

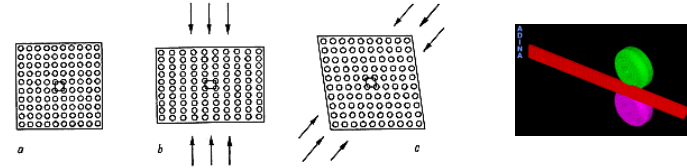


## Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde 8.

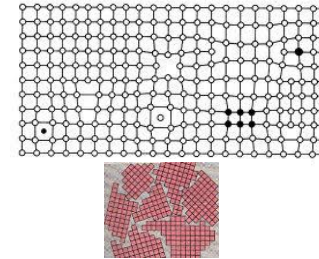
Mechanische Eigenschaften 2.

1

## Elastische Verformung auf dem atomaren Niveau



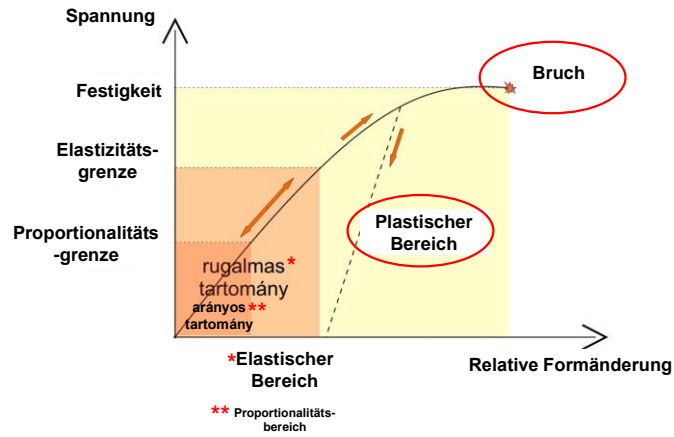
Auswirkung der Gitterdefekte, Korngröße?



Die elastischen Eigenschaften  
( $E$ ,  $\mu$ ,  $\epsilon_0$ ,  $\sigma_0$ ,  $w_0$ )  
sind nicht empfindlich gegen  
Gitterdefekte.

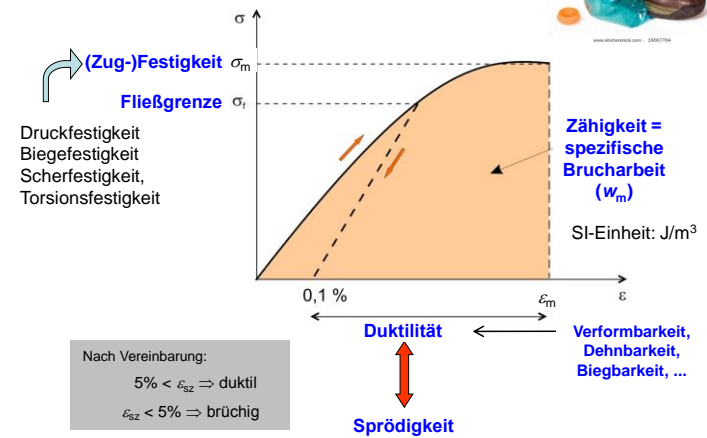
2

## Belastungsdiagramm



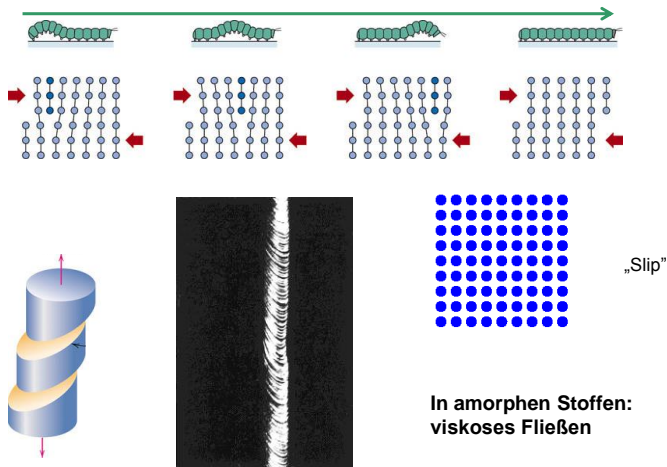
3

## Plastische Verformung



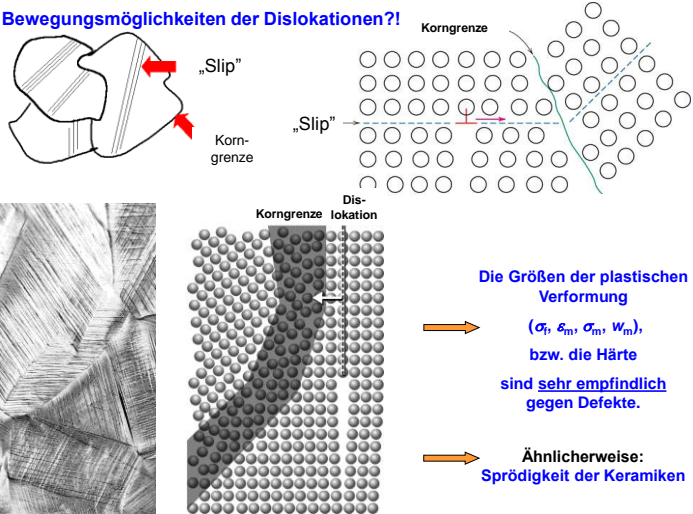
4

Mechanismus der plastischen Verformung in Kristallen:



5

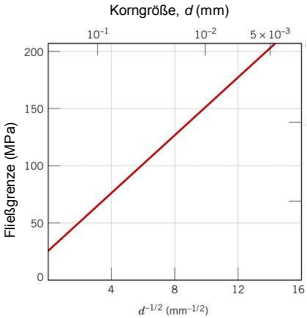
Bewegungsmöglichkeiten der Dislokationen?!



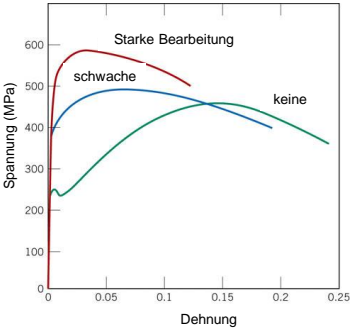
6

Beeinflussung der plastischen Eigenschaften und der Festigkeit von Metallen

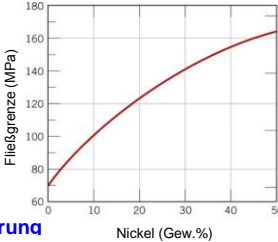
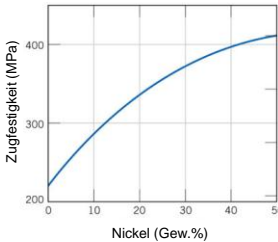
Kornfeinung ( $d$ ):



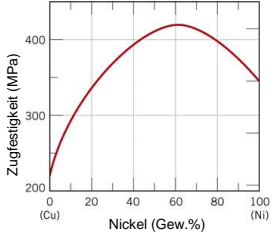
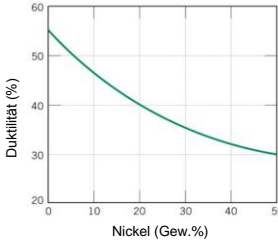
Verformungsverfestigung (Kaltverfestigung):



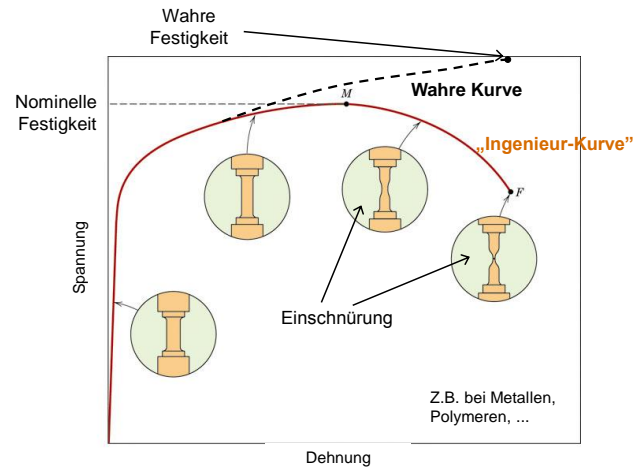
7



Legierung  
Z.B.: Cu-Ni

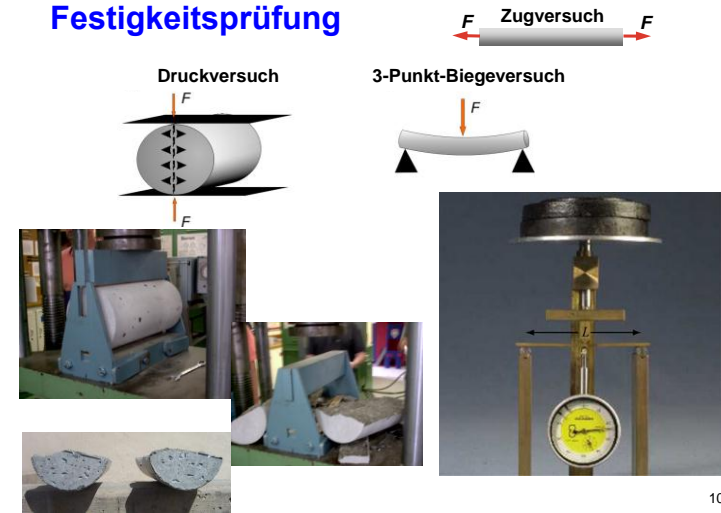


## Nennspannung ↔ wahre Spannung



9

## Festigkeitsprüfung

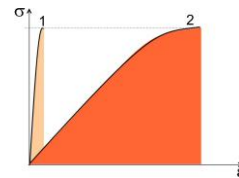


10

## Einige Festigkeitswerten:

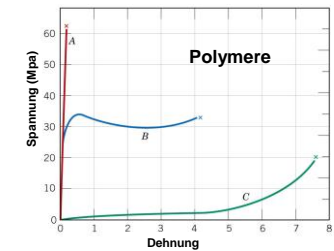
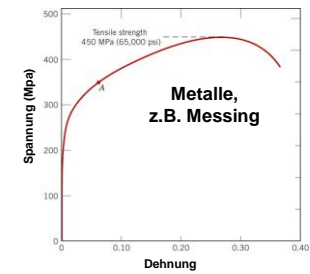
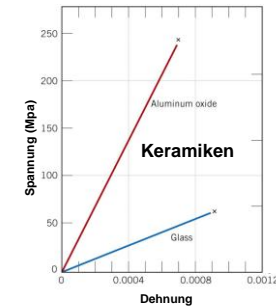
Material	$\sigma_m$ Zug (MPa)	$\sigma_m$ Druck (MPa)
Zahnschmelz	≈ 10	≈ 400
Dentin	≈ 110	≈ 300
Amalgam	30-55	200-450
Gold	108	
Goldlegierungen	300-900	
Pd-Ag-Legierungen	400-700	
Co-Cr-Legierungen	600-800	
Ni-Cr-Legierungen	400-900	
Glas	≈ 70	≈ 700
Keramiken	5-400	20-5000
Porzellan	≈ 25	≈ 300
PMMA (Polymethylmethacrylat)	≈ 50	≈ 80

## Festigkeit ↔ Zähigkeit:

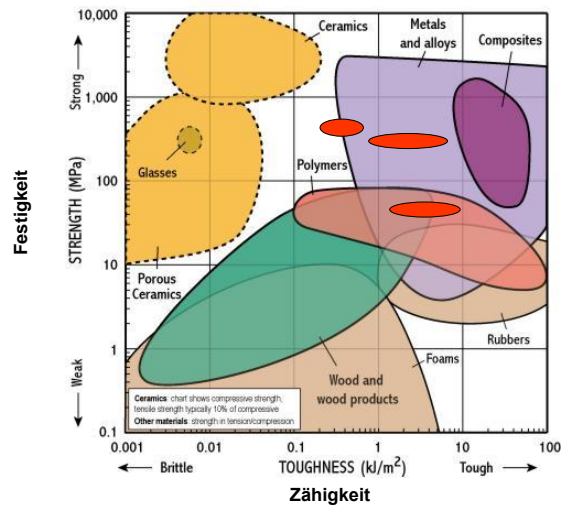


11

## Beispiele:

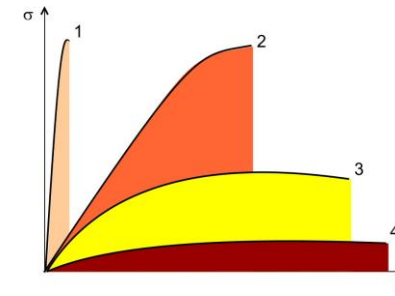


2



13

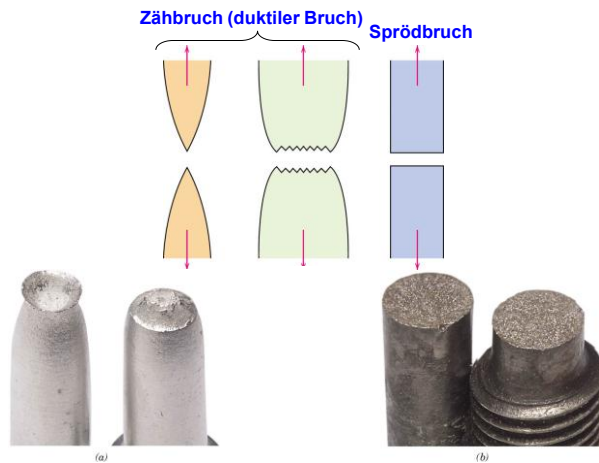
## Übersicht



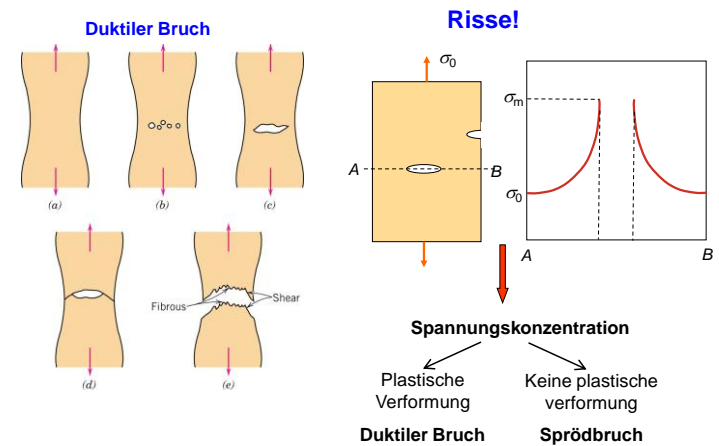
- 1) steif, stark, spröde, brüchig
- 2) elastisch, stark, zähig
- 3) plastisch, mittelstark, zähig
- 4) plastisch, schwach

14

## Bruch



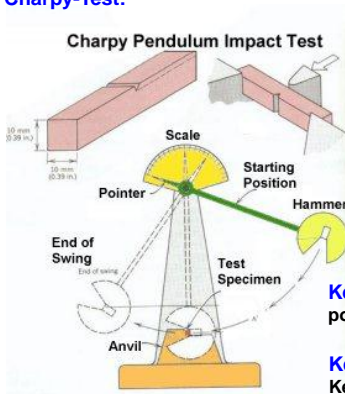
15



16

## Kerbschlagversuch

Charpy-Test:



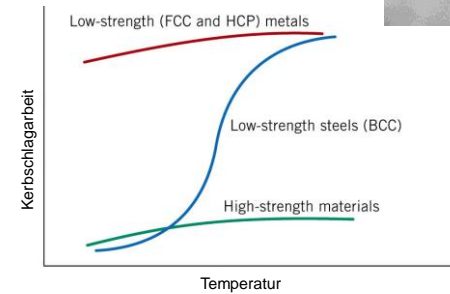
**Kerbschlagarbeit** = Verlust der potenziellen Energie des Hammers (J)

**Kerbschlagzähigkeit** = Kerbschlagarbeit/Querschnitt der Probe ( $\text{J/m}^2$ )



17

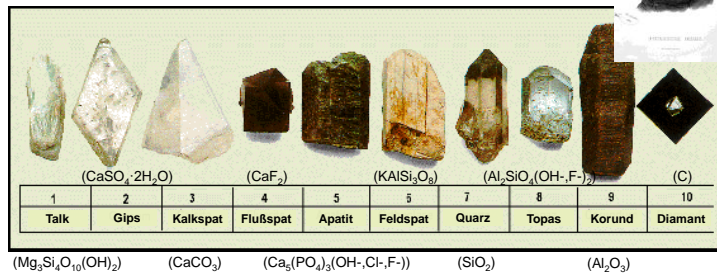
**Sprödbbruch ← Duktilbruch**



18

## Härte

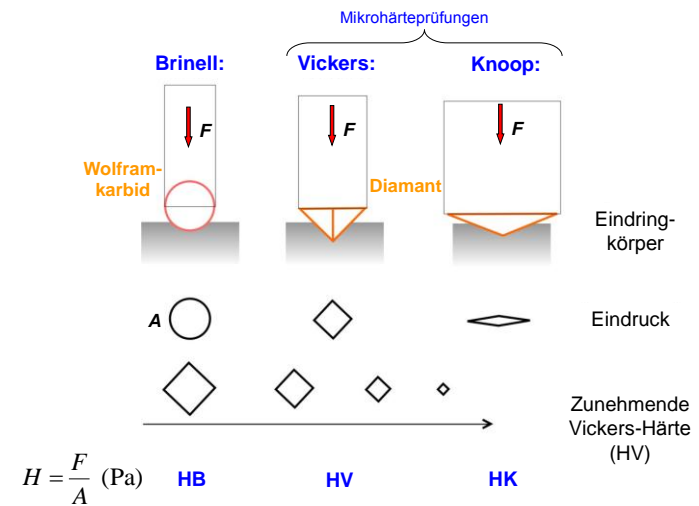
Mohs-Skala:



Härteprüfungen:

- Rockwell
- Brinell
- Vickers
- Knoop
- Barcol
- Shore

19

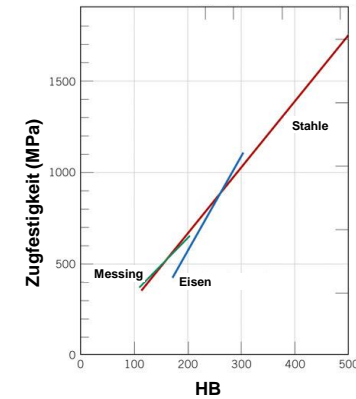


20



21

## Zusammenhang der Härte mit anderen Größen:



Härte  
↕  
Elastizitätsgrenze  
Festigkeit

22

## Einige Härtewerte:

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

## Englische Fachwörter:

Steifigkeit	stiffness, rigidity
Elastizität	elasticity, flexibility
Spezifische elastische Verformungsarbeit	resilience
Festigkeit	strength
Duktilität	ductility
Brüchigkeit	brittleness
Zähigkeit	toughness
Kerbschlagarbeit	impact energy (notch toughness)
Härte	hardness

23

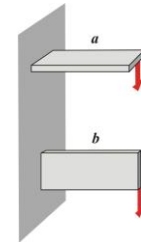
## Hausaufgaben

1. Ein PMMA-Stab des rechteckigen Querschnitts (Länge: 15 cm, Seitenlängen des Querschnitts: 2 mm, bzw. 20 mm) wird an einem Ende mit einem Gewicht von 0,1 kg belastet. (Das andere Ende ist fest.) Der Elastizitätsmodul von PMMA beträgt 3 GPa. Wie groß ist die Biegung

- a) bei einer Belastung nach Bild „a“? (2,76 cm)  
b) bei einer Belastung nach Bild „b“? (0,276 mm)

2. Wie groß ist die Biegesteifigkeit des PMMA-Stabes in der vorigen Aufgabe in den zwei Fällen?

- a) (35,5 N/m)  
b) (3550 N/m)



3. Ein Gummiseil der Länge 30 cm und des Querschnitts 1,5 cm<sup>2</sup> wird bis zur Elastizitätsgrenze ( $\sigma_e = 7 \text{ MPa}$ ,  $\epsilon_e = 1$ ) gedehnt. (Das Spannungs-Dehnungs-Diagramm soll als geradlinig genommen werden.)

- a) Was ist die spezifische elastische Verformungsarbeit? ( $3,5 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3$ )  
b) Was ist die bei der Dehnung des Seiles verbrauchte Arbeit? (158 J)

24