Universität der Bundeswehr München

Versuchszeitverkürzung und Ableitung von schädigungsgleichen Erprobungsspektren für Random Fatigue Versuche

C. Männer, S. Renner, J. Dreesen, A. Hellmann, T. Kuttner
Kontakt: thomas.kuttner@unibw.de

Motivation

- *Erprobung in wenigen Stunden*
- *Extrapolation um Faktor 100 bis 1000 auf die Nutzungsdauer*
- *Ziel: Zeit- und Kosteneinsparung*
- *Jedoch sind der Versuchszeitverkürzung Grenzen gesetzt.*
- *Die Physik kann man nicht überlisten, sondern muss*
- *Gültigkeitsgrenzen der Theorie (er)kennen.*

- *Beispiel Pizza*

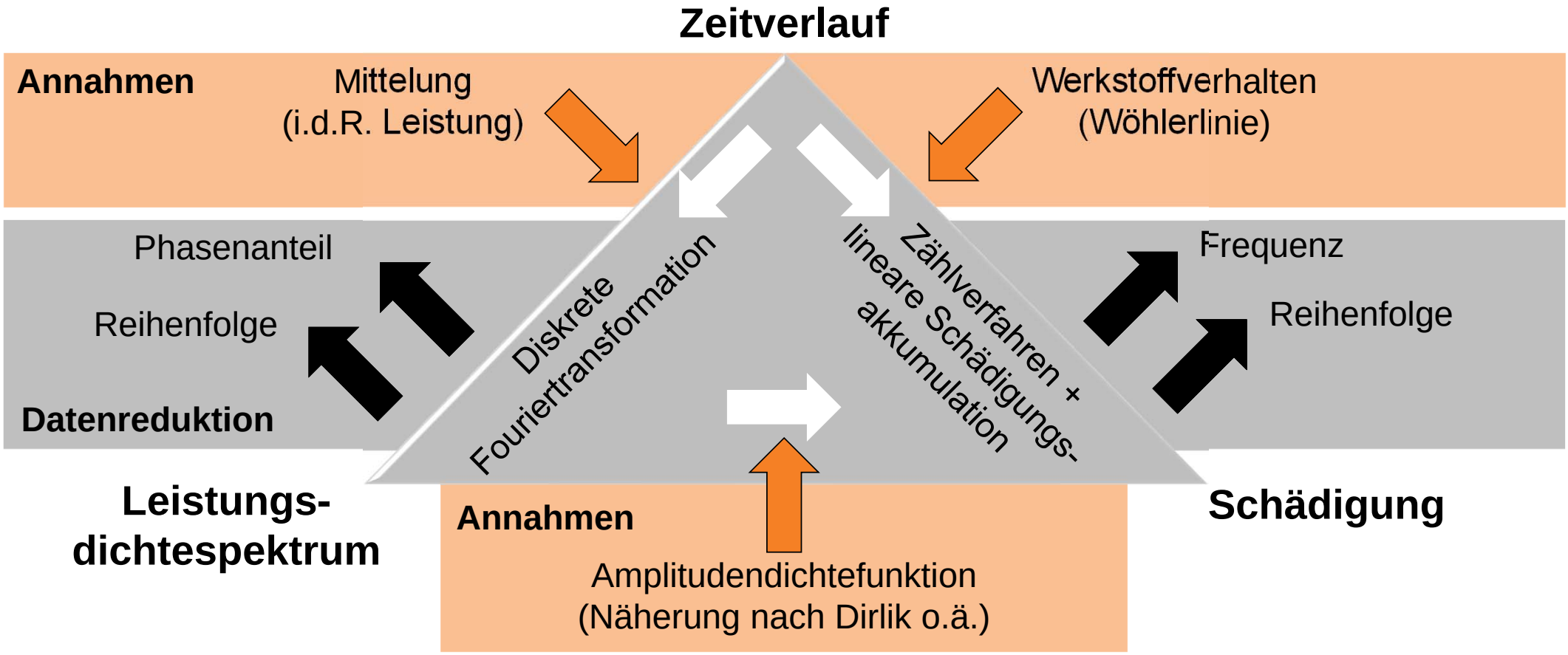
200 ° C, 18 min

600 ° C, 6 min

Quelle: wiki commons

Zeit- und Frequenzdarstellung, Schädigung

Universität der Bundeswehr München

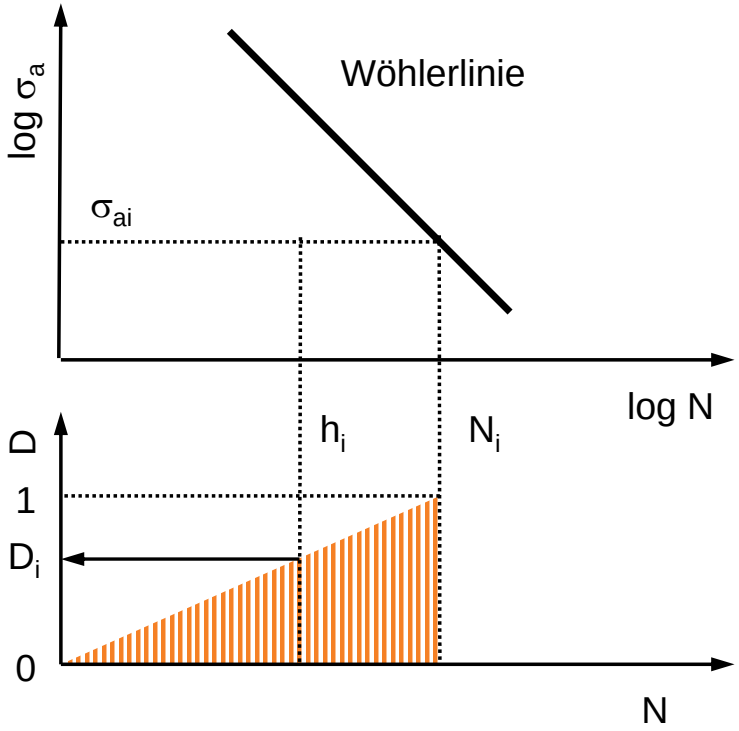


- *Lineare Schädigungsakkumulationshypothese („Miner-Regel“)*
- *Auf jedem Spannungshorizont i gilt: für N= 0 → D= 0, für N= N_i → D= 1*
- *Schädigung D_i für h_i Schwingspiele:*

$$D_i = \frac{h_i}{N_i}$$

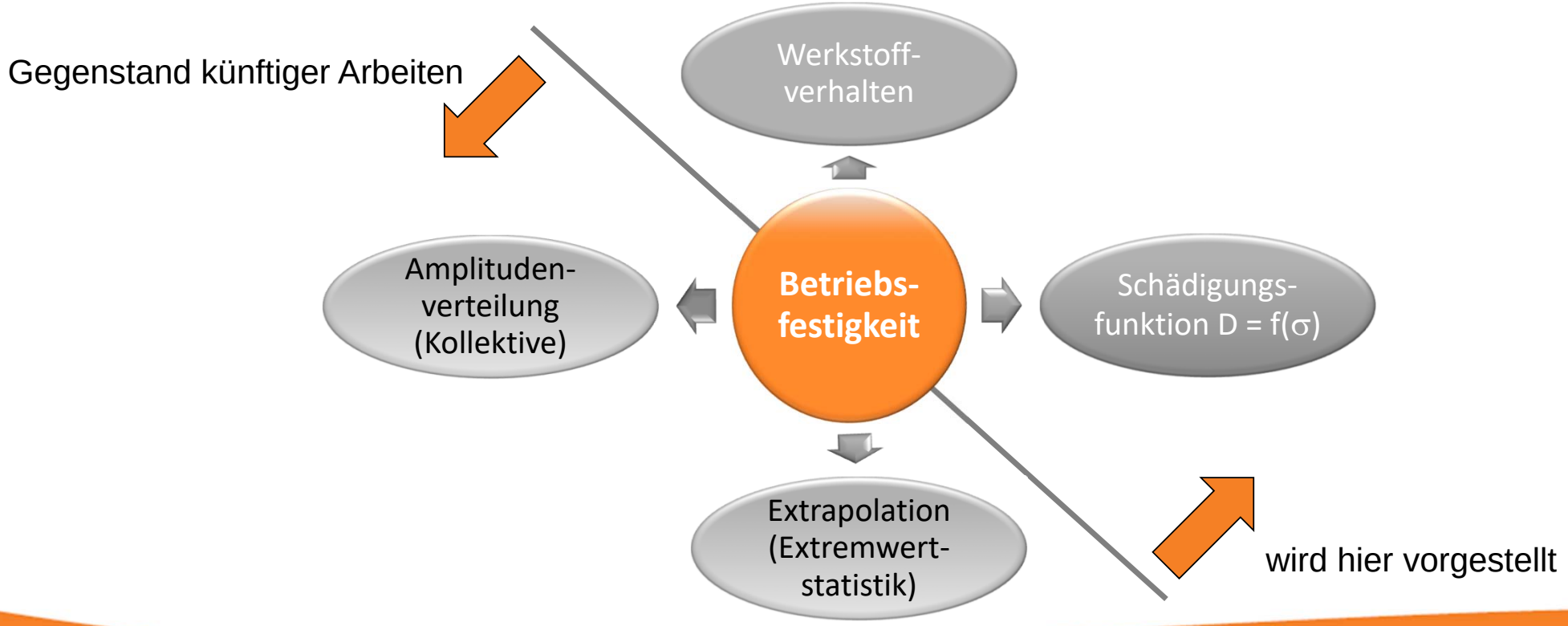
- *Summieren über alle Horizonte*

$$D = \sum_i D_i$$

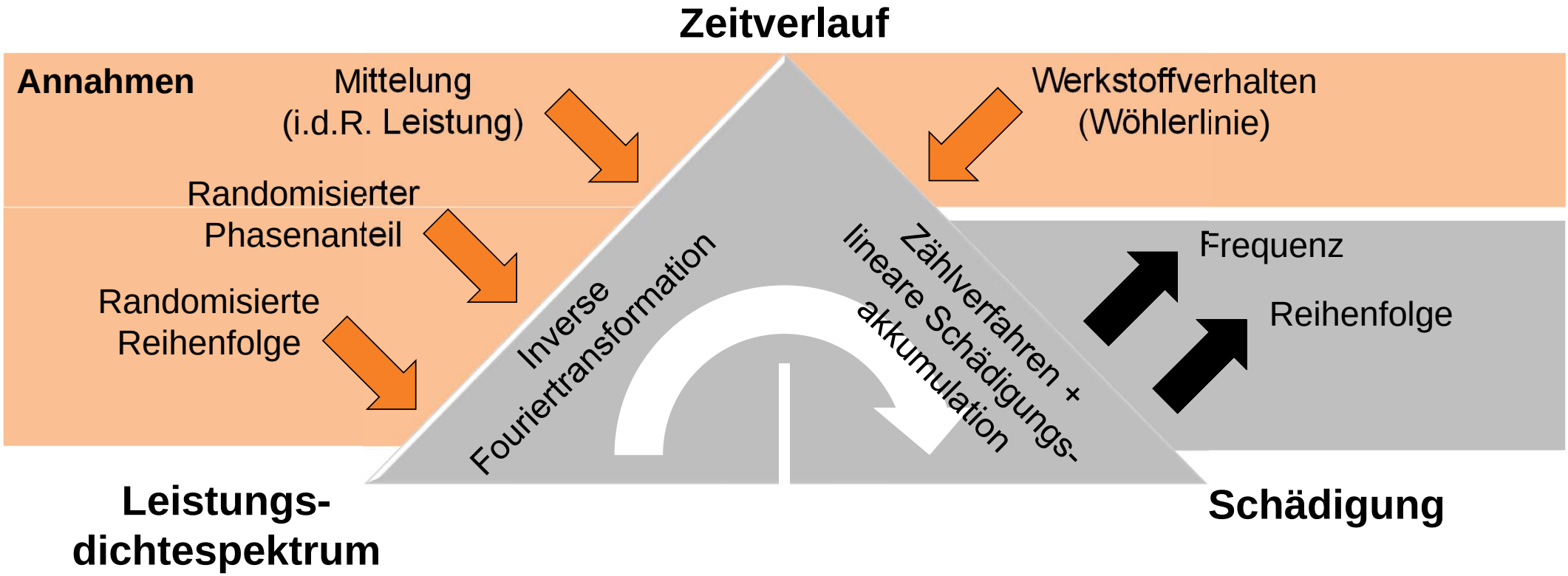


Universität der Bundeswehr München

- *Zusätzliche Nutzung von Methoden der Betriebsfestigkeit*



Universität der Bundeswehr München

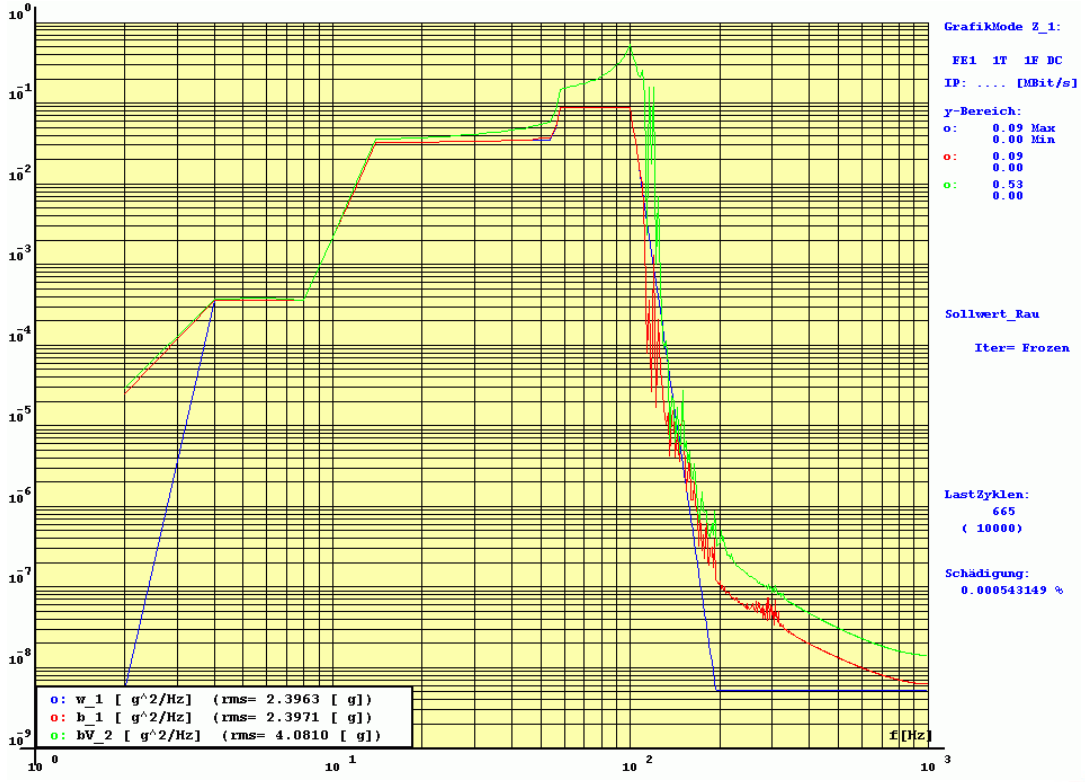


- *Bessere Anwendungsqualität der bestehenden Verfahren*
- *Bei neuen Ansätzen muss das Mehr an Aufwand durch ein Mehr an Aussagequalität gerechtfertigt sein.*

Beispiel Haltebügel

Universität der Bundeswehr München

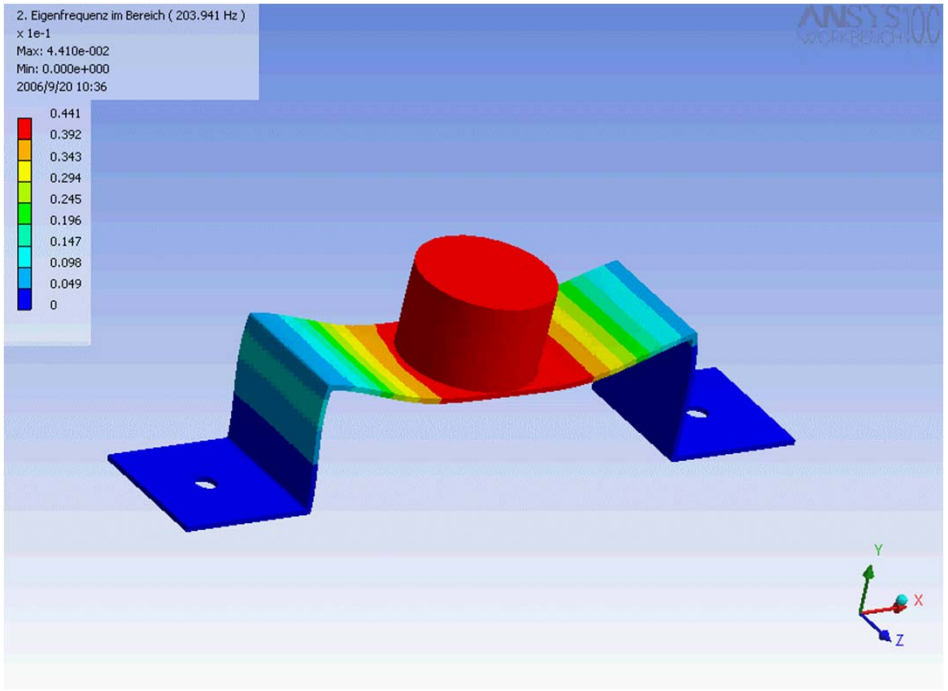
- *Randomversuch in Anlehnung an MIL-STD 810*



Beispiel Haltebügel

der Bundeswehr Universität München

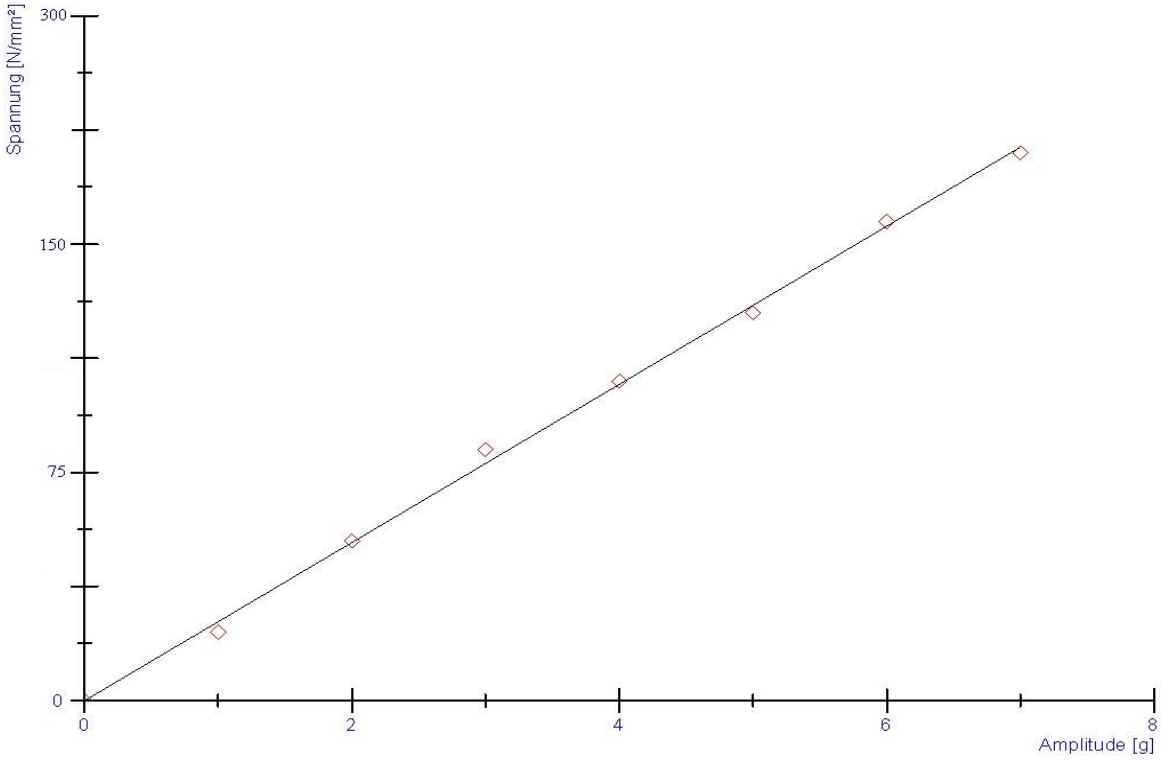
- *Berechnung der Eigenfrequenzen und -formen*



Beispiel Haltebügel

Universität der Bundeswehr München

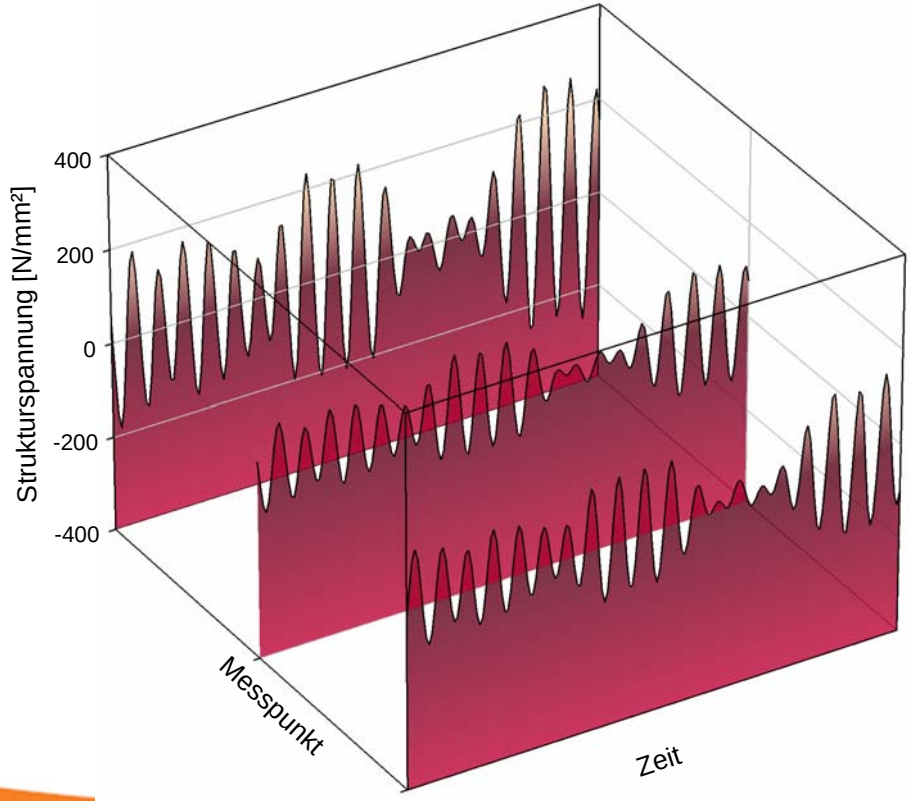
- *Messung der Strukturspannungen im Sinusversuch*

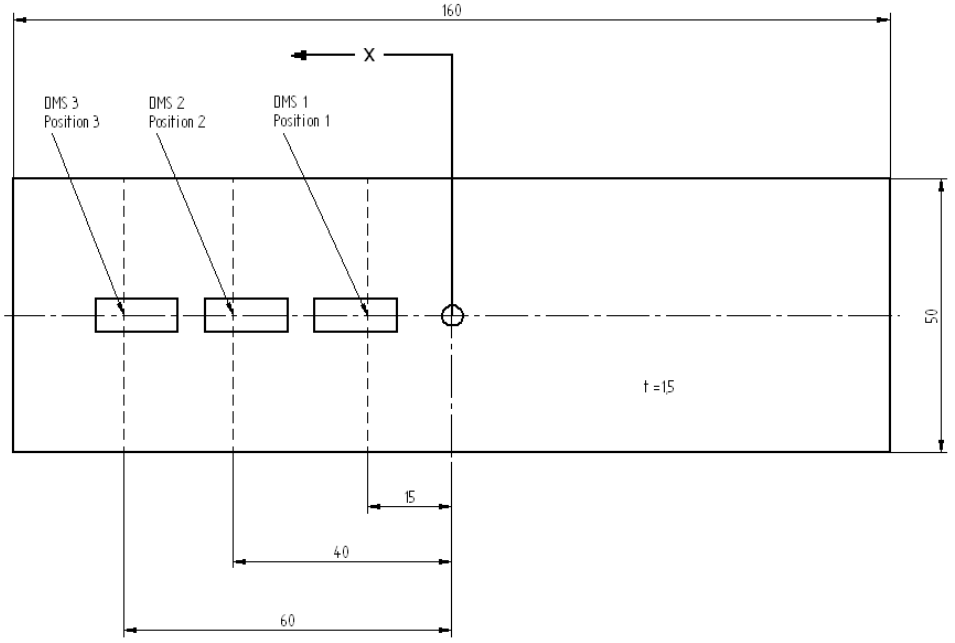


Beispiel Haltebügel

Universität der Bundeswehr München

- *Extrapolation auf den kritischen Querschnitt (Bohrung)*

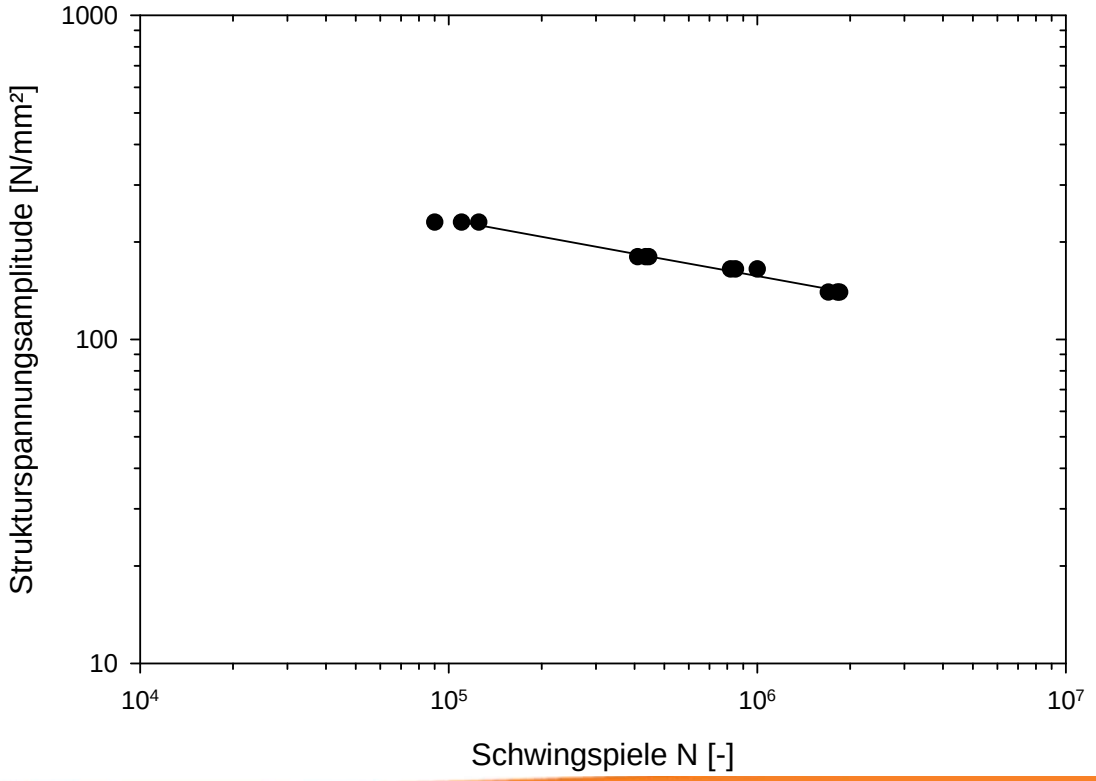




Beispiel Haltebügel

Universität der Bundeswehr München

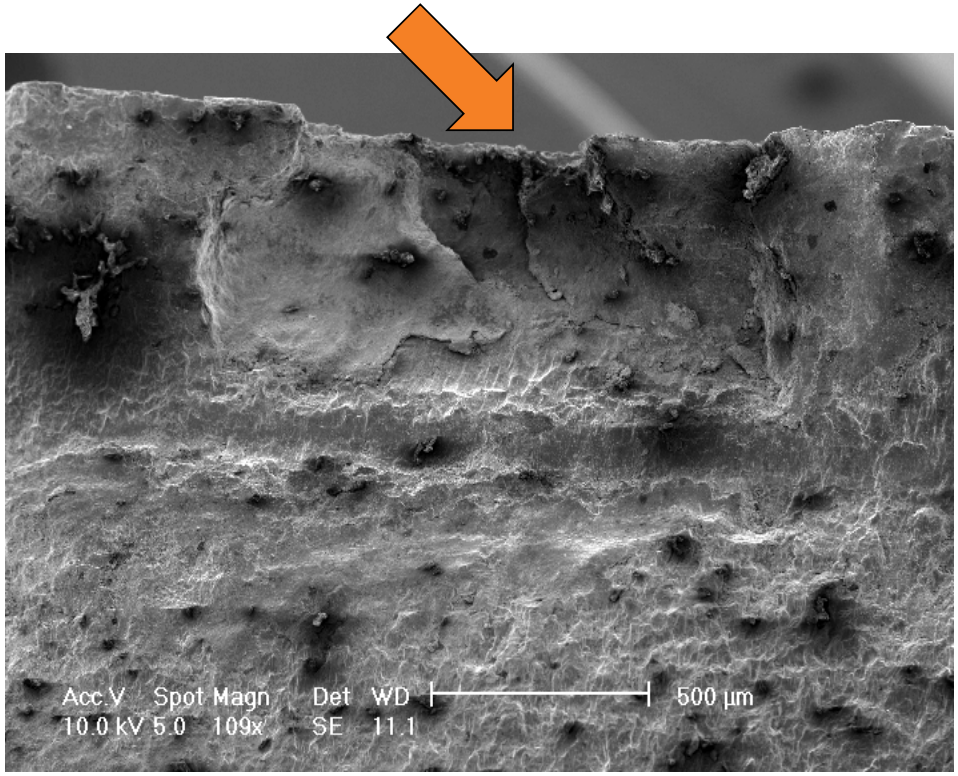
- *Wöhlerlinie (k= 5,8)*



Beispiel Haltebügel

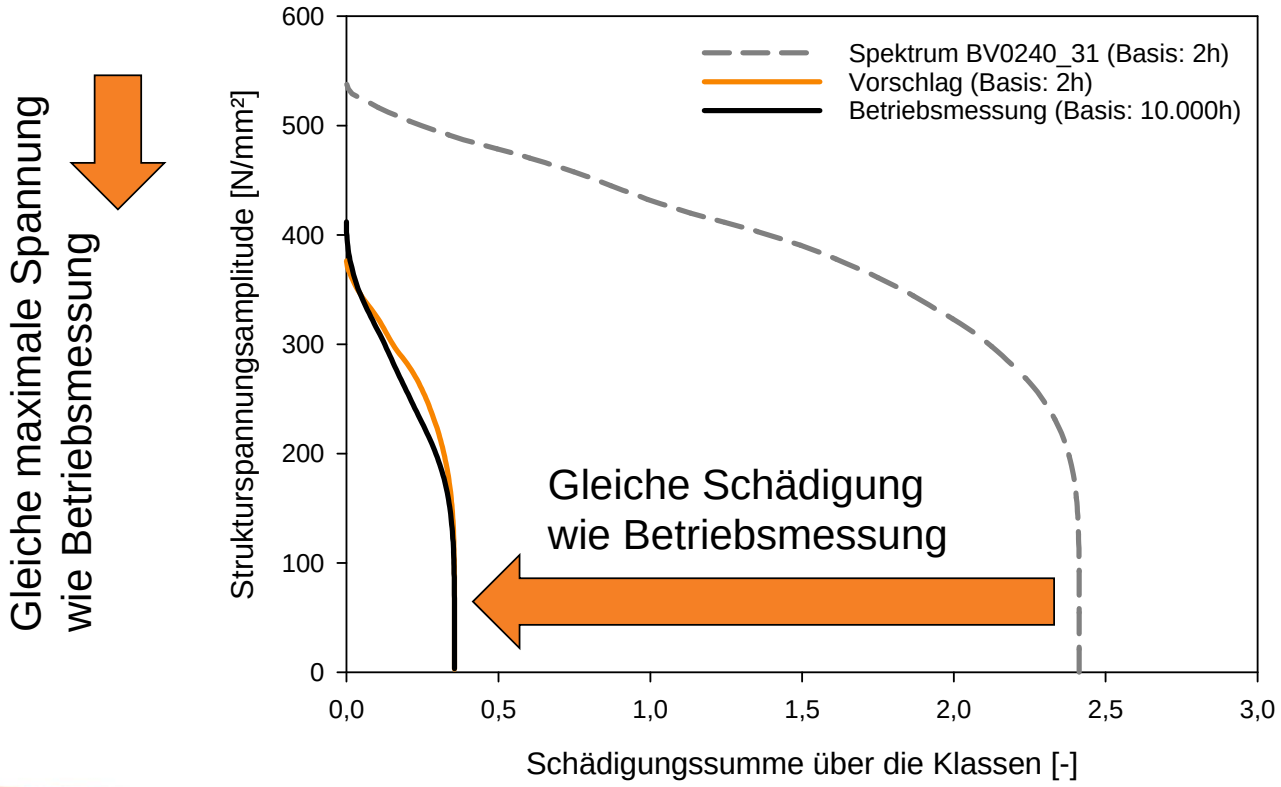
Universität der Bundeswehr München

- *Ermüdungsanriss an der Oberfläche*



Beispiel Haltebügel

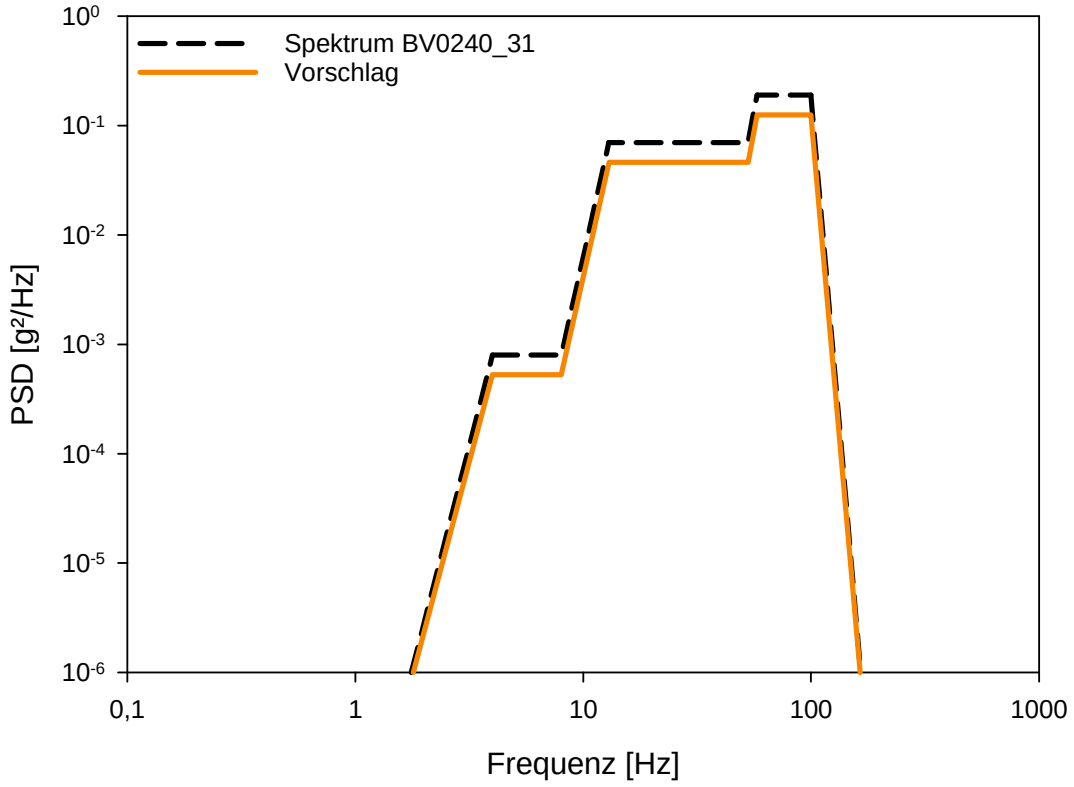
- *Schädigungsfunktion*



Beispiel Haltebügel

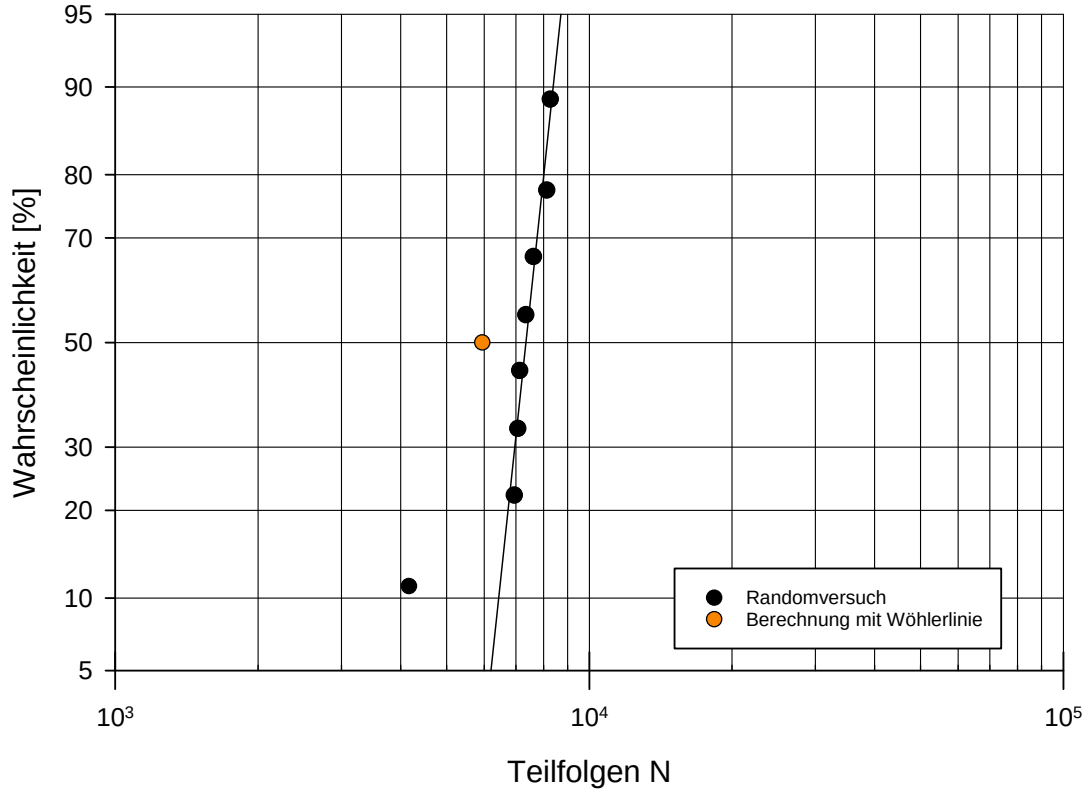
Universität der Bundeswehr München

- *Modifiziertes Spektrum*



Universität der Bundeswehr München

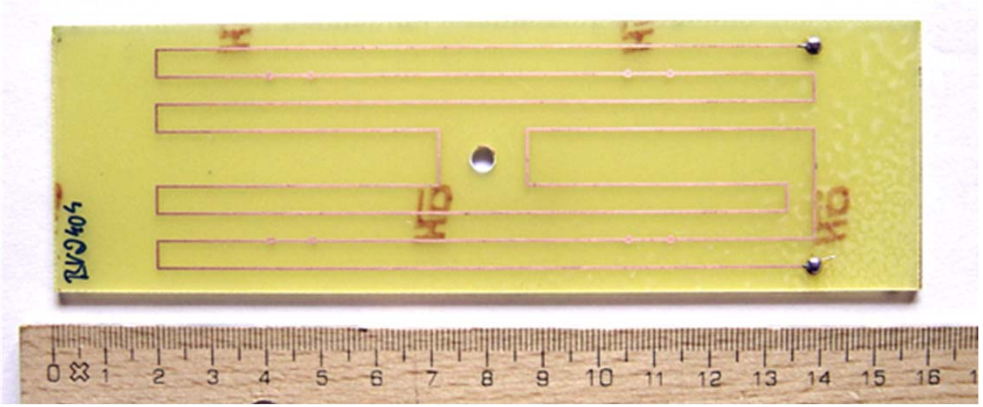
- *Vergleich Rechnung - Versuch*

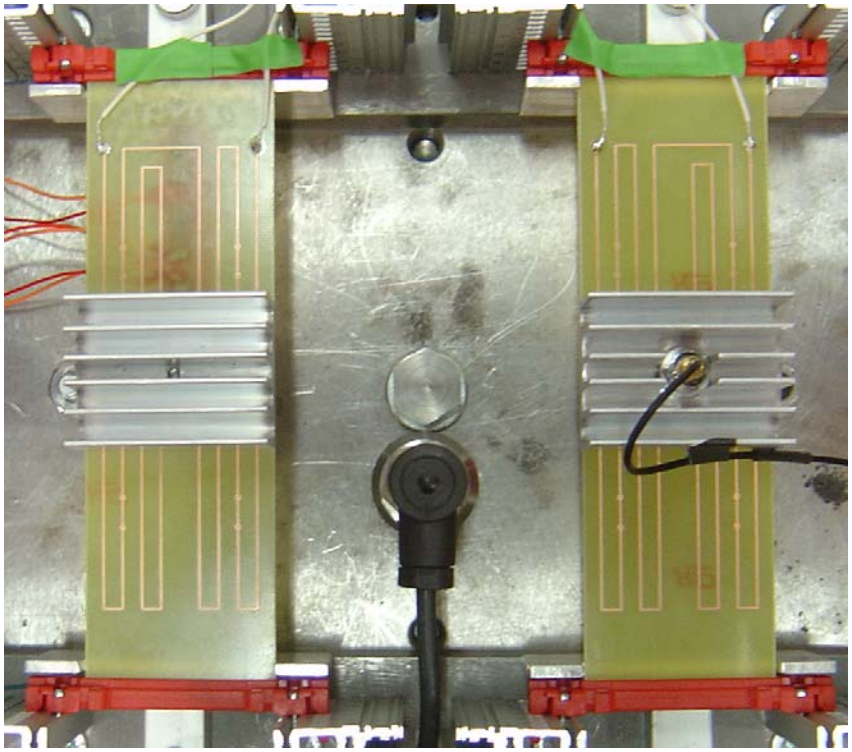


Beispiel Leiterbahn

Universität der Bundeswehr München

- *Modellgeometrie für Anrisse an Leiterbahnen*

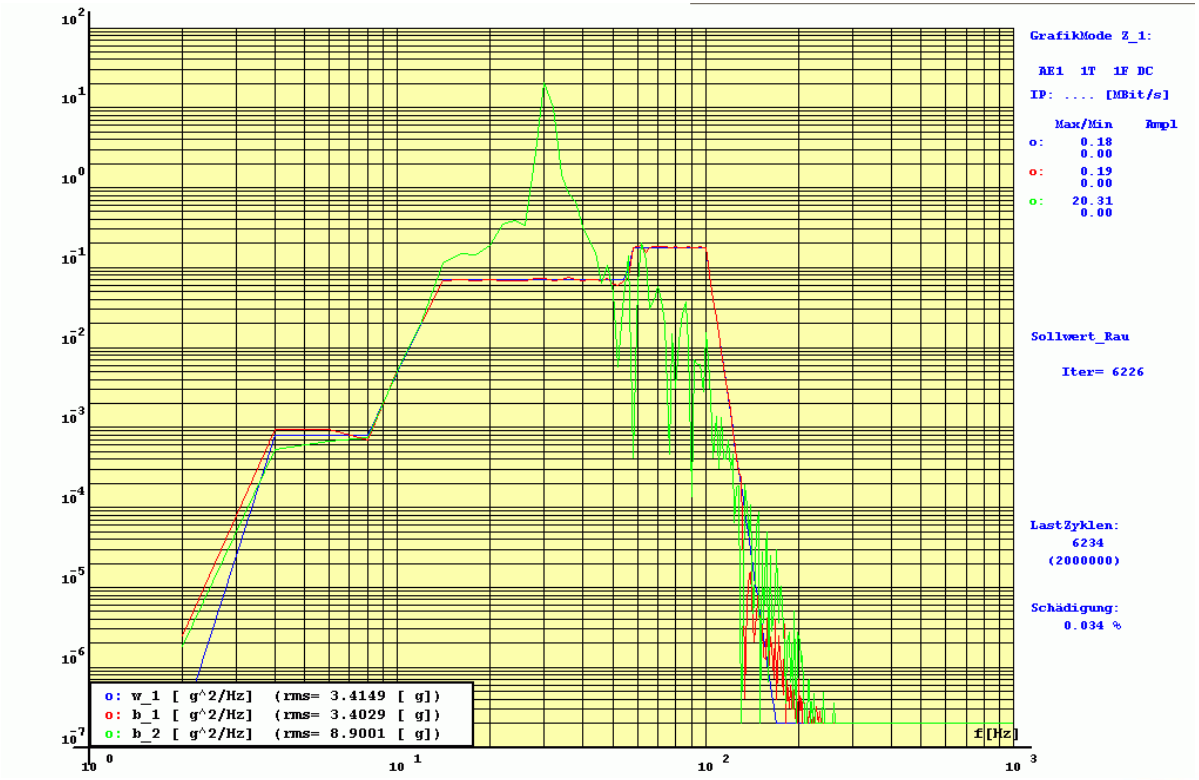




Beispiel Leiterbahn

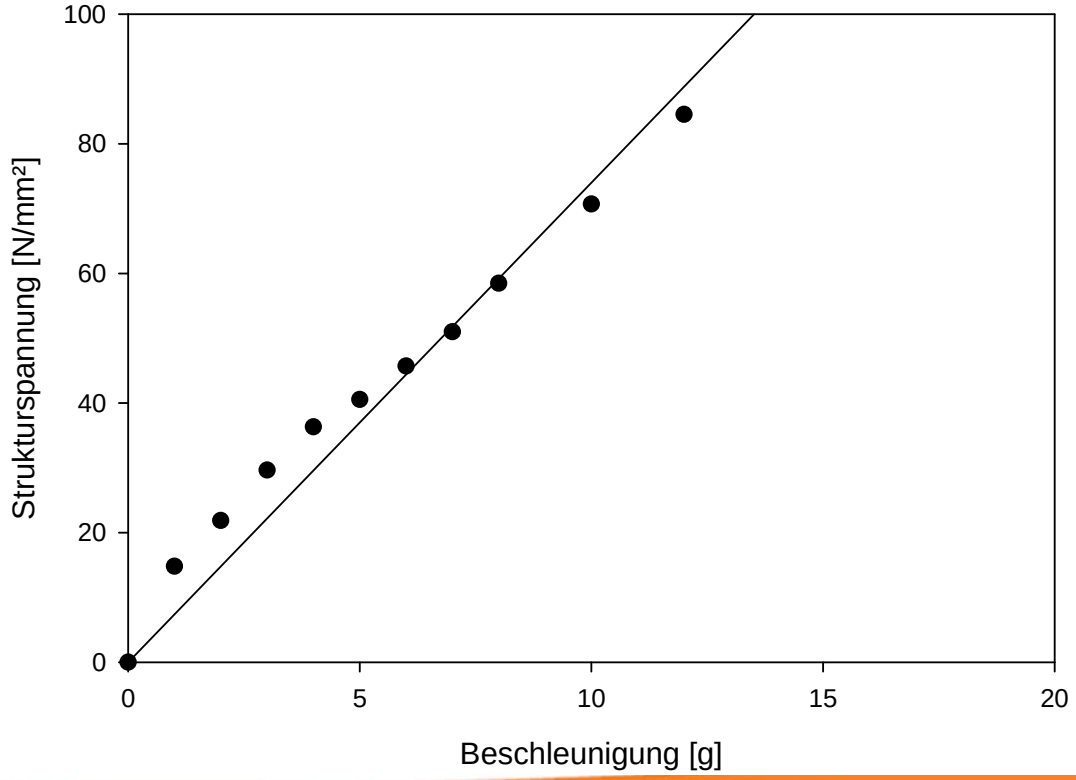
Universität der Bundeswehr München

- *Randomversuch in Anlehnung an MIL-STD 810*



Universität der Bundeswehr München

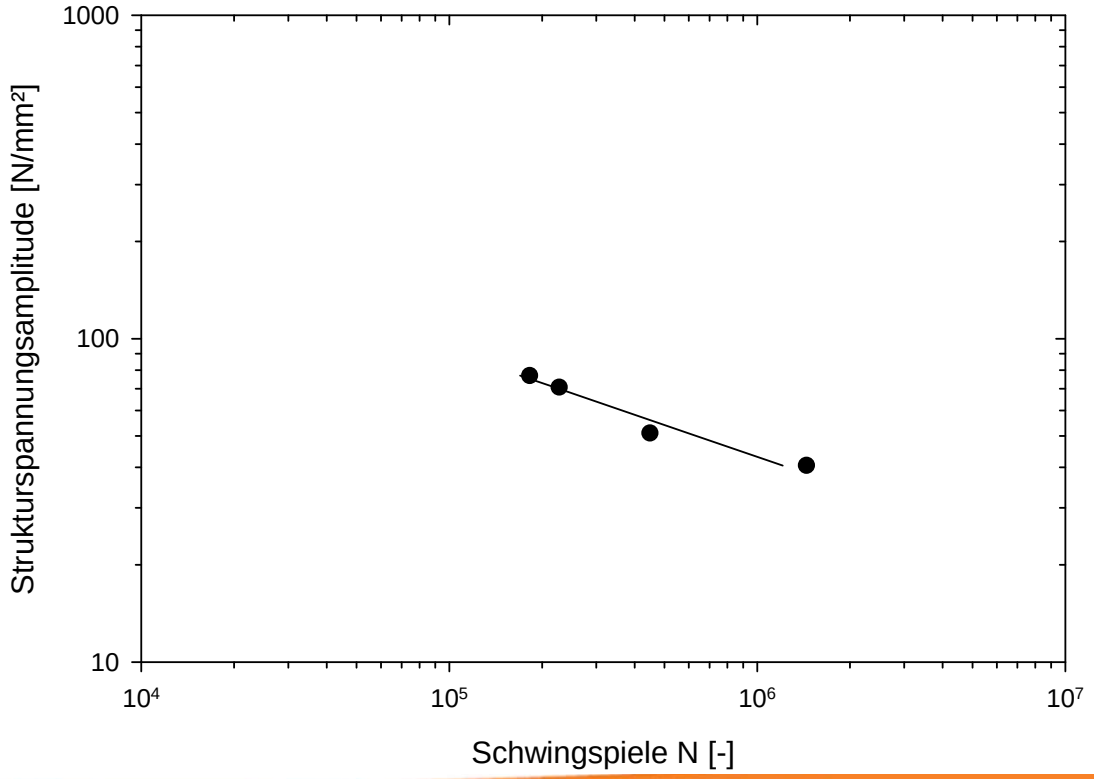
- *Messung der Strukturspannungen im Sinusversuch*



Beispiel Leiterbahn

Universität der Bundeswehr München

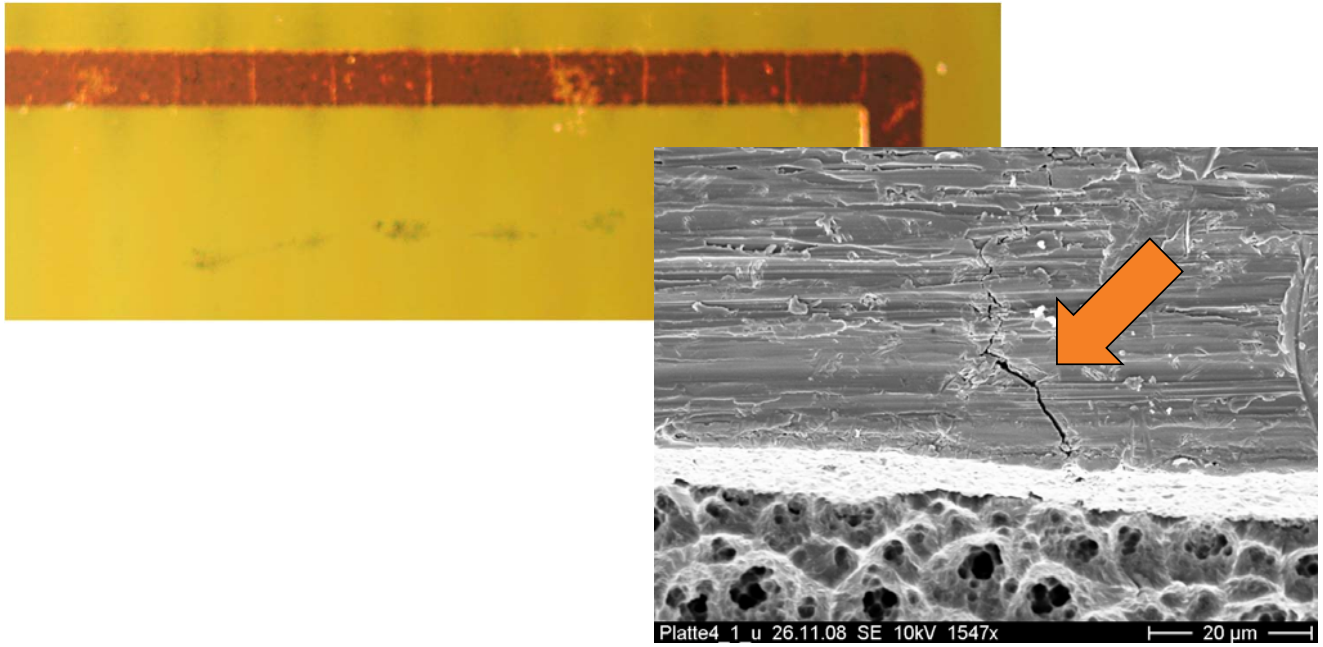
- *Wöhlerlinie (k= 3,1) - Anrisskriterium: Stromunterbrechung*



Beispiel Leiterbahn

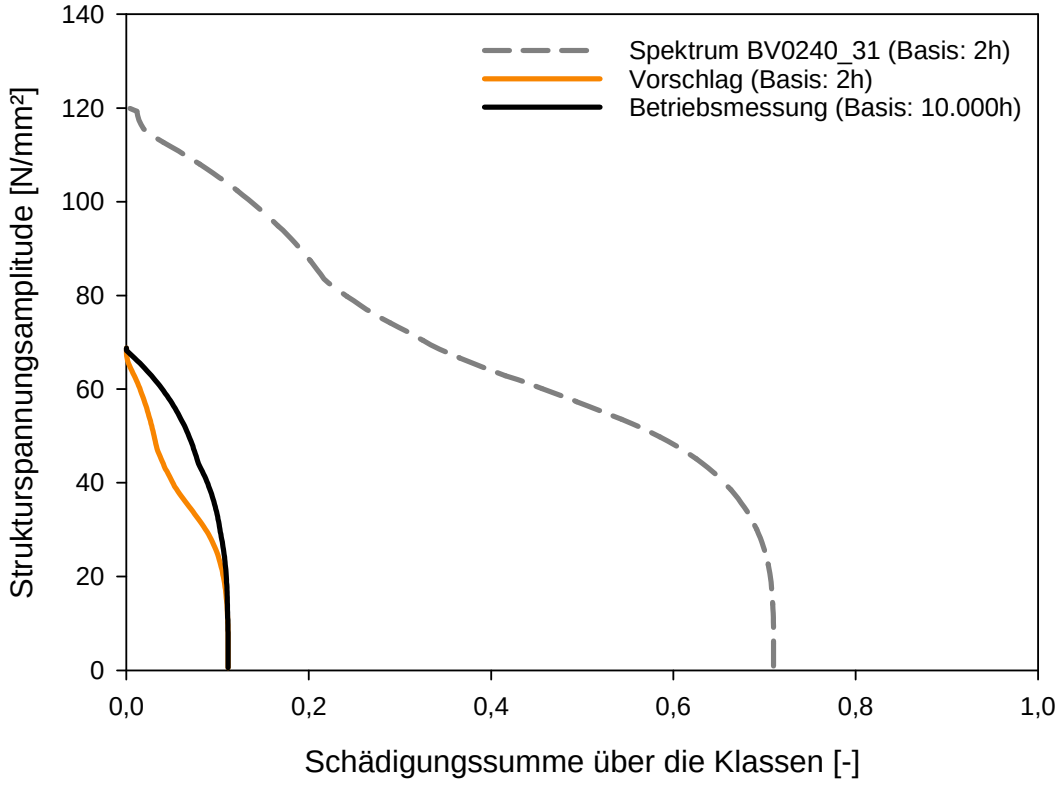
Universität der Bundeswehr München

- *Anrisse in den Leiterbahnen*



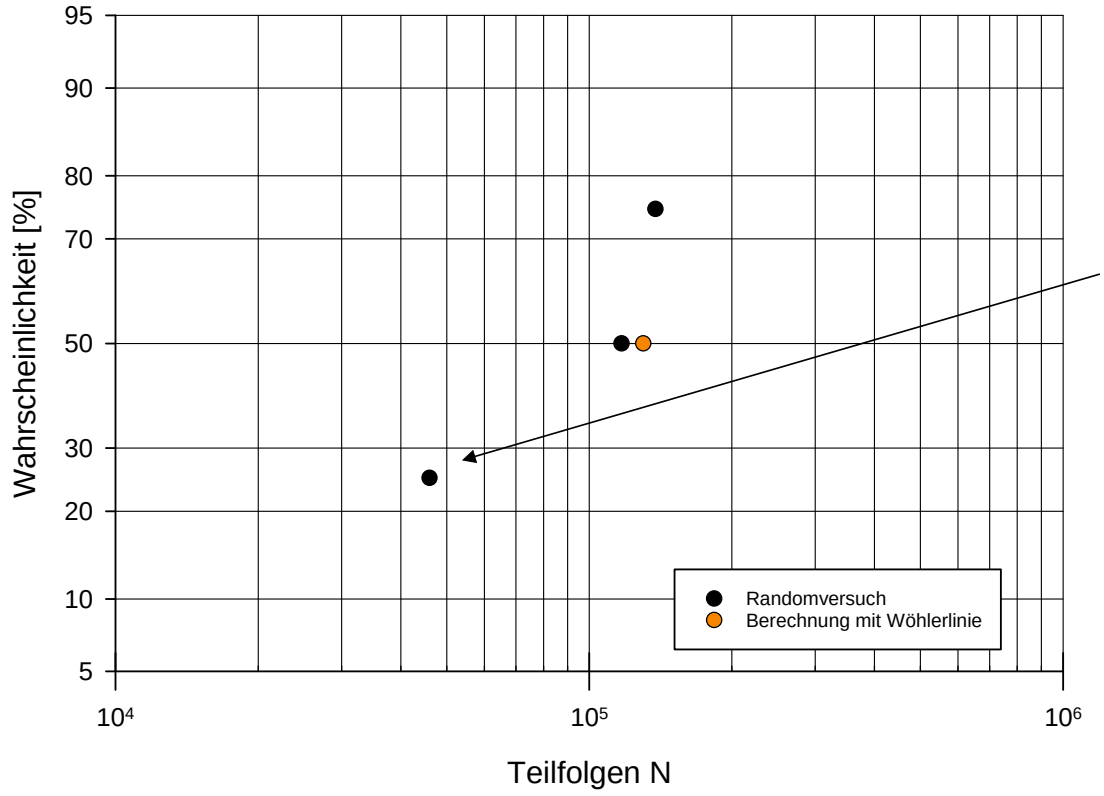
Beispiel Leiterbahn

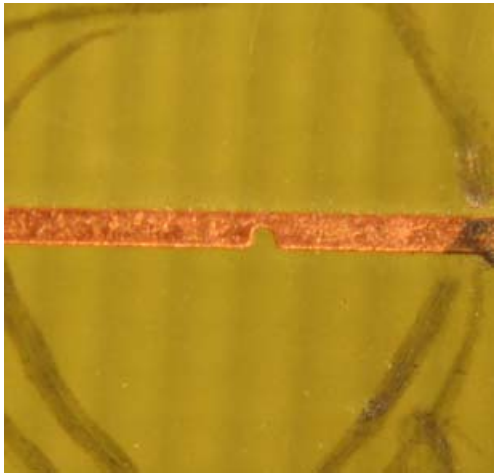
- *Schädigungsfunktion*



Beispiel Leiterbahn

- *Vergleich Rechnung - Versuch*

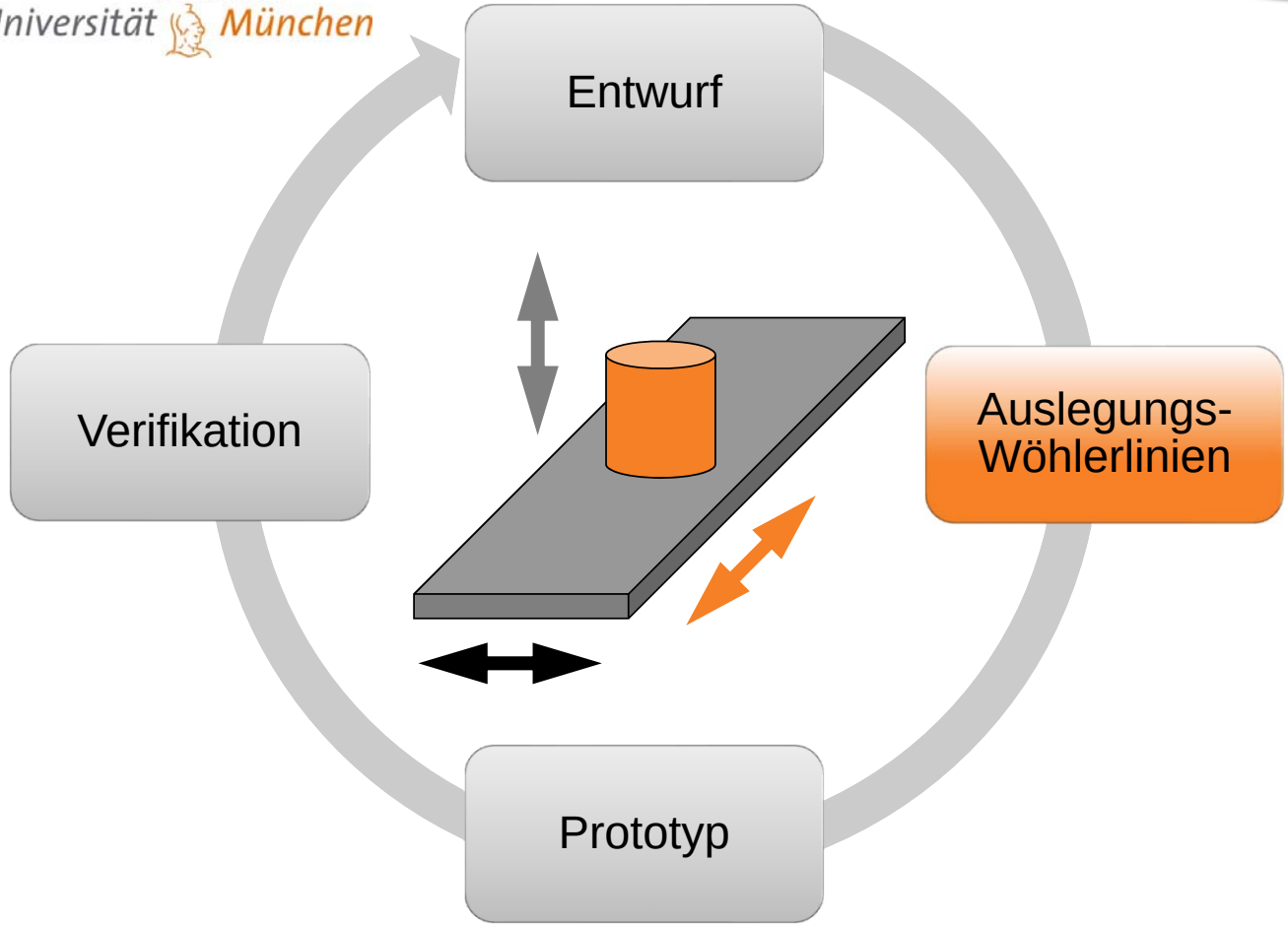


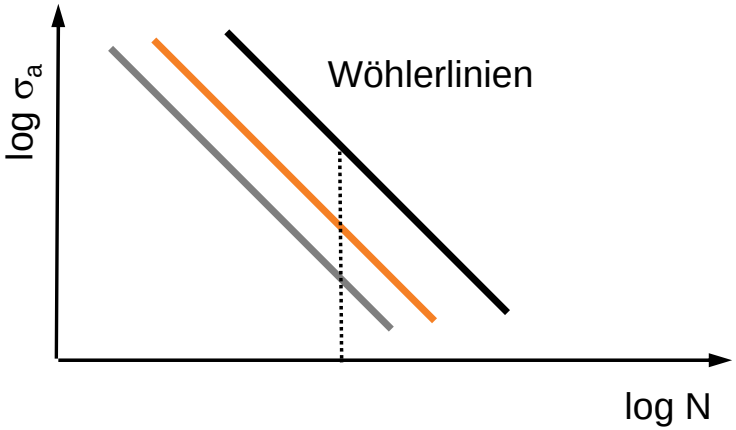


Fazit

- *Übereinstimmung von maximaler Amplitude und Schädigung in Rechnung und Versuch*
- *Hohe Aussagequalität und Treffsicherheit*
- *Beinhaltet relative Abschätzung (gleiche Schädigung) und absolute Abschätzung der Lebensdauer*
- *Bedaten der Modelle nötig*
- *Fallspezifische Aussagen für einen Versagensmechanismus und Anrissort, damit Verlust an Allgemeingültigkeit*

Ausblick


Entwurf
Auslegungs-
Wöhlerlinien
Prototyp
Verifikation


log σ_a
Wöhlerlinien
log N

Fragen

Universität der Bundeswehr München