versuchingenieur VDI“

### Ihre Seminarleitung

Dr.-Ing. Stefan Einbock, Entwicklung Elektrische Maschinen, Robert Bosch GmbH, Ludwigsburg

## Allgemeine Informationen

### Zielsetzung

**Die wirtschaftliche Dimensionierung von Bauteilen erfordert Berechnungsmethoden, mit denen die Lebensdauer auf ihre geplante Einsatzzeit abgestimmt werden kann. Für Großbauteile, an denen Betriebsfestigkeitsversuche nicht möglich sind, ist die Betriebsfestigkeitsberechnung die einzige Möglichkeit zur materialsparenden und wirtschaftlichen Dimensionierung.**

Das Seminar

- vermittelt eine Einführung in die Betriebsfestigkeitsberechnung,
- informiert anwendungsgerecht über die Verfahren und Methoden, u. a. schwingender Festigkeitsnachweis im Bereich des High und Low Cycle Fatigue, statischer Festigkeitsnachweis, Lebensdauerberechnung,
- gibt Hilfestellung bei der Auswahl eines geeigneten Verfahrens für praktische Probleme, z. B. rechnerische Abschätzung von Wöhlerlinien, Schadensakkumulation, Bewertung von FE-Ergebnissen
- und ergänzt die vorgestellten Berechnungsmethoden durch ausführliche Berechnungsbeispiele.

Die Themen werden anhand von praxisrelevanten Beispielen in Übungen im Rahmen eines Workshops am dritten Tag vertieft.

### Zielgruppe

Ingenieure und Konstrukteure aus den Tätigkeitsbereichen:

- Projektierung
- Konstruktion und Entwicklung
- Berechnung

Das Seminar (inkl. Workshop) ist besonders für Konstruktionsingenieure bestimmt, die Bauteile und Maschinensysteme für unregelmäßige mechanische oder thermische Belastungen gestalten und konstruieren.


### Zertifikatslehrgang

Dieses Seminar ist auch ein Wahlpflicht-Modul des Zertifikatslehrgangs „Versuchingenieur 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 6214-123, E-Mail: [lehrgang@vdi.de](mailto:lehrgang@vdi.de)

### Veranstaltungsdokumentation

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



### Seminarleitung

**Dr.-Ing. Stefan Einbock**, Entwicklung Elektrische Maschinen, Robert Bosch GmbH, Ludwigsburg

Herr Einbock studierte allgemeinen Maschinenbau an der Hochschule Esslingen und schloss an der TU Dresden seine Promotion im Fachgebiet der Betriebsfestigkeit ab. Er war zunächst in der Generatorenentwicklung bei der Robert Bosch GmbH tätig und arbeitete dort als Ingenieur in den Bereichen der FEM, Betriebsfestigkeit und Zuverlässigkeit. Er wechselte als Gruppenleiter in den Bereich der Entwicklung der Elektromotoren für Elektrofahrzeuge und verantwortet hier die Zuverlässigkeitsgestaltung und Lebensdauerlegung der Elektromotoren.

### Co-Referent beim Workshop

**Prof. Dr. Jakub Rosenthal**, Ostbayrische Technische Hochschule Amberg-Weiden

Herr Rosenthal studierte Maschinenbau an der Hochschule Esslingen und promovierte anschließend zum Thema Betriebsfestigkeit an der TU Liberec. Danach folgte in den Jahren 2008 bis 2015 die Tätigkeit als Entwicklungsingenieur bei Thyssen-Krupp Elevator Innovation in Neuhausen. Seit 2016 vertritt er im Fachbereich Maschinenbau/Umwelttechnik der Ostbayrischen Technischen Hochschule das Lehrgebiet Konstruktion und Technische Mechanik. Er beschäftigt sich seit vielen Jahren mit Fragen der Festigkeit und der rechnerischen Lebensdauerabschätzung während der Produktentstehung.



### Hinweise


**Bitte bringen Sie zum Seminar einen Taschenrechner mit! Sie erhalten vielen wertvolle Informationen, u.a. Dauerfestigkeitsschaubilder, Übersicht über Materialdatenbanken und typische Berechnungsaufgaben und Lösungen.**





### 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)

## Seminarinhalte

- 1. Tag** 09:30 bis ca. 18:00 Uhr  
**2. Tag** 08:30 bis ca. 16:00 Uhr  
**3. Tag** 08:30 bis ca. 16:00 Uhr (Workshop)

### Ruhende Beanspruchungen

- Beanspruchungsarten; Kerbwirkung und Stützeffekt
- Überelastische Beanspruchungen
- Bauteilfließkurve

#### ++ Anwendungsbeispiel: Lasche mit Langloch

### Tragfähigkeitsverhalten bei erhöhten Temperaturen

- Zeitabhängigkeit von Festigkeitswerten; Kriechen
- Zeitstandfestigkeitsnachweis bei konstanten Temperaturen
- Zeitstandfestigkeitsnachweis bei wechselnden Temperaturen und/oder Beanspruchungen

### Einstufen-Schwingbeanspruchungen

- Periodische Schwingbeanspruchung
- Wöhlerlinien und Wöhlerliniendarstellungen
- Wechselverformungsverhalten

#### ++ Anwendungsbeispiel: Lasche mit Langloch

- Hauptsächliche Einflüsse auf die Schwingfestigkeit
- Schwingfestigkeitskonzepte: Kerbgrund und Nennspannung

### Dauerschwingfestigkeitsnachweis

- Festigkeitshypothesen und Werkstoffverhalten bei mehrachsigen Schwingbeanspruchungen
- Dauerschwingfestigkeitsnachweis
- Dauerfestigkeitsschaubild, Zeitfestigkeitsschaubild
- Statistische Streuung von Dauerschwingfestigkeitswerten

#### ++ Anwendungsbeispiel: Wellenabsatz mit Freistich

### Mehrstufen-Schwingbeanspruchungen

- Statistische Grundbegriffe
- Klassierungsverfahren mit ein- und zweiparametrischer Zählung
- Weiterverarbeitung klassierter Beanspruchungsdaten
- Extrapolieren von gemessenen Kollektiven, Standardkollektive

### Schadensakkumulation und Lebensdauerabschätzung

- Modelle zur Schadensakkumulation bei schwingenden Beanspruchungen
- Lebensdauerlinien
- Schadensakkumulation bei überlagerten mechanischen und thermischen Beanspruchungen
- Berücksichtigung statistischer Streuungen bei der Lebensdauerabschätzung

### Regelwerke und Software zum Ermüdungsfestigkeitsnachweis

- FKM-Richtlinie 183
- DIN 743 Entwurf: Tragfähigkeit von Wellen und Achsen
- Weitere Regelwerke mit Bezug zur Betriebsfestigkeit
- Betriebsfestigkeits-Software

### Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen

- Beschreibung des Schwingfestigkeitsverhaltens
- Kerbwirkung, Kerbfallklassierung in Vorschriftensystemen
- Klassierung bzw. Normierung von Belastungskollektiven
- Einflussgrößen auf Schwingfestigkeit

### Ermüdungsbewertung von Finite-Elemente-Ergebnissen

- Plastische Stützwirkung bei linear-elastischer FE-Rechnung
- Dynamische Stützwirkung im Dauerfestigkeitsnachweis
- LCF-Nachweis bei linear-elastischer und elastisch-plastischer FE-Rechnung
- Festigkeitsnachweis nach FKM-Richtlinie 183

#### Übungen im Workshop (3. Tag):

Die praxisnahen Beispiele vermitteln den Teilnehmern anhand überschaubarer Fragestellungen Sicherheit in der Anwendung der kennengelernten Methoden der Betriebsfestigkeitsberechnung.

### Die Praxisbeispiele dienen als Ausgangspunkt für betriebliche Anwendungen:

- Anwendungen des Kerbgrund-Konzepts auf Auslegungen mit Nennspannungen und örtlich elastischen Spannungen (FEM)
- Zeitstandfestigkeitsnachweis bei ruhenden und quasi-stationären Beanspruchungen
- Anwendung des Kerbgrund-Konzepts auf Auslegungen mit Nennspannungen und örtlich elastischen Spannungen (FEM) bei LCF-Beanspruchungen
- Abschätzung von Wöhlerlinien und Bauteilwöhlerlinien
- Dauerschwingfestigkeitsnachweise nach überschlägigen Auslegungen, DIN 734 und FKM 183 anhand von Nennspannungen und örtlich elastischen Spannungen (FEM)
- Aufbereitung der Lastfolgen bei mehrstufigen Schwingbeanspruchungen (Klassierung und Extrapolation)
- Ermüdungsbewertung von Finite-Elemente-Ergebnissen bei linear-elastischer und elastisch-plastischer Berechnung.

Es werden keine speziellen Software-Kenntnisse benötigt, die erforderlichen Ergebnisse der FE-Rechnungen werden bereitgestellt.

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"/> 20. bis 22. Januar 2021 München (02SE038076)	<input type="checkbox"/> 21. bis 23. April 2021 Frankfurt am Main (02SE038077)	<input type="checkbox"/> 08. bis 10. September 2021 Stuttgart (02SE038078)
EUR 1.990,-	EUR 1.990,-	EUR 1.990,-

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)**

**München:** NH München Messe, Eggenfeldener Str. 100, 81929 München, Tel. +49 89/99345-0, E-Mail: [groups.nhmuenchenmesse@nh-hotels.com](mailto:groups.nhmuenchenmesse@nh-hotels.com)

**Frankfurt am Main:** Relaxa Hotel GmbH Relaxa Hotel Frankfurt, Lurgiallee 2, 60439 Frankfurt, Tel. +49 69/95778-0, E-Mail: [frankfurt-main@relaxa-hotel.de](mailto:frankfurt-main@relaxa-hotel.de)

**Stuttgart:** Mercure Hotel Stuttgart Airport Messe, Eichwiesenring 1/1, 70567 Stuttgart, Tel. +49 711/7266-0, E-Mail: [h1574@accor.com](mailto:h1574@accor.com)

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.

