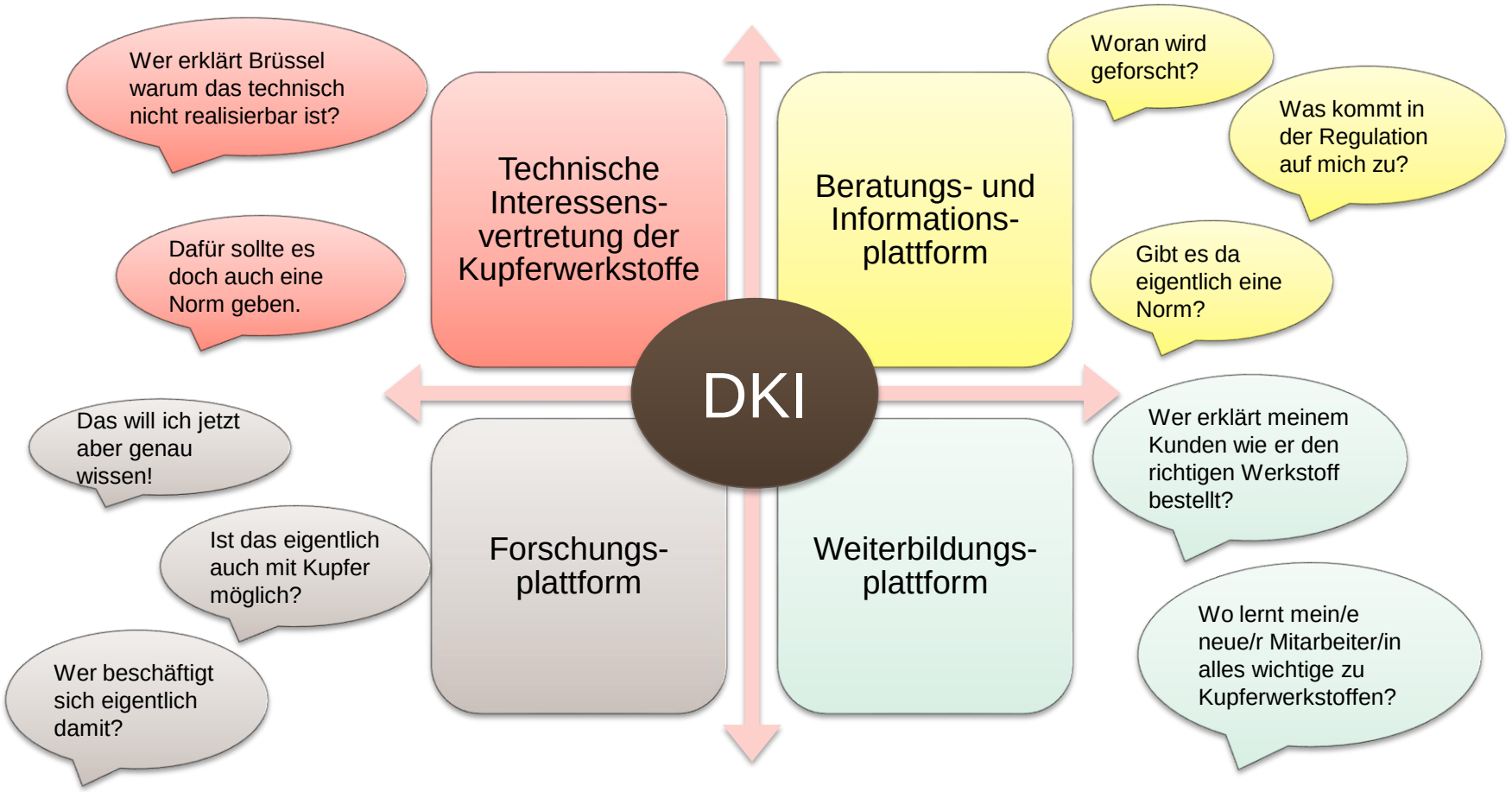
Deutsches Kupferinstitut
Copper Alliance

Schwingfestigkeit von Kupferdrähten - Werkstoffprüfung vs. Bauteilprüfung-

Philipp.Skoda@Kupferinstitut.de



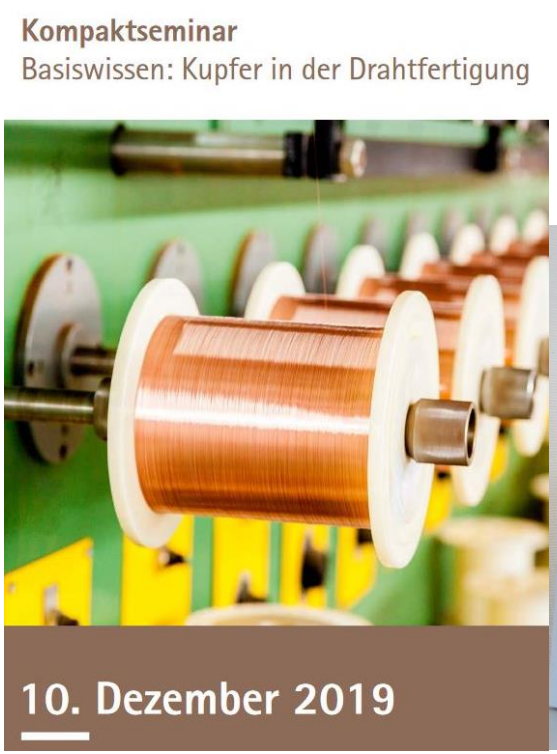
Das Deutsche Kupferinstitut DKI
-technische Berufsverband der Kupferindustrie-



Das Deutsche Kupferinstitut
Wissensplus das weiterbringt.

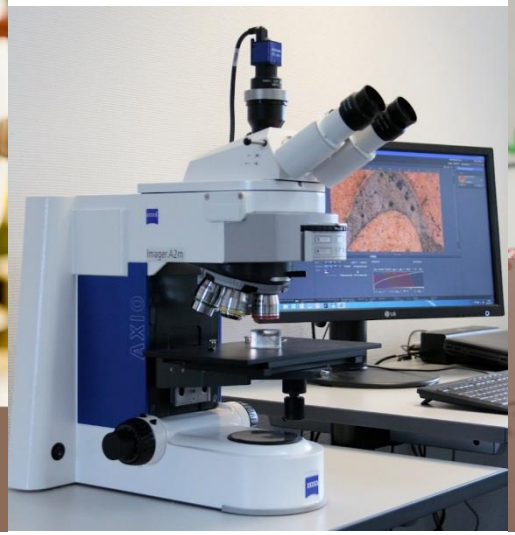
Cu

Seminare



Technische Beratung

Das DKI Werkstofflabor:
Ein kompetenter Ansprechpartner für alle Fragen rund um Kupferwerkstoffe.



Werkstofftagung



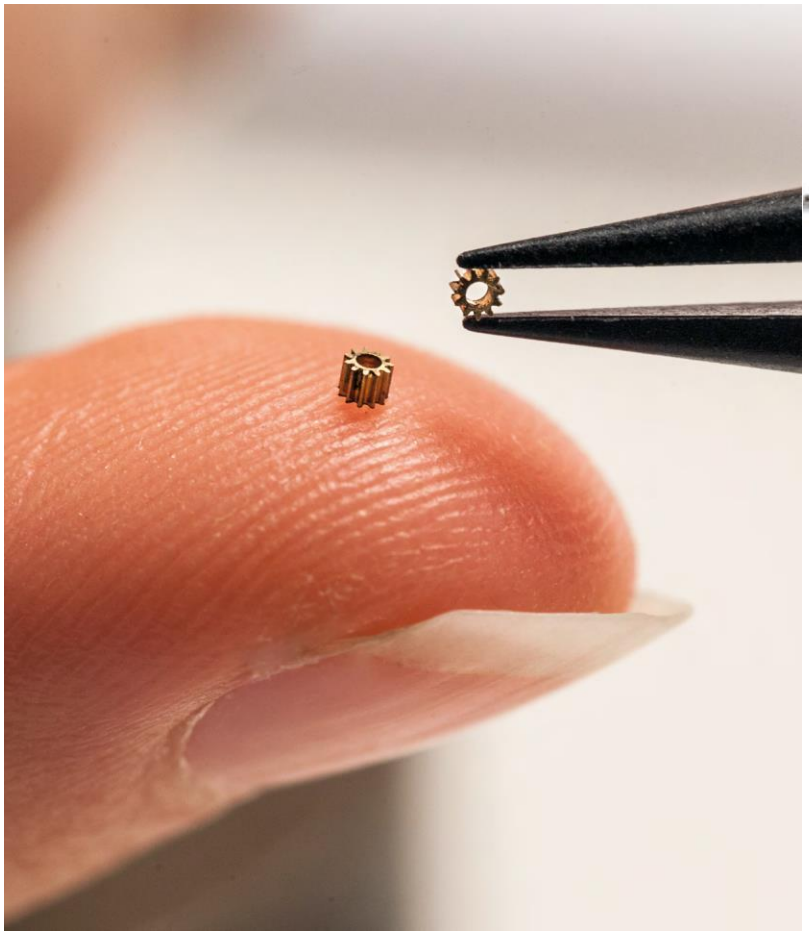
Agenda

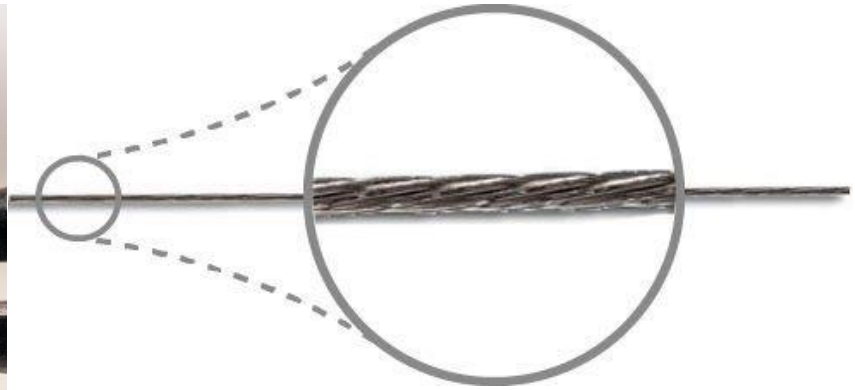
1. **Motivation: Warum müssen wir die Schwingfestigkeit von Drähten beachten**
2. **Was ist Schwingfestigkeit und wie wird Sie ermittelt**
3. **Die Flex Life Bauteilprüfung nach ASTM B470-02**
4. **Fazit**

Agenda

1. **Motivation: Warum müssen wir die Schwingfestigkeit von Drähten beachten**
2. **Was ist Schwingfestigkeit und wie wird Sie ermittelt**
3. **Die Flex Life Bauteilprüfung nach ASTM B470-02**
4. **Fazit**

Trend der Miniaturisierung bei Drähten







Quelle: Fraunhofer IPA, Leoni

Trend der Miniaturisierung bei Drähten

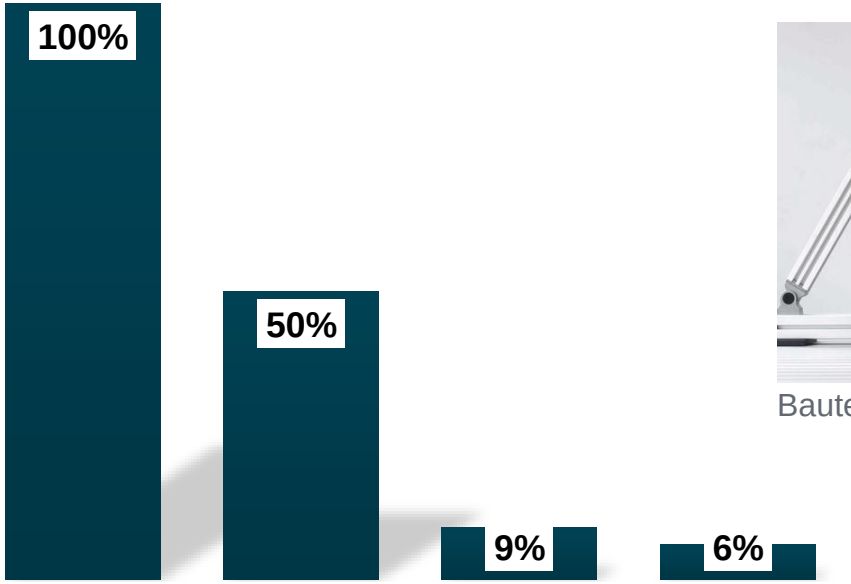


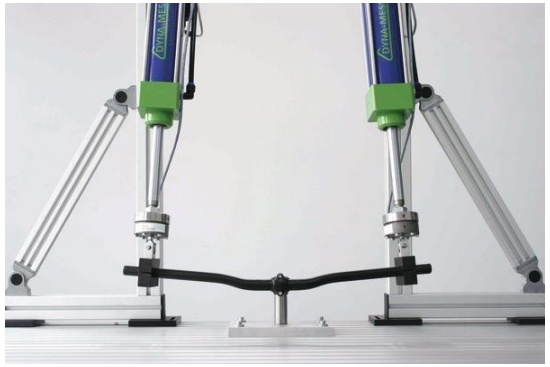
Quelle: Fraunhofer IPA, Leoni

Bauteilfestigkeit im vergleich zur Zugfestigkeit



Zugversuch





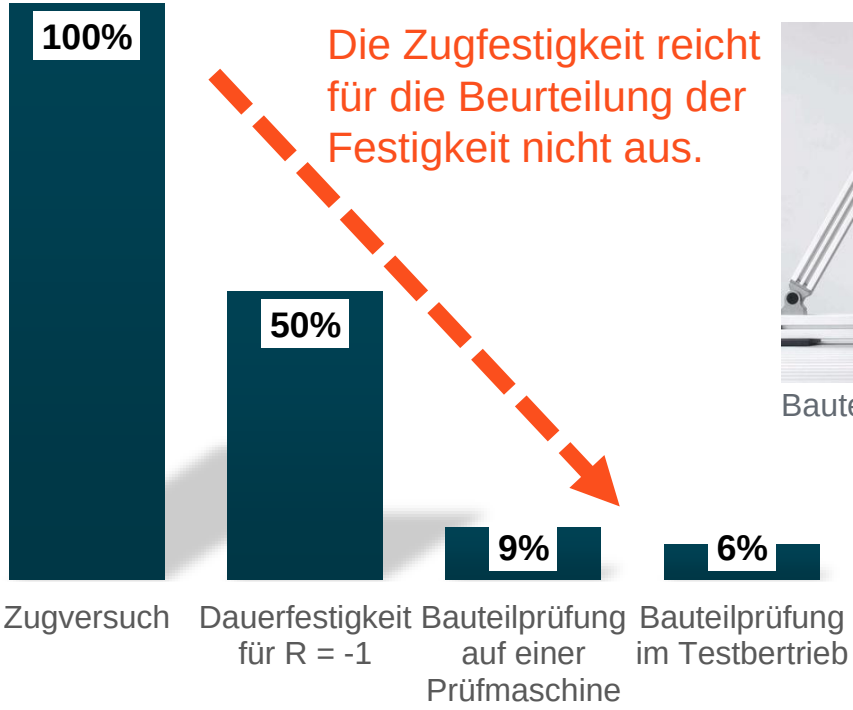
Bauteilprüfung auf einer Prüfmaschine

Quelle: Zwick, industrie.de

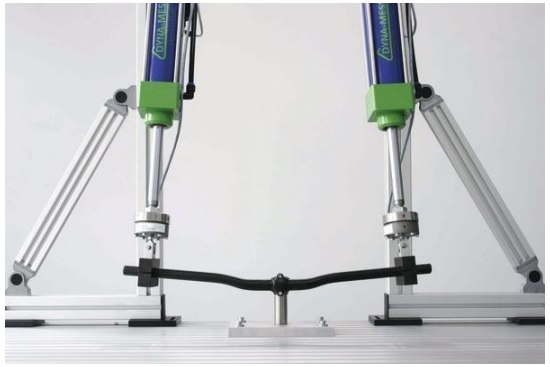
Bauteilfestigkeit im vergleich zur Zugfestigkeit



Zugversuch



Die Zugfestigkeit reicht für die Beurteilung der Festigkeit nicht aus.



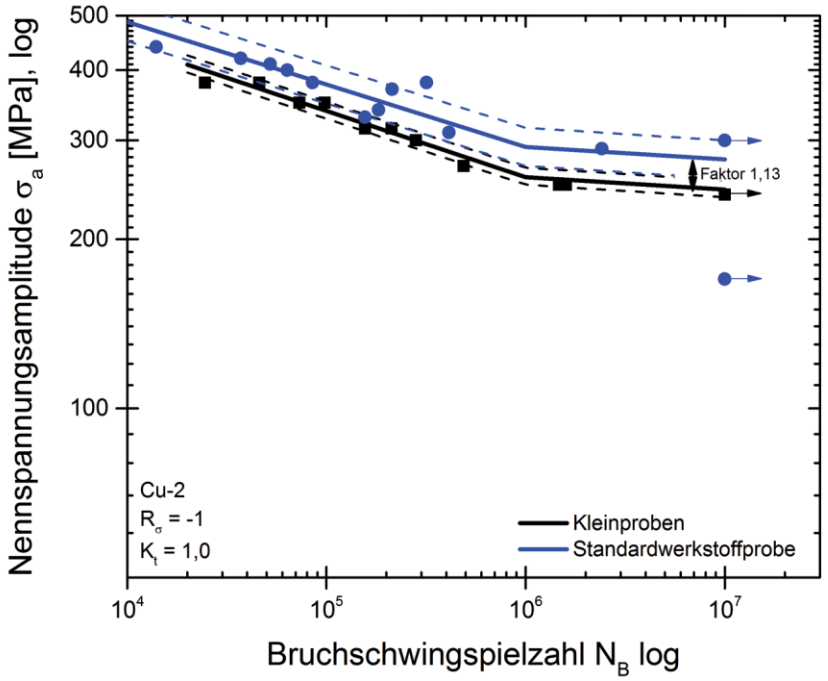
Bauteilprüfung auf einer Prüfmaschine

Mit der steigenden Miniaturisierung wird die Festigkeit von Kupferwerkstoffen immer wichtiger!

Quelle: Zwick, industrie.de

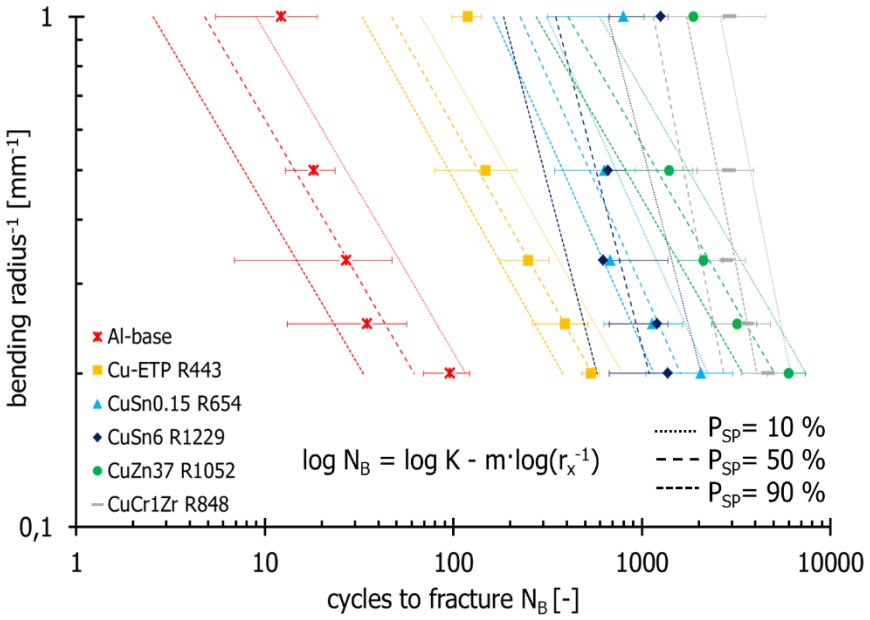
Lösungsansätze für Kabel und Drähte
Schwingfestigkeit und Flex Life Bauteilprüfung

Werkstoffkennwert Wöhlerkurve



Quelle: Wagner Metall 11/2016

Flex Life Bauteilprüfungen



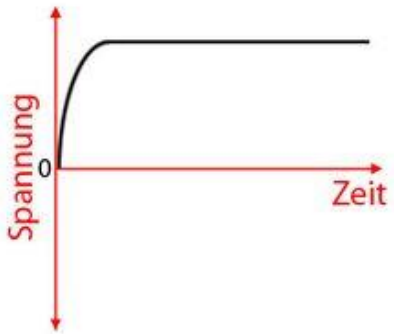
Quelle: DKI Flex Life Projekt

Agenda

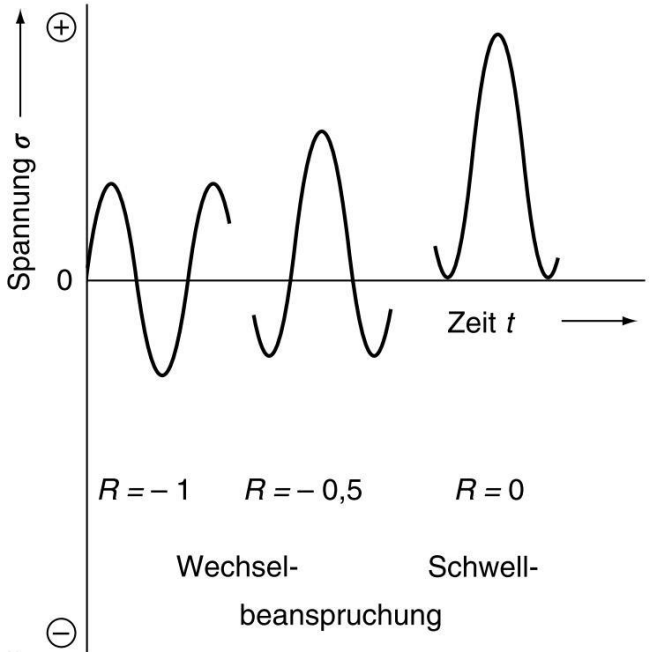
1. Motivation: Warum müssen wir die Schwingfestigkeit von Drähten beachten
2. Was ist Schwingfestigkeit und wie wird Sie ermittelt
3. Die Flex Life Bauteilprüfung nach ASTM B470-02
4. Fazit

Was ist Schwingfestigkeit

statische Belastung



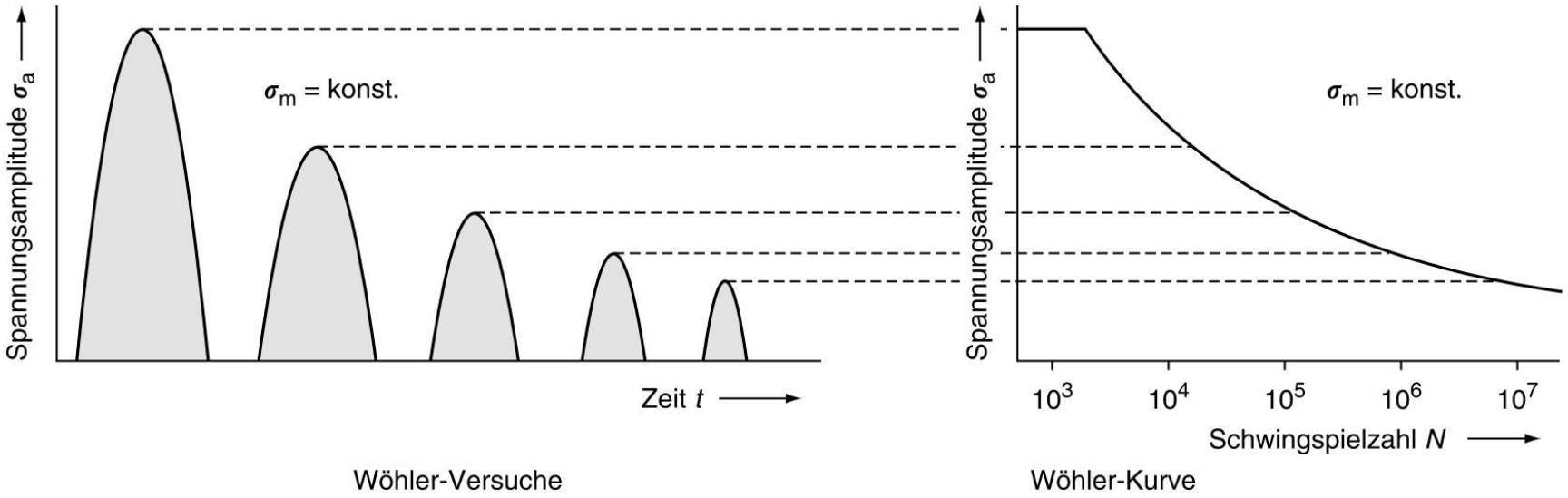
Dynamische Belastung



$$R = \frac{\sigma_{unterspannung}}{\sigma_{oberspannung}}$$

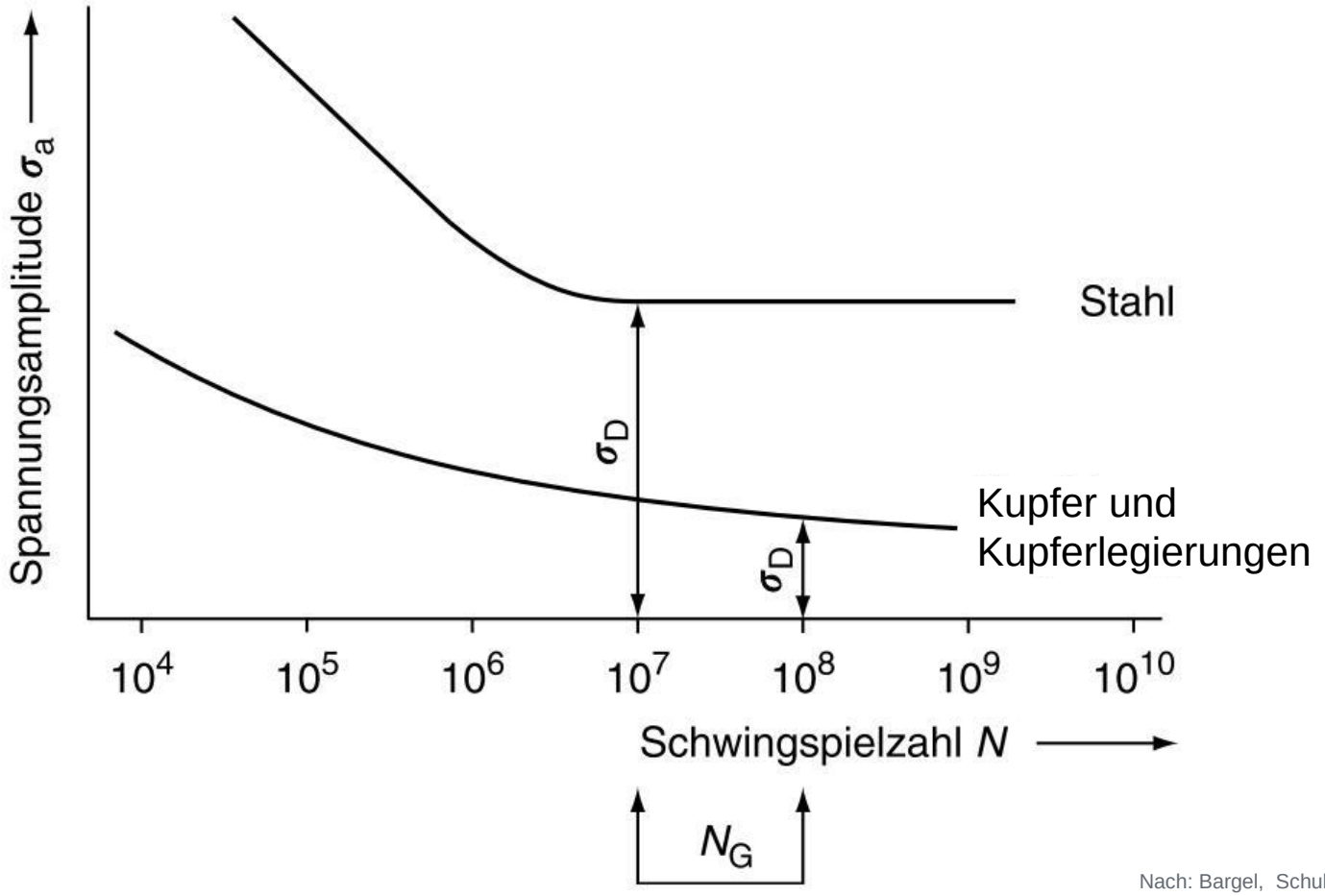
Quelle: Bargel, Schulze

Wie werden die Werkstoffkennwerte ermittelt die Wöhler Kurve



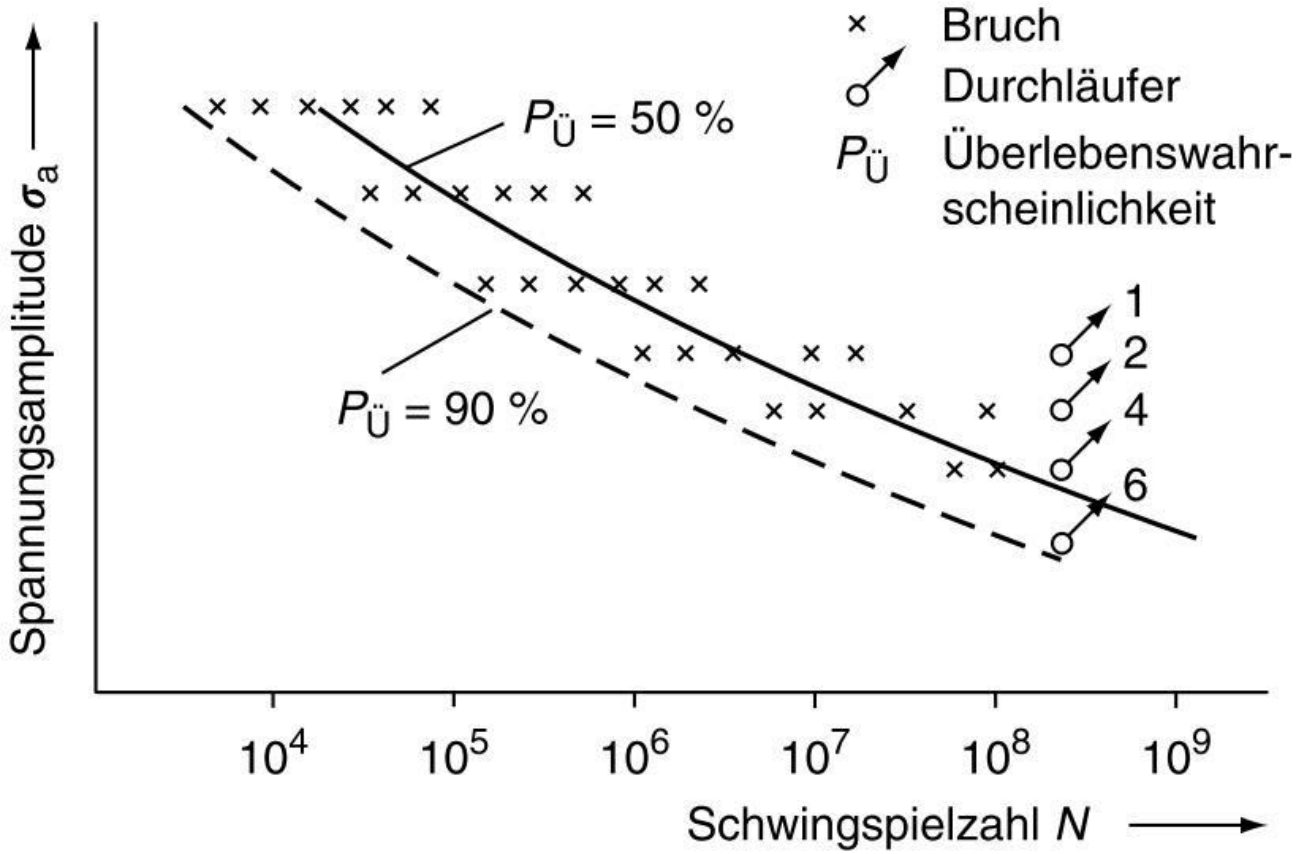
Quelle: Bargel, Schulze

Der Begriff Dauerfestigkeit



Nach: Bargel, Schulze

Übliche Streuung der Ergebnisse bei Schwingversuchen



Quelle: Bargel, Schulze

Fazit:
Werkstoffprüfung mit Wöhlerkurven

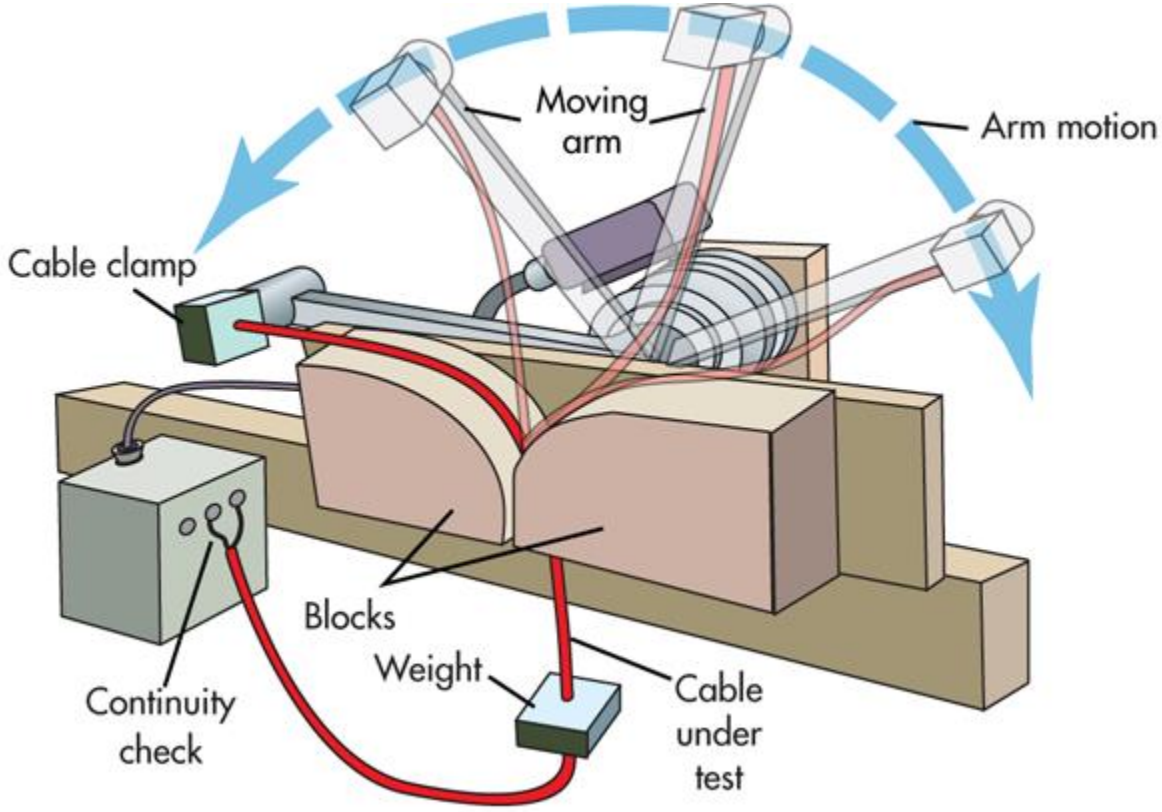
- Für eine Wöhlerkurve sollten **7-10 Proben** geprüft werden
- Die Prüfzeiten für 10^7 Schwingspiele oder mehr sind **lang** und daher im vgl. zu Zugversuchen **kostspielig**. Die Prüffrequenz kann dabei nur eingeschränkt gesteigert werden, da sie das Material sonst durch erwärmt.
- Da die **Ergebnisse streuen relativ stark**. Daher sind statistische Methoden und große Probenzahlen üblich.
- Es gibt **viele Einflussfaktoren auf die Festigkeit** wie Größeneinfluss, Frequenz, Oberflächenqualität, Kerben, Mittelspannung,…

Wöhlerkurven sind kostspielige Werkstoffprüfungen zur Bestimmung der Schwingfestigkeit.

Agenda

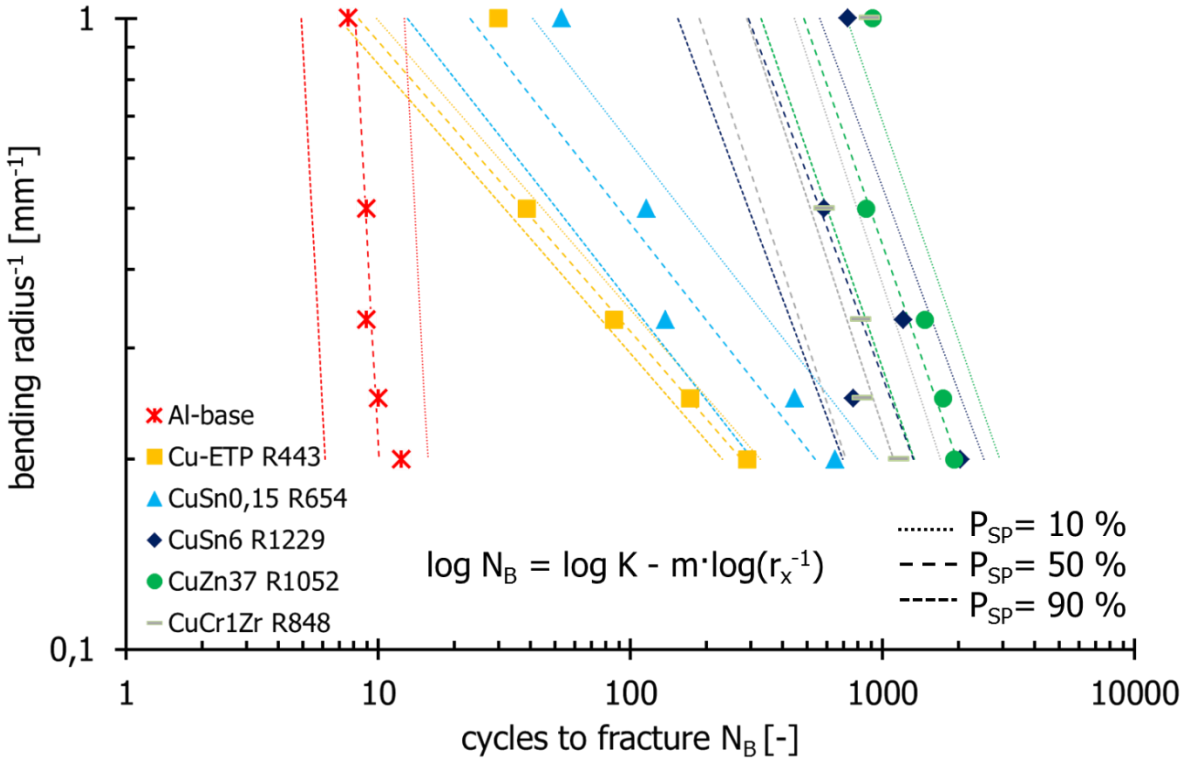
1. Motivation: Warum müssen wir die Schwingfestigkeit von Drähten beachten
2. Was ist Schwingfestigkeit und wie wird Sie ermittelt
3. Die Flex Life Bauteilprüfung nach ASTM B470-02
4. Fazit

Prüfmethodik Flex Life nach ASTM B470-02

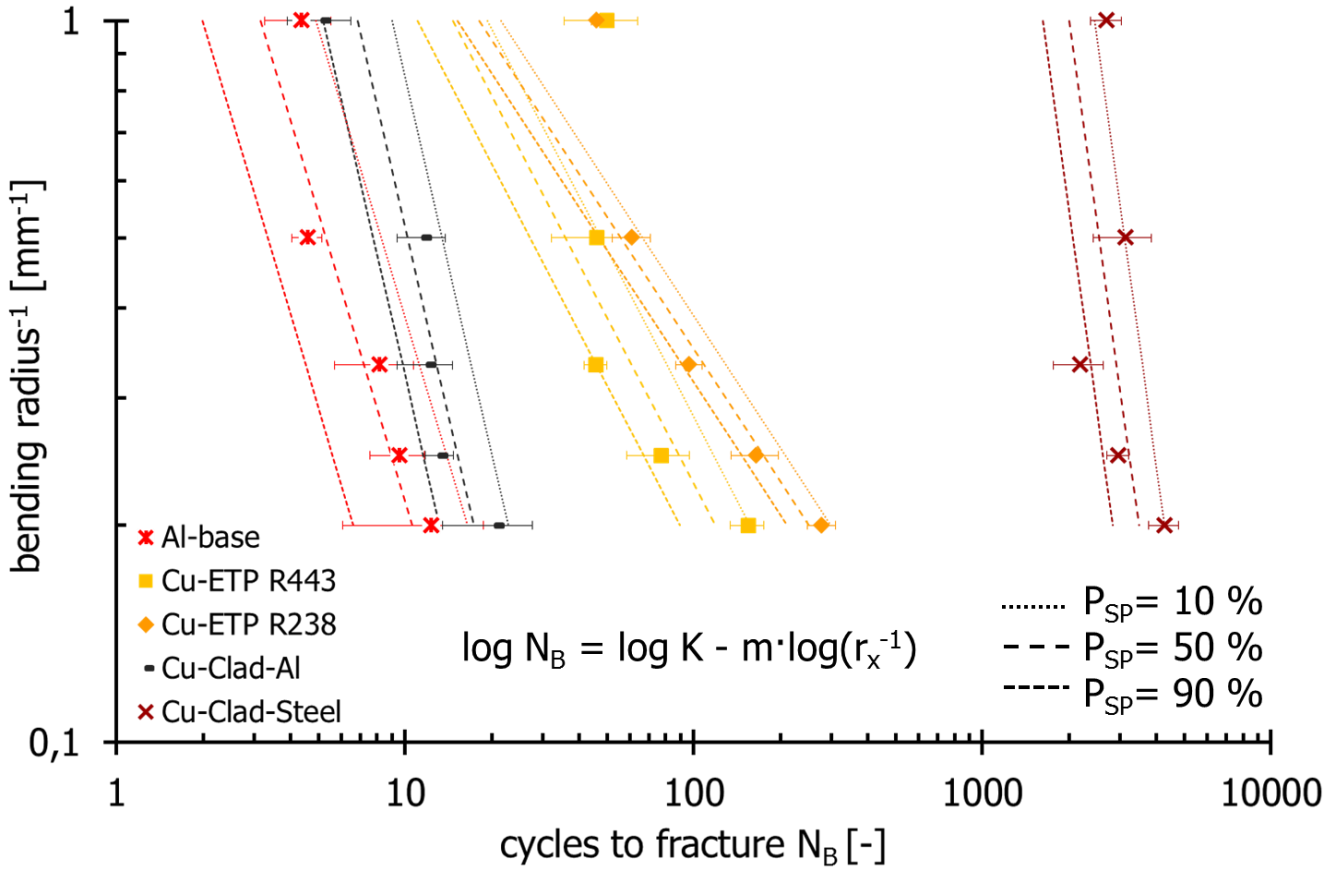


Quelle: MachineDesign.com

Auszug der Flex Life Ergebnisse DKI Draht 0,25 mm



Auszug der Flex Life Ergebnisse DKI
Draht 0,25 mm bei erhöhte Temperatur (105°C)



Zusammenfassung und Ausblick Flex-Life Prüfung Miniaturisierung? Dann Kupfer!

- **Kupferwerkstoffe haben im Vergleich zu Aluminium eine höhere Zyklenzahl bei der Flex Life Prüfung**
- **Das gilt auch für erhöhte Temperaturen**

→ **Wie groß ist der Einfluss des Drahtdurchmessers (<0,25mm)**

→ **Wie ändert sich das bei Kabeln**

→ **Wie wirken sich Materialfehler aus**

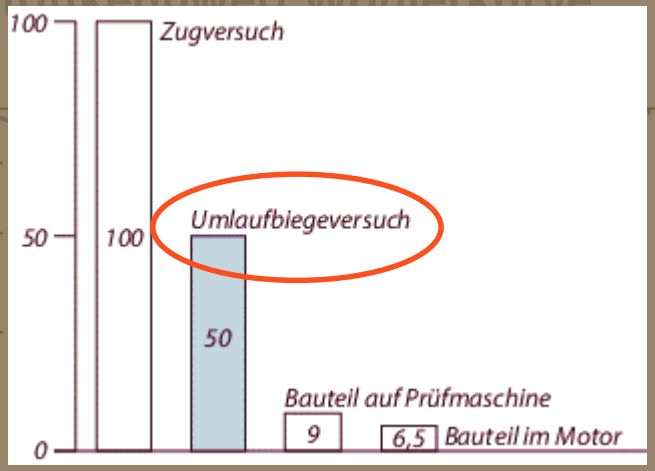


Agenda

1. **Motivation: Warum müssen wir die Schwingfestigkeit von Drähten beachten**
2. **Was ist Schwingfestigkeit und wie wird Sie ermittelt**
3. **Die Flex Life Bauteilprüfung nach ASTM B470-02**
4. **Fazit**

Lösungsansätze
Schwingfestigkeit und Flex Life Bauteilprüfung

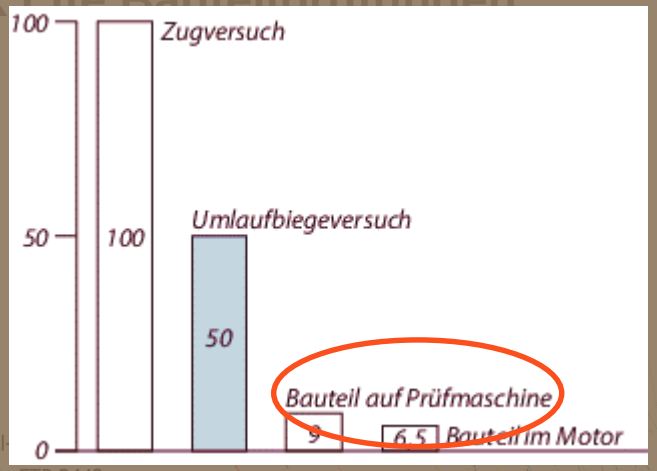
Werkstoffkennwert Wöhlerkurve



Für Werkstoffe
+ übertragbar
+ alle Belastungsarten möglich
+ allgemein anerkannt
- aufwendig

Quelle: Wagner Metall 11/2016

Flex Life Bauteilprüfungen



Für Kabel und Drähte
+ simpel
+ genormt
+ günstig
- ein Grundbelastungsfall

Quelle: Flex life Projekct 2012

Kontakt

Deutsches Kupferinstitut
Berufsverband e.V.

Heinrich Straße 24
40239 Düsseldorf

Tel.: +49 (0) 211 239469-0
Fax: +49 (0) 211 239469-10
E-Mail: Technik@kupferinstitut.de

