

Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde 9.

Mechanische Eigenschaften 3.

1

Viskoelastizität

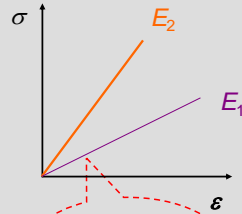


2

Zur Erinnerung:

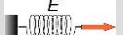
Ideal elastisches Verhalten

- Tritt prompt auf
- Kraft ist notwendig zum Aufrechterhalten des Deformationszustandes



Hooke'sches-Gesetz:
 $\sigma = E \varepsilon$
 $\sigma_{\text{Scher}} = G \gamma$

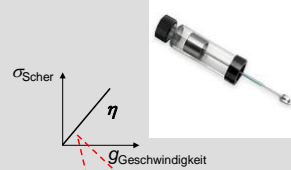
Hooke-Körper



Ideal elastischer Körper

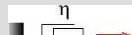
Ideal viskoses Verhalten

- Entwickelt sich allmählich
- Kraft ist notwendig nur zur Deformation



Newtonsches-Gesetz:
 $\sigma_{\text{Scher}} = \eta \dot{\gamma}$

Newton-Körper



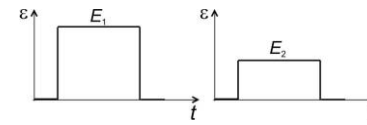
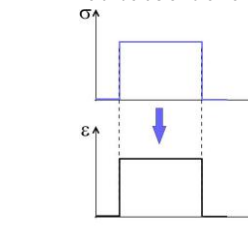
Ideal viskoser Körper

3

Ideal elastischer Körper

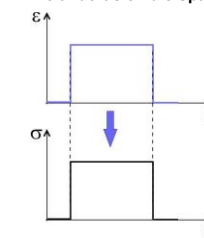
Äußere Spannung (Kraft), wie folgt, gegeben.

Wie ändert sich die Dehnung?



Dehnung (Formänderung), wie folgt, gegeben.

Wie ändert sich die Spannung?



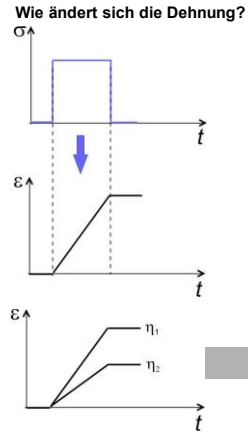
Keine
Spannungsrelaxation!



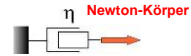
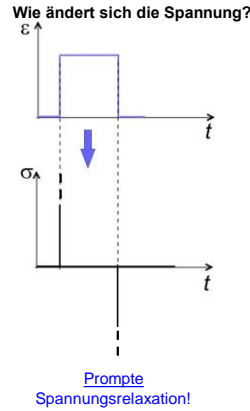
4

Ideal viskoser Körper

Äußere Spannung (Kraft), wie folgt, gegeben.



Dehnung (Formänderung), wie folgt, gegeben.

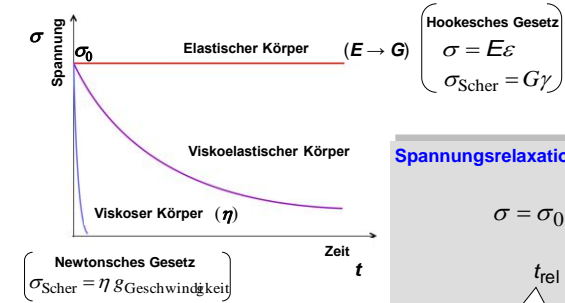


5

Viskoelastizität



Nach einer prompten Deformation:



Spannungsrelaxation:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{t}{t_{\text{rel}}}}$$

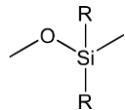
$$t_{\text{rel}} = \frac{\eta}{G}$$

Relaxationszeit

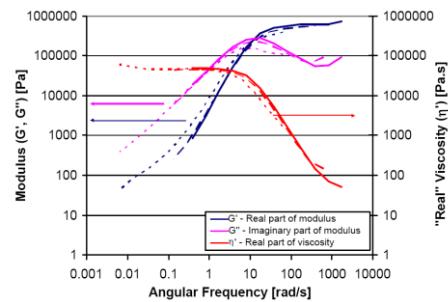
6

Z.B. silly putty

Polydimethylsiloxan



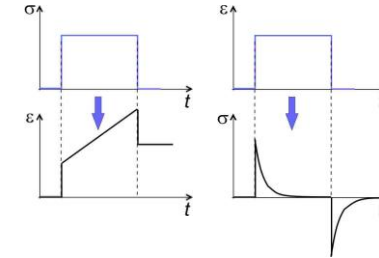
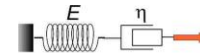
PDMS	65%
Silica	17%
Thixotrol	9%
Boric Acid	4%
Glycerine	1%
Titanium Dioxide	1%
Dimethyl Cyclosiloxane	1%



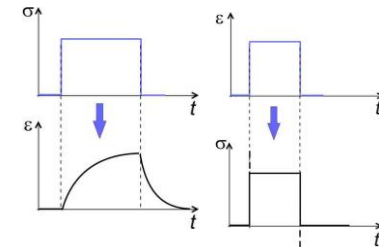
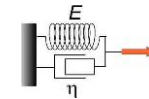
7

Viskoelastische Modelle

Maxwell-Modell

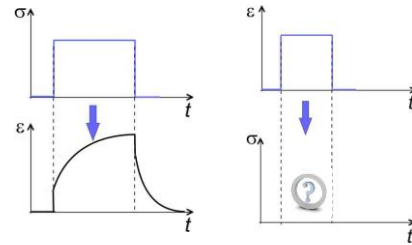
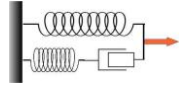


Voigt-Modell (Kelvin-Voigt-Modell)

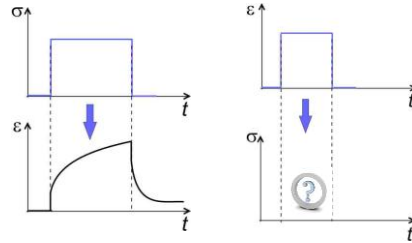
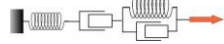


8

Standard Lineares Modell



Burgers-Modell



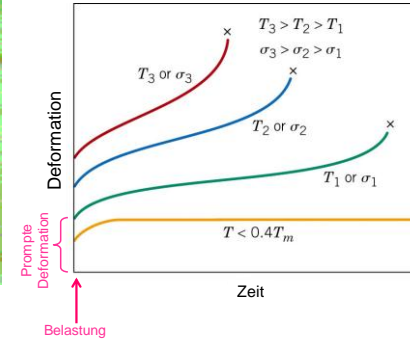
9

Kriechen

Stetige Deformation bei langandauernden konstanten Belastungen.



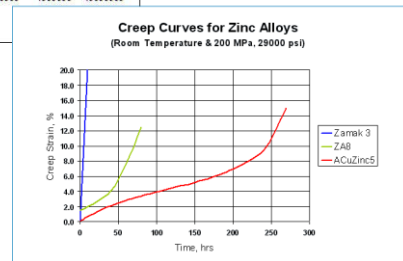
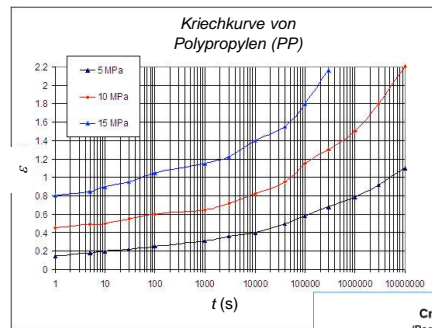
1-10⁷ s !!



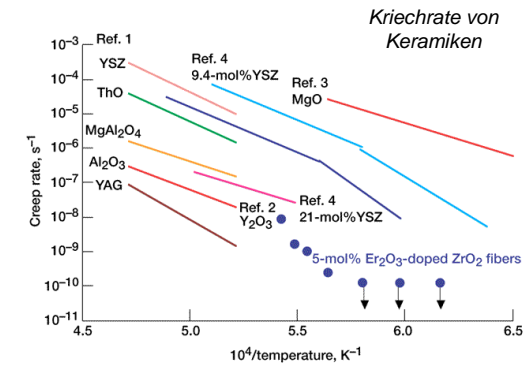
Temperatur!
Z.B. bei Metallen
 $0,4T_o < T$

Modell: ?

10



11



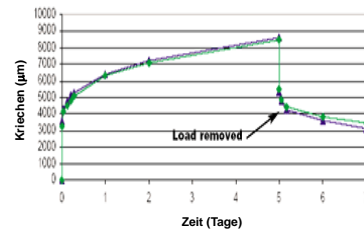
12

Relaxation

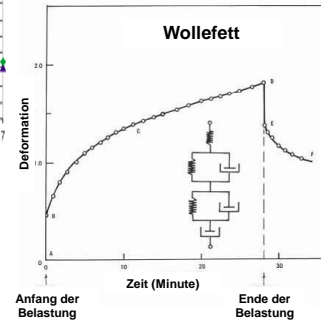
(recovery)

Langsame Formänderung nach Ende der Belastung.

Knochenzement



Wollefett



13

Relaxation

Spannungsabnahme bei konstanter Deformation

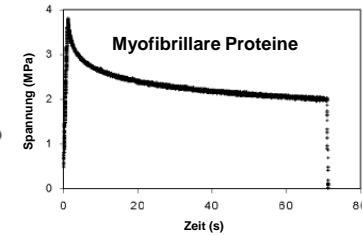
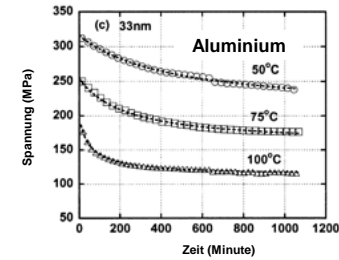
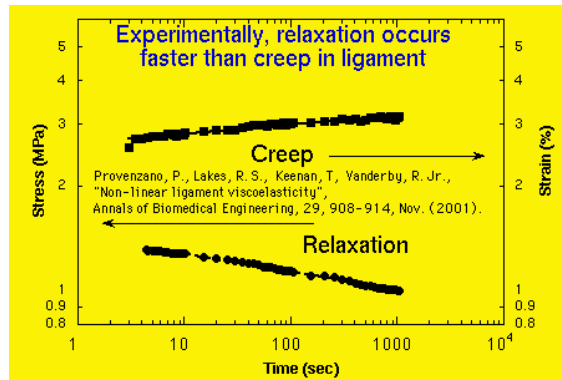


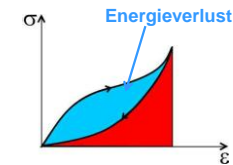
FIGURE 4. Original data of stress vs. time obtained by relaxation tests with films of MPNT.

14

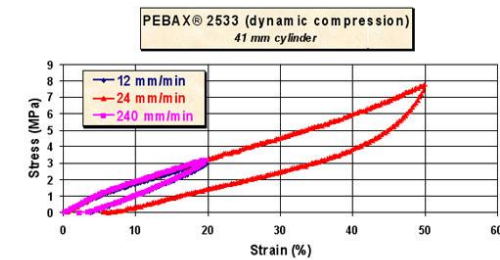


15

Hysteresese



Schockdämpfung



16

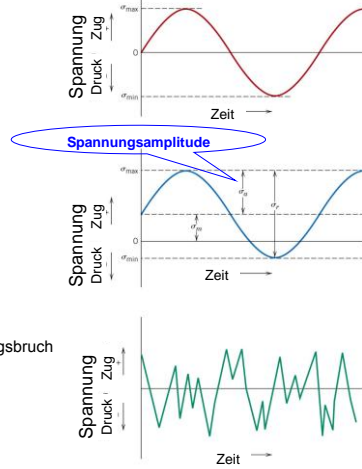
Ermüdung



Sich wiederholende Belastungen
 → Strukturänderungen
 → Ermüdungsrisse
 → Ermüdungsbruch

Belastungstypen:

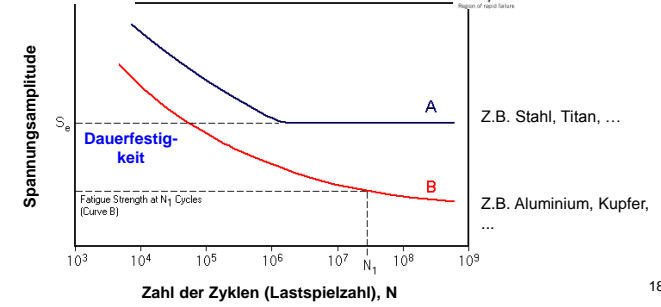
Wöhlerversuch



17

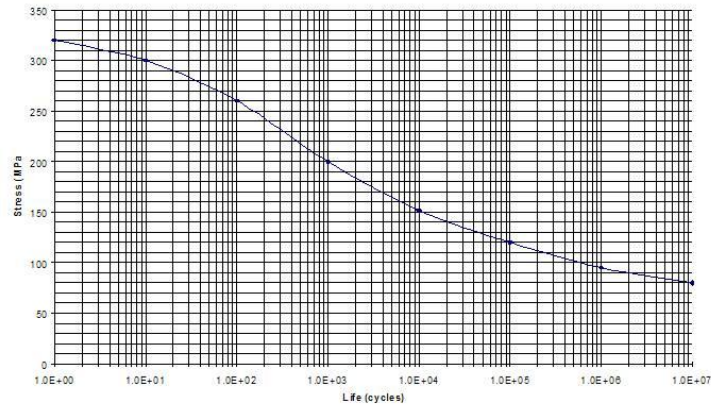


Wöhlerkurve:

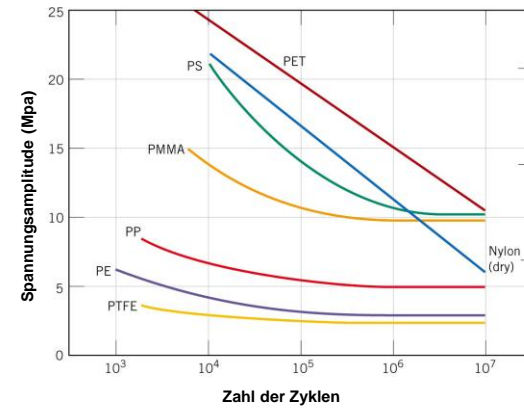


18

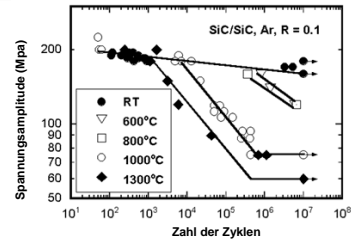
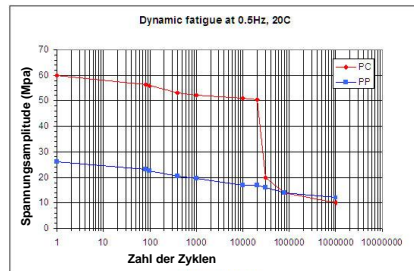
S-N CURVE FOR BRITTLE ALUMINUM WITH A UTS OF 320 MPa



19



20



21

Verschleiß



Härte!

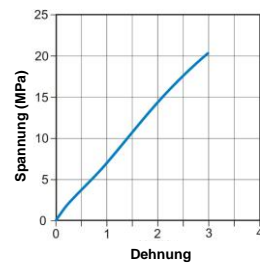
22

Hausaufgaben

- Die Zugfestigkeit einer Co-Cr-Legierung beträgt 700 MPa.
 - Mit welcher Kraft kann man eine Saite des Durchmessers 0,5 mm aus dieser Legierung reißen? (137 N)
 - Wie groß ist die wahre Spannung im Moment des Risses, wenn der wahre Durchmesser in diesem Moment durch die Einschnürung nur 0,42 mm beträgt? (989 MPa)

- Eine Saite kann mit einer Kraft von 672 N gerissen werden. Berechnen Sie die Zugfestigkeit der Saite. Die Querschnittsfläche der Saite beträgt 2,1 mm²? (320 MPa)

- Das Spannungs-Dehnungs-Diagramm eines Gummiseiles (Ursprüngliche Länge: 20 cm, ursprünglicher Querschnitt: 8 mm²) ist in der Abbildung bis zum Riß zu sehen. Bestimmen Sie:
 - die Zugfestigkeit, (20,5 MPa)
 - die Dehnung beim Riß, (3)
 - die Länge beim Riß, (80 cm)
 - die Duktilität, wenn die zwei Teile nach dem Riß 9,3, bzw. 11,8 cm lang sind, (5,5%)
 - die Zähigkeit, (3,08 · 10⁵ J/m³)
 - die Arbeit, die zum Riß des Seiles verbraucht wurde. (49,2 J)



23