

Definition

Bauteile können unter schwingender Beanspruchung vorzeitig versagen (Dauerschwing- bzw. Ermüdungsbruch). Deshalb ist bei der Bauteilauslegung das Werkstoffverhalten unter wechselnder mechanischer Belastung wichtiges Entscheidungskriterium. Die für die Lebensdauermodellierung erforderlichen Daten werden in Laborversuchen ermittelt.

In der Werkstoffprüfung werden zwei Arten der Ermüdung unterschieden:

- Dauerschwingverhalten (HCF = high cycle fatigue)
- Niedriglastwechsel-Ermüdung (LCF = low cycle fatigue)

Der LCF-Versuch ist gekennzeichnet durch große Schwingamplituden mit plastischer Verformung und Lastwechselzahlen $< 10^4$. Die Belastung (i. A. einachsig, Zug-Druck) kann dehnungs- oder kraft- (spannungs-) geregelt, schwellend (nur im Zug- oder nur im Druckbereich) oder wechselnd (im Zug- und Druckbereich) bei konstanter Temperatur erfolgen.

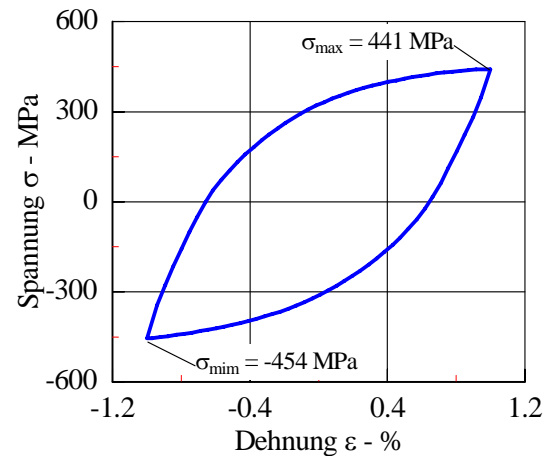
Versuchsdurchführung

notwendige Werkstoffkennwerte für die weitere Versuchsführung liefern:

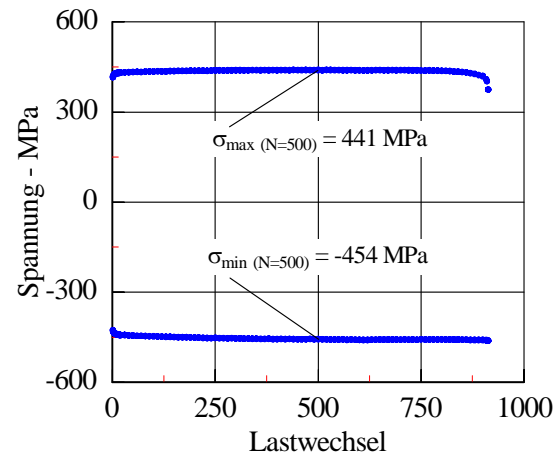
- **Bestimmung des E-Moduls im Temperaturbereich von RT bis T_{max} , $E = f(T)$**
Der Versuch dient u. a. der Plausibilitätsprüfung für die Messgrößen K

Dehnung, Temperatur.
- **Optimierung des Temperaturpfades**
Test zur Minimierung des Temperatur-Zeitfehlers.
- **Bestimmung der thermischen Dehnung $\varepsilon^{th} = f(T)$**
Unbedingt erforderlich zur Kompensation der thermischen Dehnung bei dehnungskontrollierter Versuchsführung.
- **σ -zero-Test**
Verifikation der thermischen Dehnungskompensation.

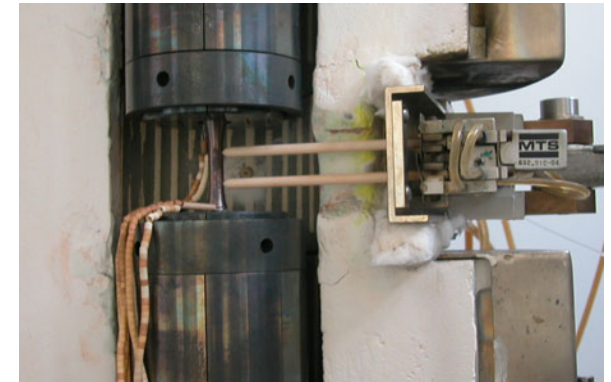
Nach erfolgreicher Beendigung aller Pre-Tests kann der Dehnung kann je nach Vorgabe zwischen 0° und 360° gewählt werden, wobei $\varphi = 0^\circ$,



Beispiel einer σ - ε -Kurve nach $N=500$ Lastwechsel:
Dehnamplitude (geregelt) = $\pm 1,0\%$,
Werkstoffantwort: $\sigma_{max} = 441 \text{ MPa}$, $\sigma_{min} = -454 \text{ MPa}$



Beispiel einer σ - ε -Kurve nach $N=500$ Lastwechsel:
Dehnamplitude (geregelt) = $\pm 1,0\%$,
Werkstoffantwort: $\sigma_{max} = 441 \text{ MPa}$, $\sigma_{min} = -454 \text{ MPa}$



LCF-Versuchsaufbau

Ziel

Ermittlung des Werkstoffverhaltens unter schwingender Beanspruchung bei konstanter Temperatur:

- Ausbildung der Spannung-Dehnung-Kurve
- Ver- und Entfestigung
- Lebensdauer

Normen

ISO 12106: Metallic materials – Fatigue testing – Axial-strain-controlled-method

DIN EN 3988 (Entwurf): Luft- und Raumfahrt – Prüfverfahren für metallische Werkstoffe – Dehnungsgesteuerter Kurzzeit-Ermüdungsversuch (LCF)

DIN EN 3874 (Entwurf): Luft- und Raumfahrt – Prüfverfahren für metallische Werkstoffe – Kraftgesteuerter Kurzzeit-Ermüdungsversuch (LCF)

Gerätetechnik

Alle LCF-Versuche werden auf servohydraulischen oder elektromechanischen Prüfmaschinen durchgeführt. Die Probenentemperatur erfolgt bevorzugt mit Widerstandsöfen oder bei besonderen Anwendungen induktiv (Dehnungsfeld-Messung).

Neben der axialen sind auch torsionale und axial/torsionale Belastung möglich.

Arbeitsgebiete der Arbeitsgruppe

„Werkstoffmechanik der Metalle“

Folgende Tätigkeitsfelder werden überwiegend in nationalen und internationalen Kooperationen mit der Industrie und mit Hochschulen, Universitäten und andere Forschungseinrichtungen abgedeckt:

- Hochtemperaturwerkstoffe für Gasturbinen
- Faserverstärkte Leichtmetalle für Flugturbinen
- Graugusslegierungen für Bremsscheiben
- Entwicklung neuer Verfahren zur mechanischen Werkstoffprüfung
- Mitarbeit an der Entwicklung technischer Regeln und Normen
- Kundenspezifische Auftragsarbeiten
- Optimierung der Versuchstechnik durch Simulation der Beanspruchungen
- Analyse beanspruchungsbedingter Schädigungen
- Ausbildung von Werkstoffprüfern
- Betreuung von Studien- und Diplomarbeiten

Ansprechpartner:

Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung
Fachgruppe V.2
Werkstoffmechanik
Arbeitsgruppe
Werkstoffmechanik der Metalle

Dr.-Ing. Hellmuth Klingelhöffer
Telefon: +49-30-8104-1521
e-mail: hellmuth.klingelhoeffler@bam.de

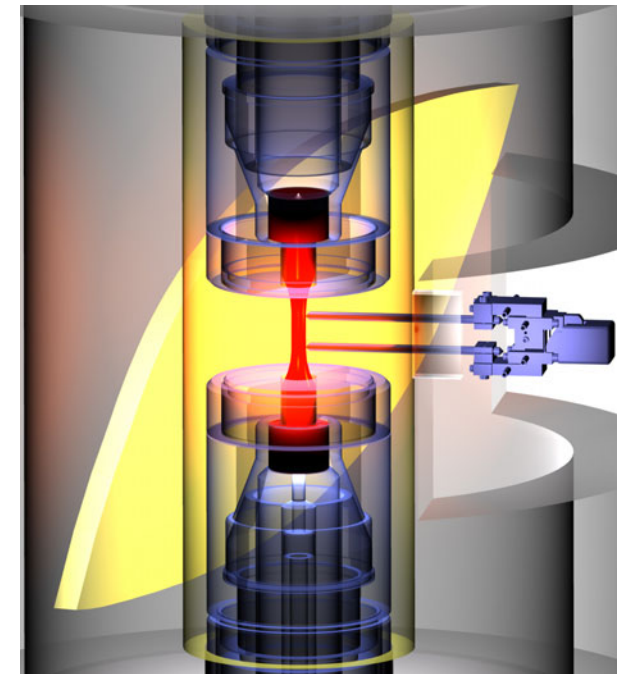
Dipl.-Ing. Wolfgang Wedell
Telefon: +49-30-8104-3133
e-mail: Wolfgang.wedell@bam.de

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Kühn
Telefon: +49-30-8104-3129
e-mail: hans-joachim.kuehn@bam.de

Unter den Eichen 87
12205 Berlin

Sekretariat
Telefon: +49 30 8104-1529
Telefax: +49 30 8104-1527

Low Cycle Fatigue (LCF)



Arbeitsgruppe
„Werkstoffmechanik der Metalle“

Die BAM, V.2 ist ein durch die DAP
Deutsches Akkreditierungssystem
Prüfwesen GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2000
akkreditiertes Prüflaboratorium.



DAP-PL-2614.16