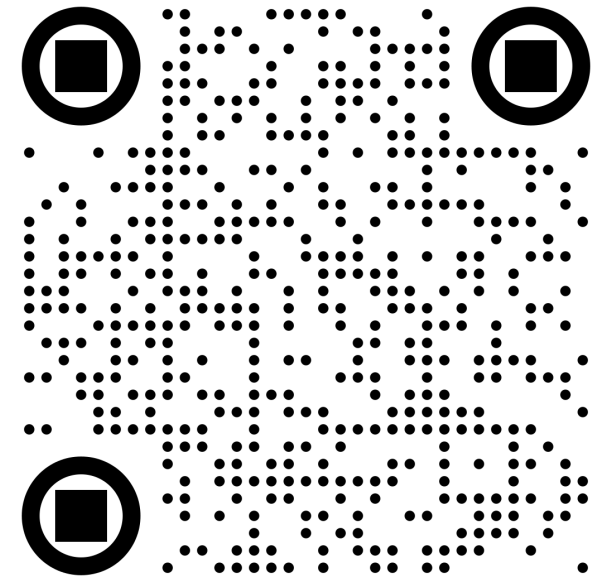


Ermüdung und Verschleiß

Prof. Dr.-Ing. Christian Willberg ^{ID}
Hochschule Magdeburg-Stendal

Kontakt: christian.willberg@h2.de
Teile des Skripts sind von Prof. Dr.-
Ing. Jürgen Häberle übernommen

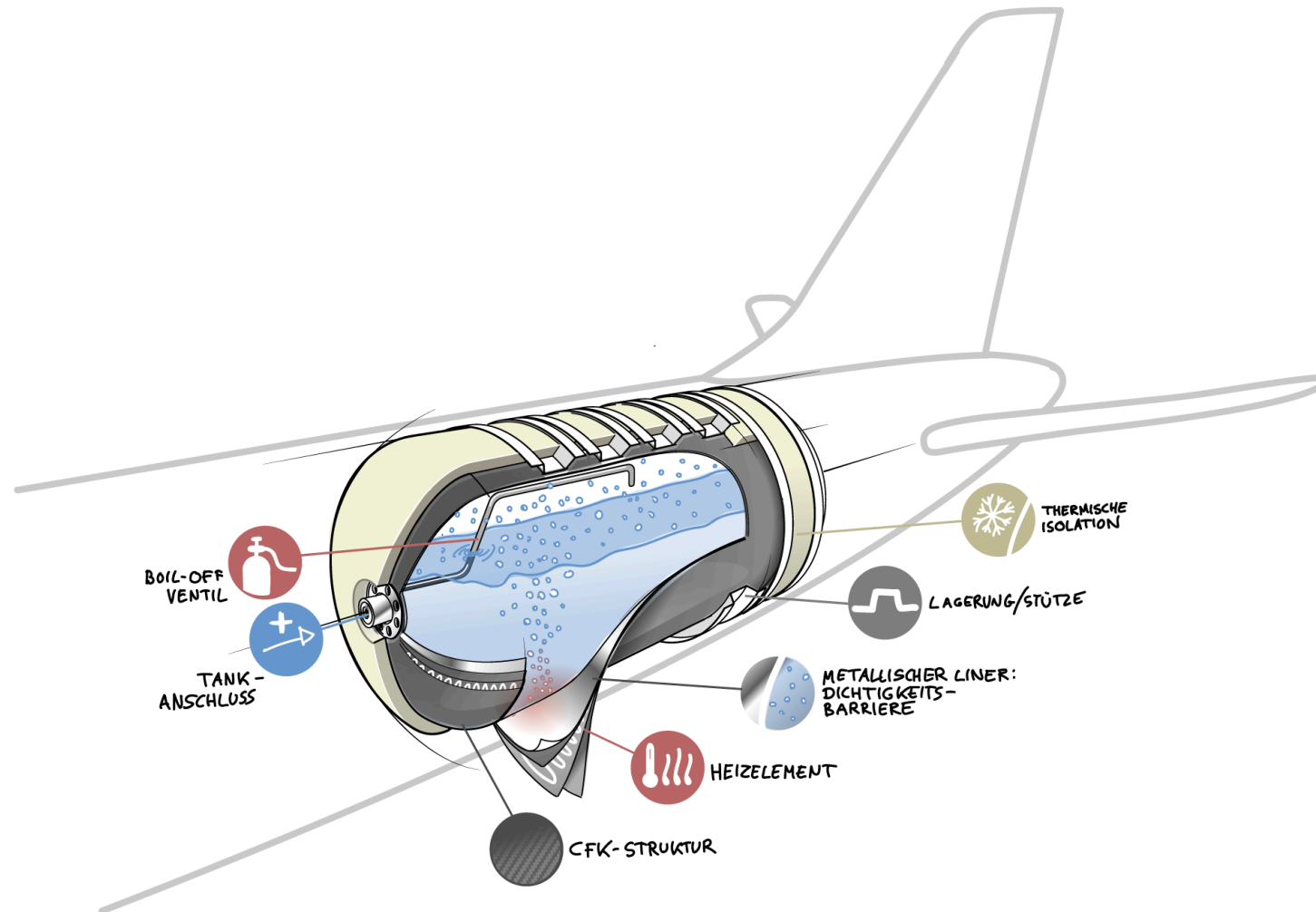




Ermüdung

- ▶ Was ist Ermüdung?

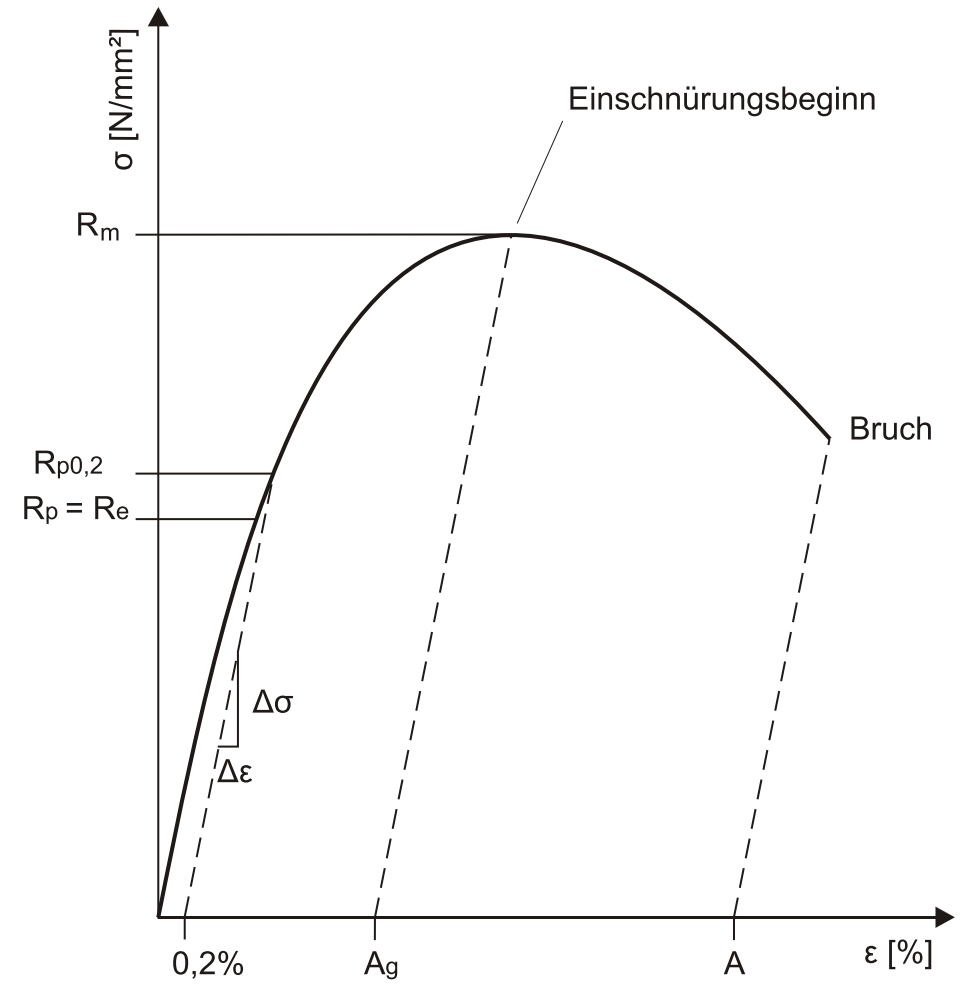
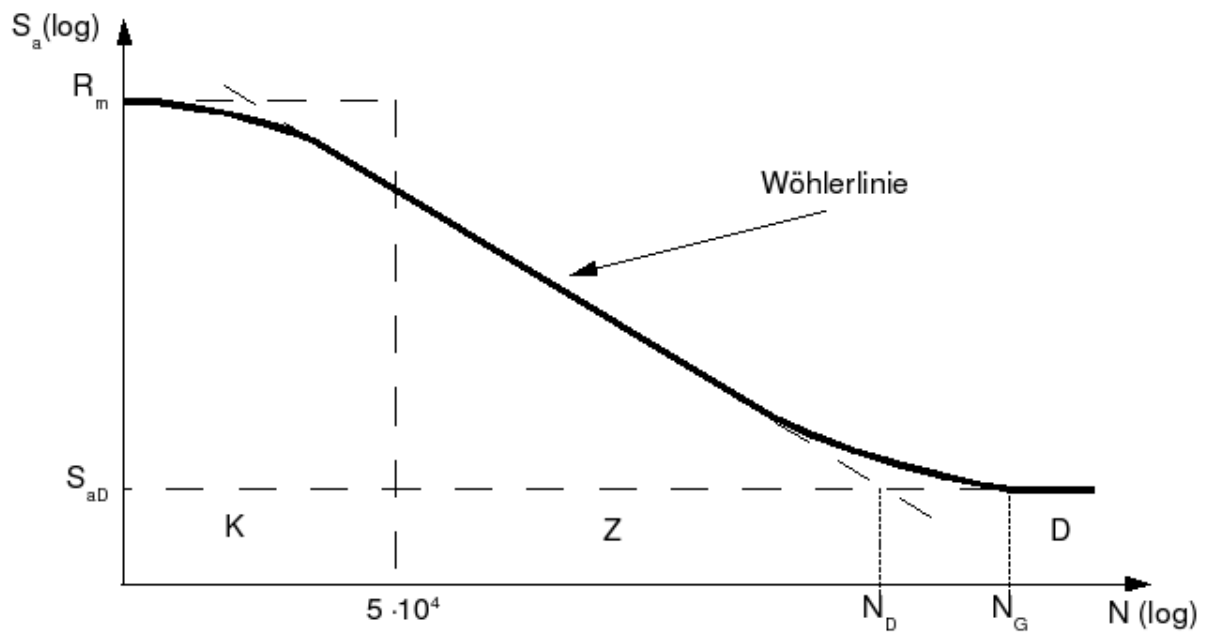
- Tritt typischerweise bei zyklischer Belastung auf
 - Isotherme mechanische Ermüdung
 - Oszillierende Last
 - Flugzeugrümpfe (Druckaufbau und -abfall)
 - Thermische Ermüdung
 - Öfen, Heizelemente
 - Thermomechanische Ermüdung
 - Hochdruckbehälter
 - Elektrothermische Ermüdung
 - Stromleiter (Glühfäden)



Ermüdung

- Die Belastung liegt unterhalb der Streckgrenze $R_{p0,2}$
 - *Erinnerung: Was bedeutet $R_{p0,2}$?*
- Spannungs-Konzentrationen entstehen an Materialfehlern (Poren, Mikrorisse) oder im Kristall (Versetzungen, Fehlstellen)
- Zunächst bilden sich unter wechselnder Last lokal zufällige Bereiche plastischer Verformung
- Diese Punkte repräsentieren Spannungs-Konzentrationsbereiche, die sich mit der Zeit vergrößern und zu Bruch führen können

[Erklärvideo](#)



Begriffe

- Lebensdauer
- Ermüdungsriß
- Ermüdungsbruch
- Kurzzeitfestigkeit (K)
- Zeitfestigkeit (Z)
- Dauerfestigkeit (D)



Gegenmaßnahmen

- Kerbwirkung verringern
- Materialanpassung
- Konstruktion anpassen, damit lokale Spannung zulässige Grenzen nicht überschreitet
- Regelmäßige Inspektionen

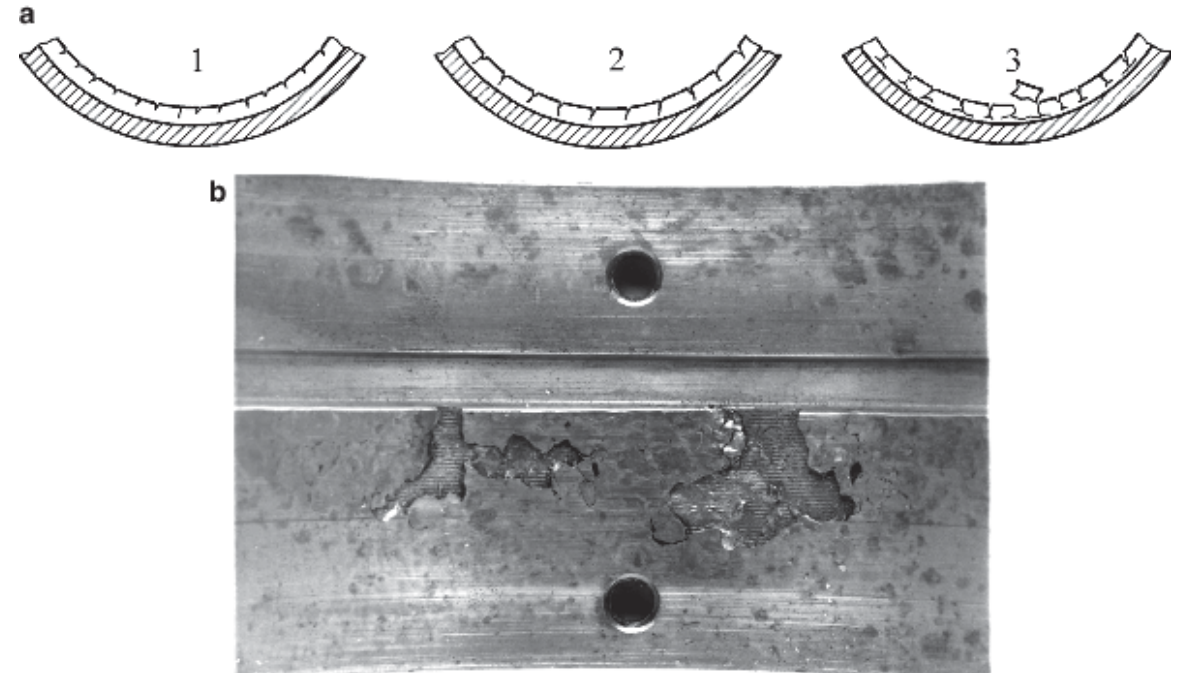
Verschleiß

- Permanente Verformung und Materialverlust an der Oberfläche von Festkörpern durch Reibung
- Technologisch unerwünscht und kann zu Funktionsausfällen führen
- Beeinflusst durch:
 - Reibpaarung
 - Oberflächenschicht und Zwischensubstanz
 - Bewegungsart
 - Lastintensität

Verschleißart	Erscheinung	Primäres Vorkommen
Gleitverschleiß	Rillen oder Riefen durch Abrieb, Materialübertragung oder lokales Schmelzen	Un-geschmierte Lager, Kupplungen, Bremsen
Rollverschleiß	Abblättern durch Ermüdungsrisse	Rad/Schiene, Wälzlager
Pittings	Grübchenbildung: Pitting	Wälzkörper, speziell Zahnräder
Abrasivverschleiß	Plastische Verformung, Erosion	Bagger, Schüttguttransport, Partikelaufrall
Kavitation	Oberflächenschädigung durch	Wasserturbinen, Pumpen

Gleitverschleiß

- Beeinflusst durch
 - Die mittlere Rauheitstiefe R_z
 - Anpressdruck
 - Verschleißpfadverhältnis
$$W = k \frac{F_N}{A} 10^6$$
 - k in $\left[\frac{\text{mm}^3}{\text{Nm}} \right]$ spezifischer Verschleißkoeffizient (lastunabhängig)



Rollverschleiß

- **Rollen** umfasst
Schlupfkomponenten, die dem
Rollvorgang überlagert sind
- Kleine Kontaktfläche; hohe
Flächenpressung
- Oberflächenabbau (plastische
Verformung,
Mikrostrukturveränderungen
usw.)
- Kann durch Schmierung
signifikant reduziert werden →
spezifische Schmierfilm-Dicke λ

Kavitation

Video

- ▶ Physikalische Ursache?

- Lokale Belastung an der Oberfläche
- Diese Bereiche werden geschwächt und blättern ab
- Auswirkungen auf die Oberfläche:
 - Wirkungsgradverlust
 - Korrosion
 - Bereiche, in denen sich Risse bilden können



Reibkorrosion

- Gleitbewegungen zwischen zwei hochbelasteten Komponenten
- Tritt typischerweise bei unzureichendem Presssitz auf → Passungen

! [bg right fit] (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Corrosion_de