

Physikalische Grundlagen
der zahnärztlichen Materialwissenschaft

– 8 –

Mechanische Eigenschaften.
Plastische Verformung, Bruch, Härte

erarbeitet von: Gergely AGÓCS, Ferenc TÖLGYESI
29. Oktober 2020.

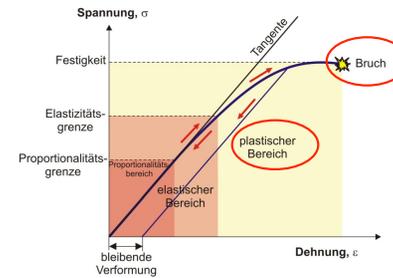
Kapitel des
Lehrbuches:
16, 17

FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

1

Belastungsdiagramm

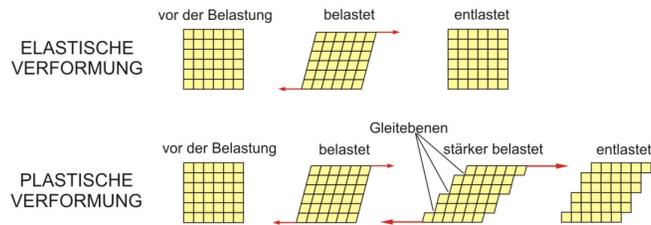


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

2

Elastische und plastische Verformung

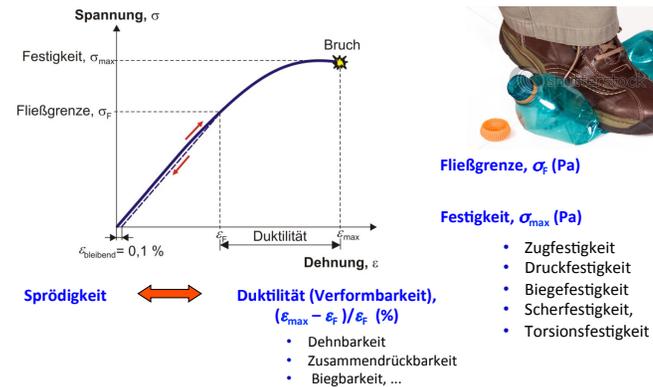


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

3

Plastische Verformung

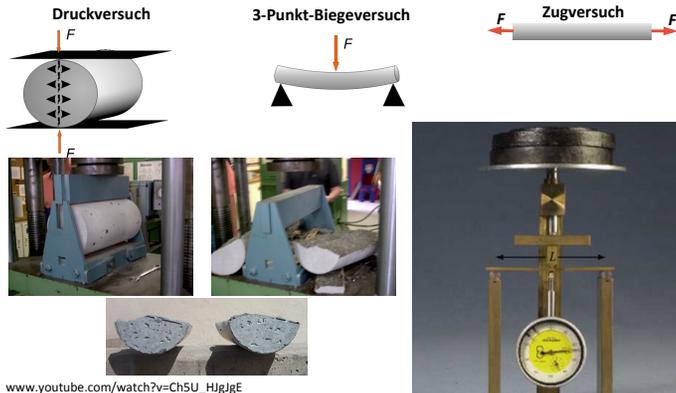


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

4

Festigkeitsprüfung



www.youtube.com/watch?v=ChSU_HJlgE

FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

5

Einige Festigkeitswerten

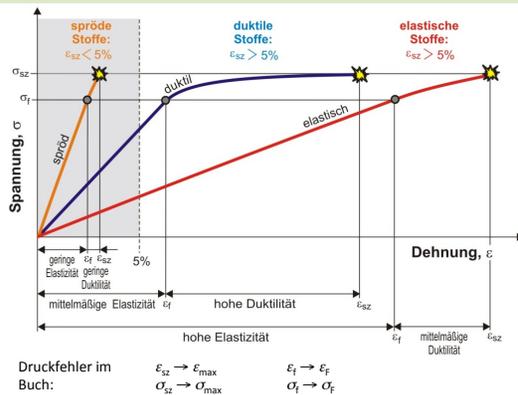
Material	$\sigma_{max, Zug}$ (MPa)	$\sigma_{max, Druck}$ (MPa)
Zahnschmelz	≈ 10	≈ 400
Dentin	≈ 110	≈ 300
Keramiken	5-400	20-5000
Porzellan	≈ 25	≈ 300
Polyethylen (große Dichte)	≈ 30	
Amalgam	30-55	200-450
PMMA (Polymethylmethacrylat)	≈ 50	≈ 80
Glas	≈ 50-70	≈ 700
Gold	108	
Aluminiumoxid	≈ 170	≈ 2100
Zirkoniumdioxid	≈ 250	≈ 2500
Goldlegierungen	300-900	
Pd-Ag Legierungen	400-700	
Ni-Cr Legierungen	400-900	
Co-Cr Legierungen	600-800	
Ti Legierungen	900-1100	
kohlenstofffaserverstärktes (61%) Epoxid	≈ 1700	

FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

6

Sprödigkeit und Duktilität

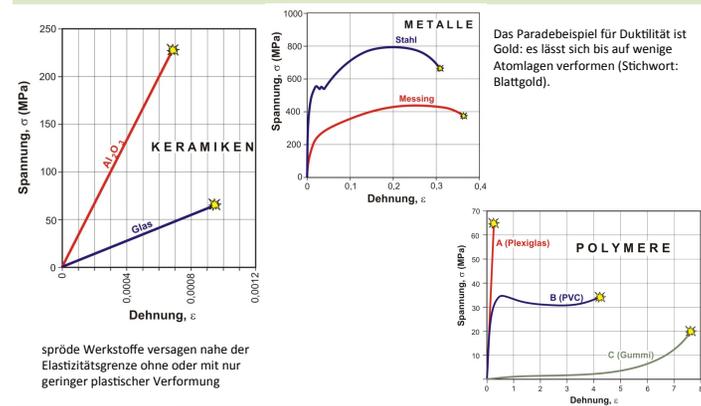


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

7

Sprödigkeit und Duktilität: Beispiele

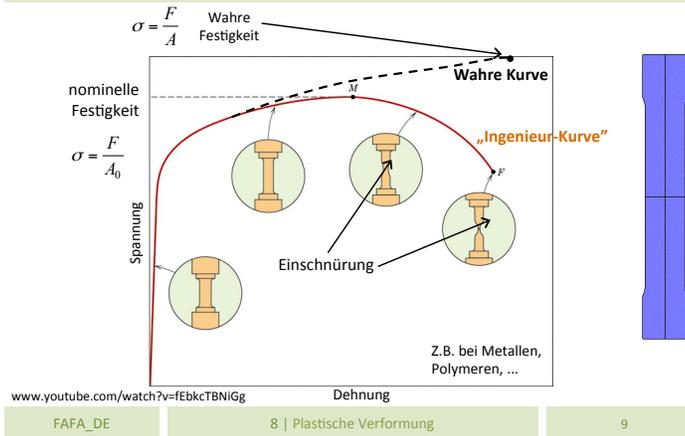


FAFA_DE

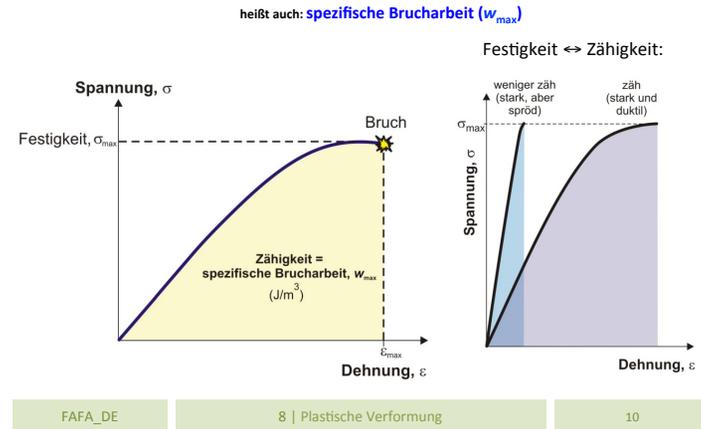
8 | Plastische Verformung

8

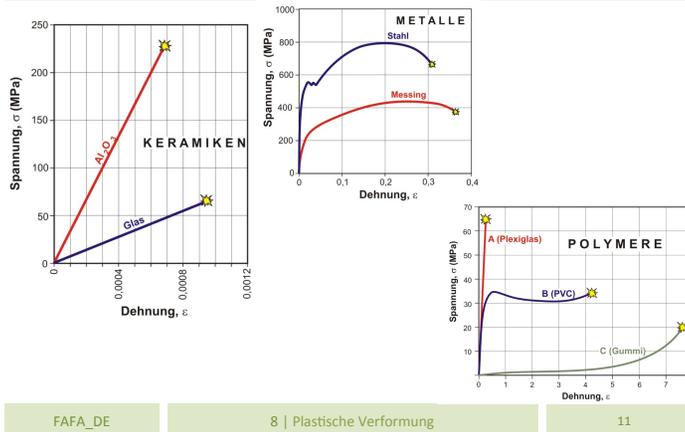
Nennspannung und wahre Spannung



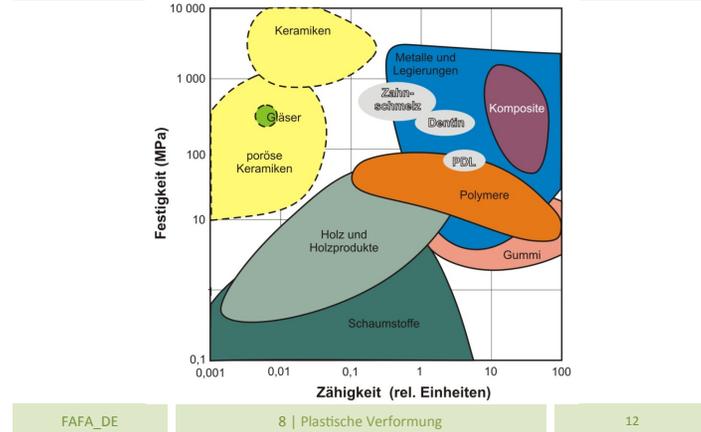
Zähigkeit



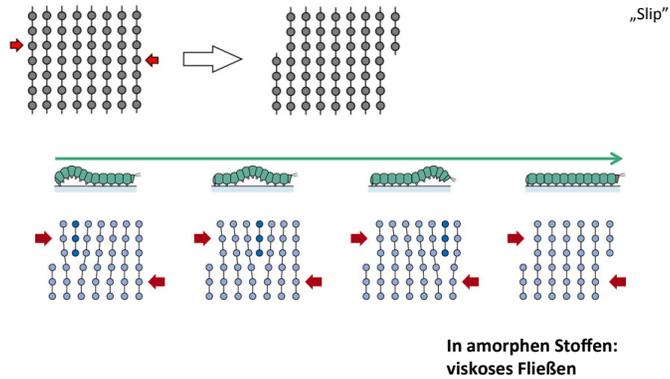
Zähigkeit: Beispiele



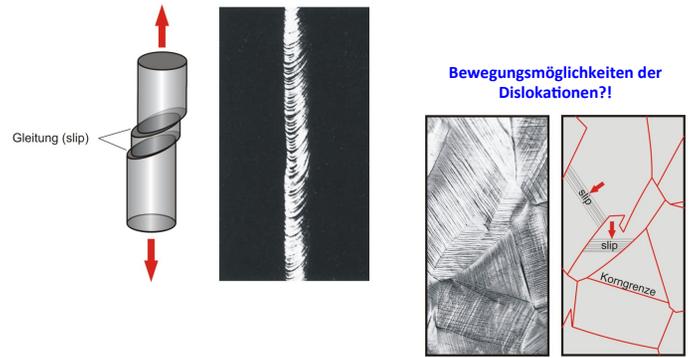
Festigkeit und Zähigkeit



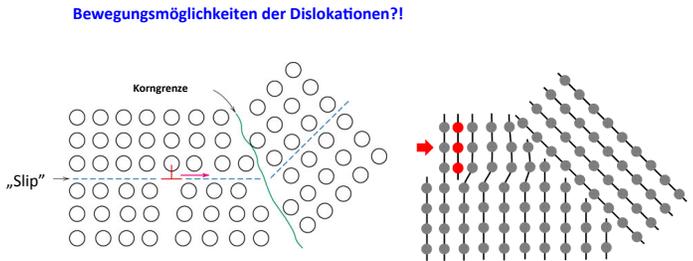
Mikroskopischer Mechanismus der plastischen Verformung in Kristallen



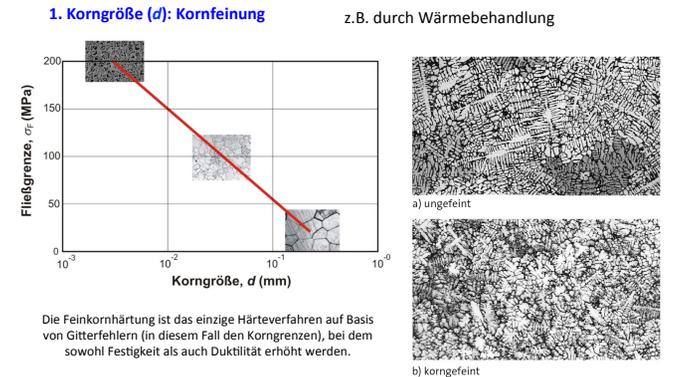
Mikroskopischer Mechanismus der plastischen Verformung in Kristallen



Mikroskopischer Mechanismus der plastischen Verformung in Kristallen

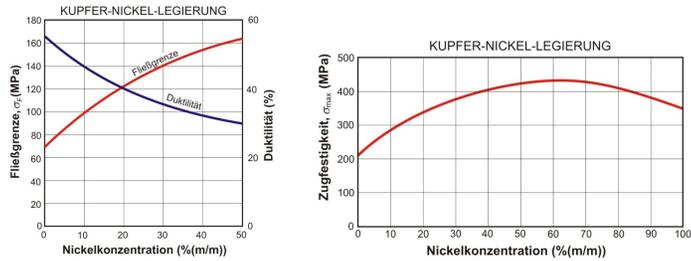


Beeinflussung der plastischen Eigenschaften und der Festigkeit von Metallen



Beeinflussung der plastischen Eigenschaften und der Festigkeit von Metallen

2. Legierung z.B.: Cu-Ni



FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

17

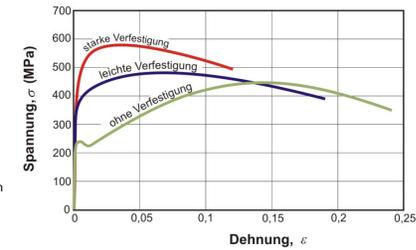
Beeinflussung der plastischen Eigenschaften und der Festigkeit von Metallen

3. Verformungsverfestigung (Kaltverfestigung):



wenn Metalle plastisch verformt (Kaltumformung) werden, ihre Festigkeit (Zugfestigkeit) und Härte in unterschiedlichem Maße zunimmt.

Die Größen der plastischen Verformung (ϵ_p , ϵ_m , $\sigma_{0.2}$, w_m), bzw. die Härte sind **sehr empfindlich** gegen Defekte.



Ähnlicherweise: Sprödigkeit der Keramiken

FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

18

Härte

Mohs-Skala:

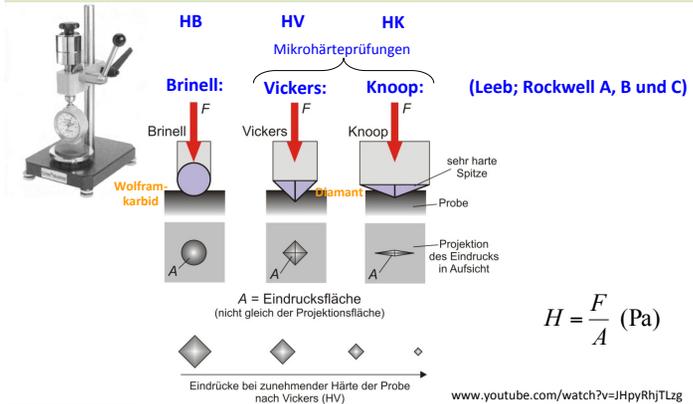


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

19

Härteprüfungen

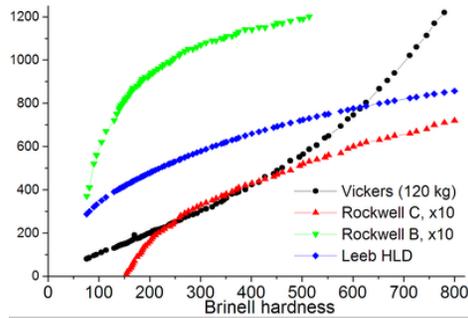


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

20

Härteskalen

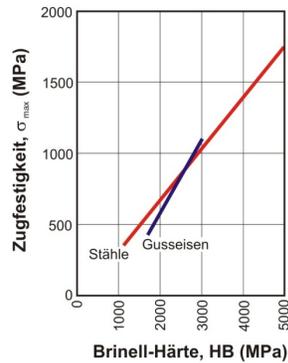


Einige Härtewerte

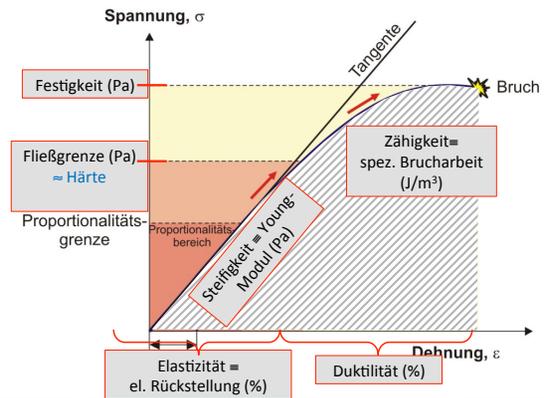
Material	HV (MPa)	HK (MPa)
Zahnschmelz	≈ 3400	3400-4000
Dentin	≈ 600	≈ 700
Amalgam	≈ 1000	
Gold		60-70
Gold-legierungen	600-250	≈ 2000
Pd-Ag-Legierungen	1400-1900	
Co-Cr-Legierungen	≈ 4000	3000-4500
Ni-Cr-Legierungen	3000-4000	2000-3500
Glas		≈ 5000
Porzellan	4500-7000	≈ 6000
Akrylat	≈ 200	≈ 200

Zusammenhang der Härte mit anderen Größen

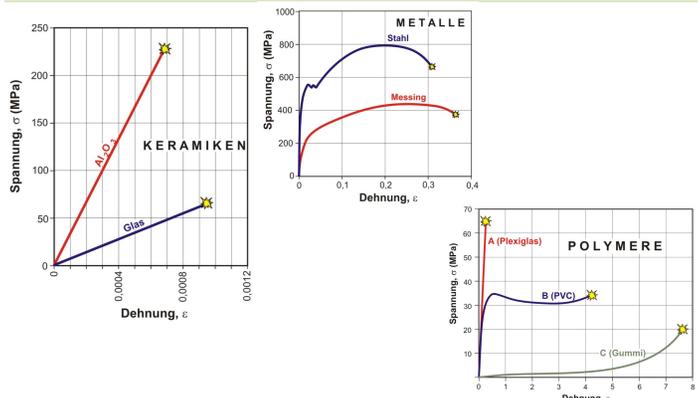
- Elastizitätsgrenze
- Festigkeit



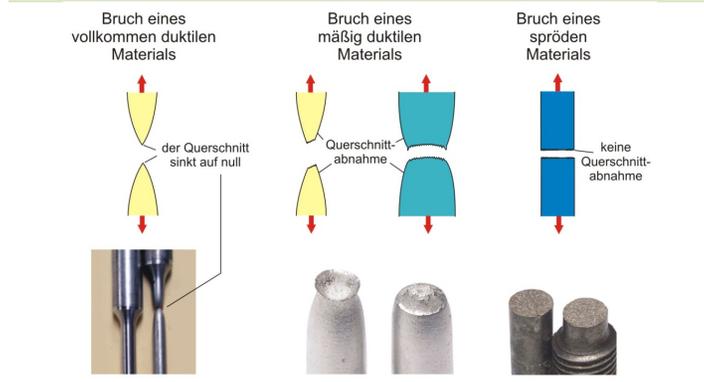
Überblick über die wichtigsten mechanischen Eigenschaften



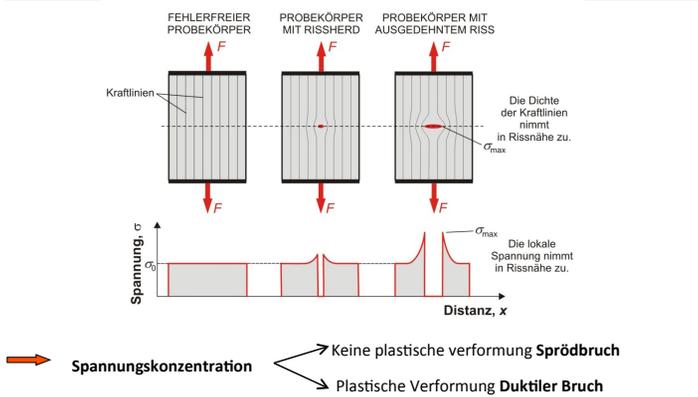
Beispiele



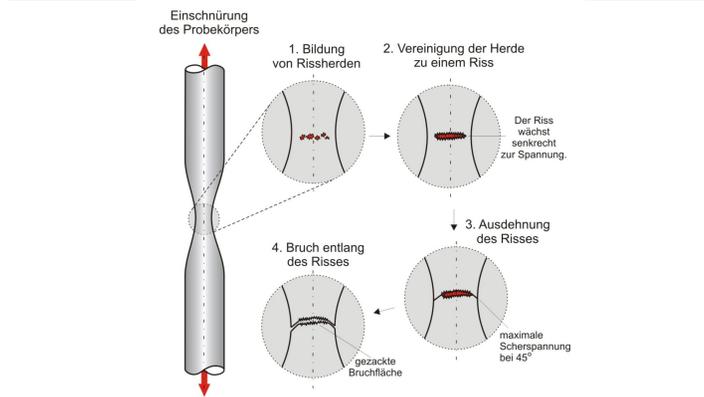
Bruch: Typen



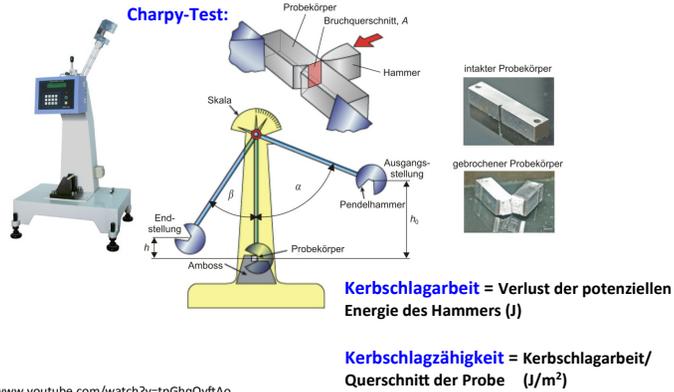
Bruch: Mechanismus



Bruch: Phasen eines Zähbruchs



Kerbschlagversuch

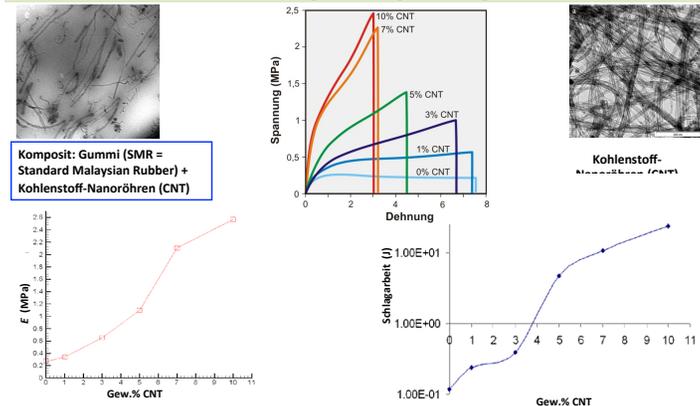


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

29

Verbundwerkstoffen: Ein Beispiel für die „Kombination von günstigen Eigenschaften“



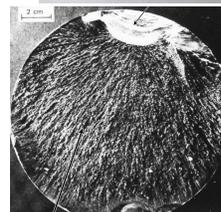
FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

30

Ermüdung

Sich wiederholende Belastungen
 → Strukturänderungen
 → Ermüdungsrisse
 → Ermüdungsbruch



FAFA_DE

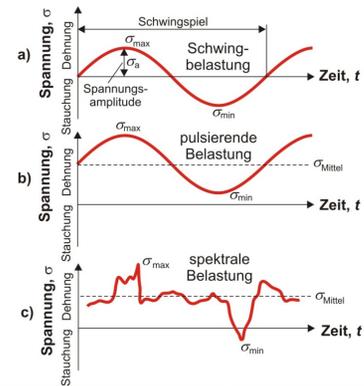
8 | Plastische Verformung

31

Untersuchung der Ermüdung

Wiederholte Beanspruchung bis zum Bruch

Belastungstypen:

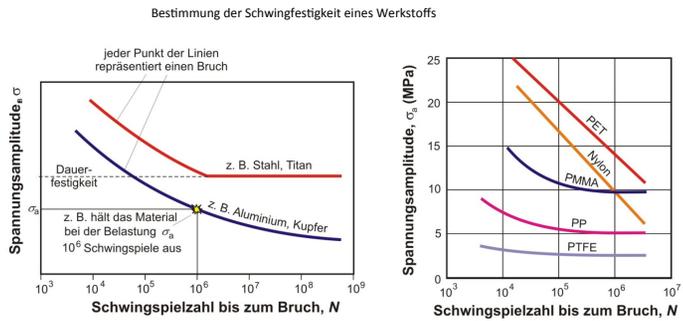


FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

32

Schwingfestigkeit: Wöhlerlinie



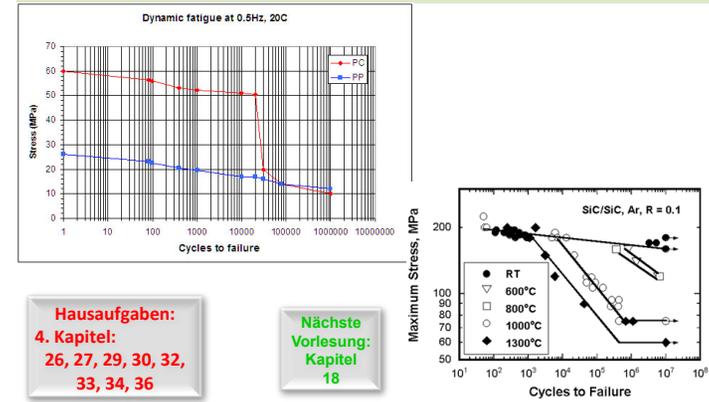
www.youtube.com/watch?v=kLDDASHsRLg

FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

33

Schwingfestigkeit



Hausaufgaben:
4. Kapitel:
26, 27, 29, 30, 32,
33, 34, 36

Nächste
Vorlesung:
Kapitel
18

FAFA_DE

8 | Plastische Verformung

34