

### **Seminarinhalt Betriebsfestigkeitsberechnung mit FEM**

Das Seminar vermittelt eine kurze, auf die praktische Anwendung hin orientierte Einführung in die Betriebsfestigkeitsberechnung mit und ohne FEM.

Sie erhalten Hilfestellung für typische praktische Probleme, z. B. rechnerische Abschätzung von Wöhlerlinien, Schadensakkumulation, Bewertung von FE-Ergebnissen oder die Festlegung geeigneter Sicherheitsfaktoren.

Ergänzt werden die vorgestellten Berechnungsmethoden durch ausführliche Berechnungsbeispiele und ein umfangreiches FEM Beispiel.

### **Kontakt**

Sie erreichen uns unter

0179/6953971

[kontakt@einbock-akademie.de](mailto:kontakt@einbock-akademie.de)

### **Länge**

2 Werktage (2/3 Theorie, und 1/3 Anwendung) der Methode an praxisrelevanten Beispielen

### **Anforderungen**

Bitte bringen Sie ein Geodreieck und einen Taschenrechner mit

### **Organisation**

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

2.Tag 08:30 Uhr bis ca. 17:00 Uhr

### **Dokumentation**

Jeder Teilnehmer erhält die Vortragsunterlagen als PDF und in Papierform. Zusätzlich erhält jeder Teilnehmer das Buch Betriebsfestigkeitsberechnung kostenlos!

### **Inhouse Seminare**

Wir bieten Seminare bei Ihnen im Haus an, um diese direkt auf Sie zuschneiden zu können und Ihre Beispiele zu diskutieren.

### **Referent**

Dr.-Ing. Stefan Einbock

## **Seminar Aufbau**

### **1. Betriebsfestigkeit mit FEM (Finite-Elemente-Ergebnissen)**

- Grundlagen der FEM (Netzgüte, Validierung, Elementwahl, Modellierung)
- Auffrischung und Anwendung der FEM
- Anforderungen an die FEM Software aus Sicht der Betriebsfestigkeit
- Praktische Tipps für die Anwendung der FEM auf die Betriebsfestigkeit

Anhand eines durch das ganze Seminar gehenden Beispiels wird die Bewertung von FEM Ergebnissen geübt.

### **2. Der statische Nachweis**

- Beanspruchungsarten
- Kerbwirkung
- Stützeffekt
- Überelastische Beanspruchungen
- Bauteilfließkurve

Anwendungsbeispiel: Lasche mit Langloch und

FEM Beispiel: Analyse eines Kranhakens

### **3. Einstufen-Schwingbeanspruchungen**

- Periodische Schwingbeanspruchung
- Wöhlerlinien und Wöhlerliniendarstellungen
- Wechselverformungsverhalten
- Berechnung von Spannungswöhlerlinien
- Hauptsächliche Einflüsse auf die Schwingfestigkeit

Anwendungsbeispiel: Wöhlerlinie für einen Wellenabsatz berechnen (für FEM Rechnungen)

Schwingfestigkeitskonzepte: Kerbgrundkonzept und Nennspannungskonzept in Anlehnung an die FKM Richtlinie

### **4. Dauerschwingfestigkeitsnachweis**

- Festigkeitshypothesen und Werkstoffverhalten bei mehrachsigen Schwingbeanspruchungen
- Dauerschwingfestigkeitsnachweis
- Dauerfestigkeitsschaubild
- Zeitfestigkeitsschaubild
- Berücksichtigung der statistischen Streuung von Dauerschwingfestigkeitswerten

Anwendungsbeispiel: Wellenabsatz mit Freistich

FEM Beispiel: Durchführung eines Dauerfestigkeitsnachweises eines FEM-Modells

## 5. Mehrstufen-Schwingbeanspruchungen

- Statistische Grundbegriffe
- Klassierungsverfahren mit ein-/ zweiparametrischer Zählung (z.B. Rainflowzählung)
- Weiterverarbeitung klassierter Beanspruchungsdaten
- Extrapolieren von gemessenen Kollektiven
- Standardkollektive erstellen

Anwendungsbeispiel: Anwendung der Rainflowmethode zur Analyse von Lastkollektiven.

## 6. Schadensakkumulation und Lebensdauerabschätzung

- Modelle zur Schadensakkumulation bei schwingenden Beanspruchungen (Miner-Regeln)
- Lebensdauerlinien
- Schadensakkumulation bei überlagerten mechanischen und thermischen Beanspruchungen
- Berücksichtigung statistischer Streuungen bei der Lebensdauerabschätzung und Ableitung geeigneter Sicherheitszahlen

FEM Beispiel: Berechnung der Lebensdauer eines Kranhakens (inkl. FEM)

## Workshop und Übungen

Die angebotenen 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
- Abschätzung von Wöhlerlinien und Bauteilwöhlerlinien
- Dauerschwingfestigkeitsnachweise nach überschlägigen Auslegungen, DIN 734 und FKM 183 anhand von Nenn- und örtlich elastischen Spannungen (FEM)
- Aufbereitung über Lastfolgen bei mehrstufigen Schwingbeanspruchungen (Klassierung und Extrapolation)
- Betriebsfestigkeit mit FEM bei linear-elastischer und elastisch-plastischer Berechnung.

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

Anhand eines durch das ganze Seminar gehenden Beispiels wird die Bewertung von FEM Ergebnissen geübt.