

Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde 9.

Mechanische Eigenschaften 3.

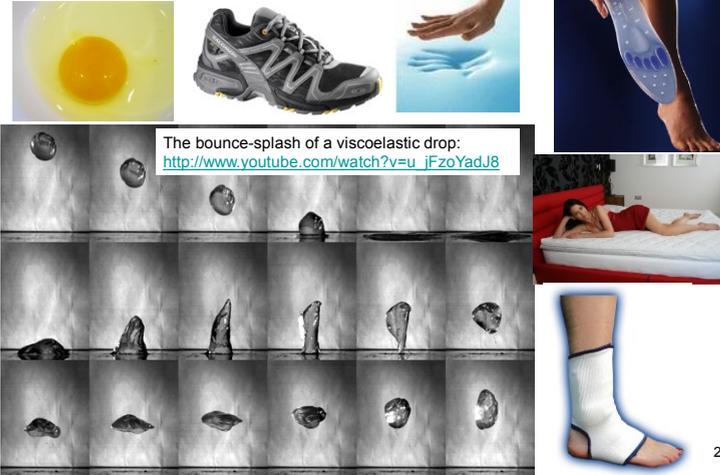
Schwerpunkte:

- ❖ Definition der Viskoelastizität
- ❖ Beschreibung des viskoelastischen Verhaltens, Modelle
- ❖ Viskoelastische Erscheinungen - Beispiele

Kapitel des Lehrbuches:
18

1

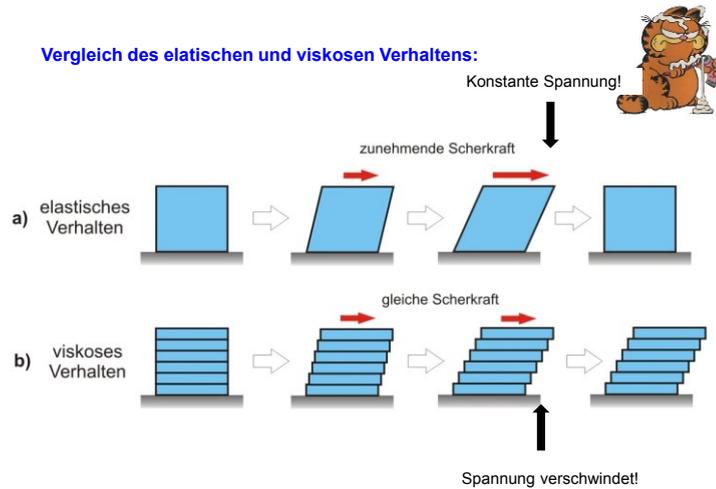
Viskoelastizität



The bounce-splash of a viscoelastic drop:
http://www.youtube.com/watch?v=u_jFzoYadJ8

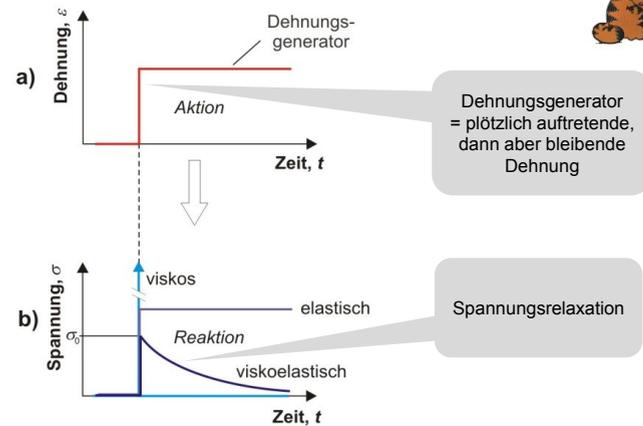
2

Vergleich des elastischen und viskosen Verhaltens:



3

Viskoelastizität



4

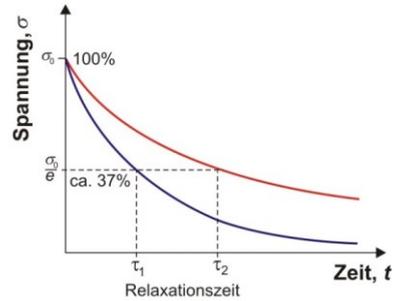
Spannungsrelaxation:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = \frac{\eta}{G}$$

Relaxationszeit

$$\left(\begin{aligned} G &= \frac{E}{2(1+\mu)} \\ G &\approx E \end{aligned} \right)$$

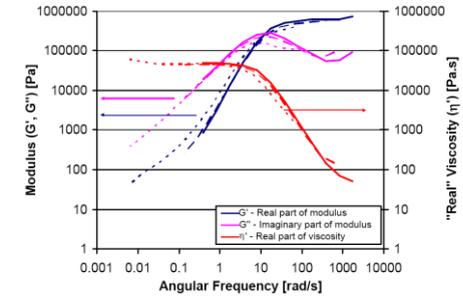


5

Beispiel: intelligente Knete

Polydimethylsiloxan

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

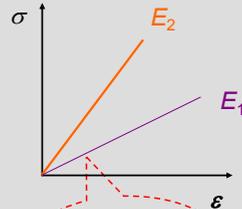


6

Zur Erinnerung:

Ideal elastisches Verhalten

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



Hookesches Gesetz:
 $\sigma = E \epsilon$

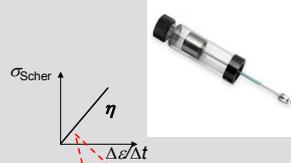
Hookescher Körper



Ideal elastischer Körper

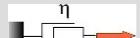
Ideal viskoses Verhalten

- Entwickelt sich allmählich
- Kraft ist notwendig nur zur Deformation



Newtonsches Gesetz:
 $\sigma = \eta \frac{\Delta \epsilon}{\Delta t}$

Newtonscher Körper



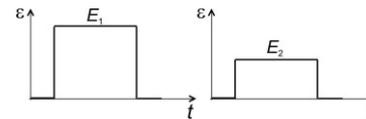
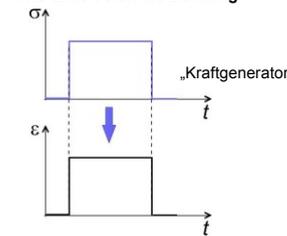
Ideal viskoser Körper

7

Ideal elastischer Körper

Äußere Spannung (Kraft), wie folgt, gegeben.

Wie ändert sich die Dehnung?

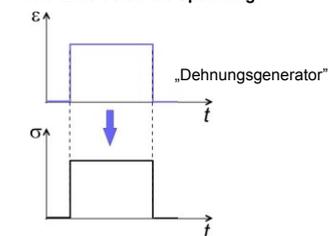


Hookescher Körper



Dehnung (Formänderung), wie folgt, gegeben.

Wie ändert sich die Spannung?



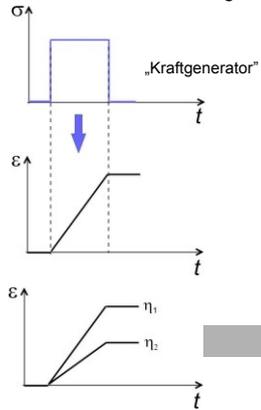
Keine Spannungsrelaxation!

8

Ideal viskoser Körper

Äußere Spannung (Kraft), wie folgt, gegeben.

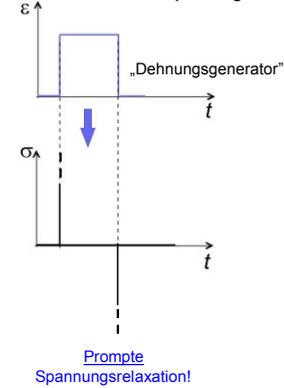
Wie ändert sich die Dehnung?



Newton'scher Körper

Dehnung (Formänderung), wie folgt, gegeben.

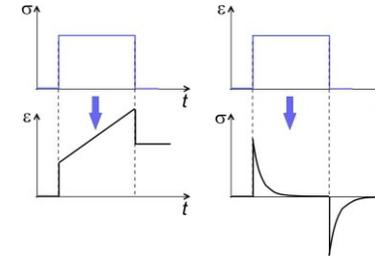
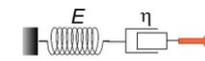
Wie ändert sich die Spannung?



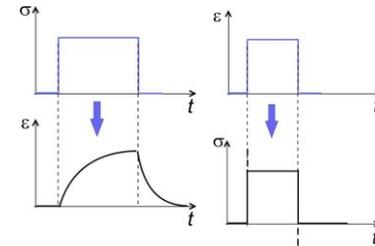
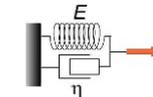
9

Viskoelastische Modelle

Maxwell-Modell

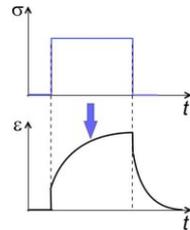
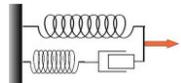


Voigt-Modell (Kelvin-Voigt-Modell)

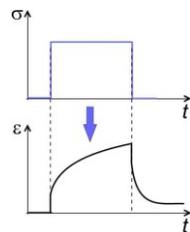
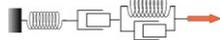


10

Standard Lineares Modell



Burgers-Modell

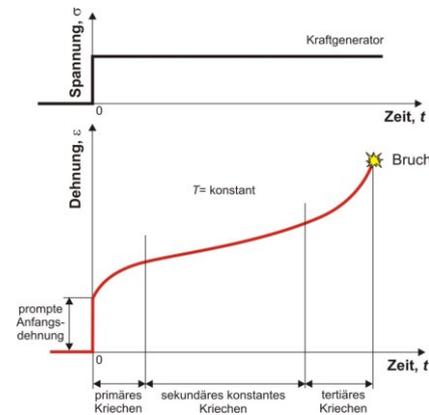


11

Viskoelastische Erscheinungen

Kriechen

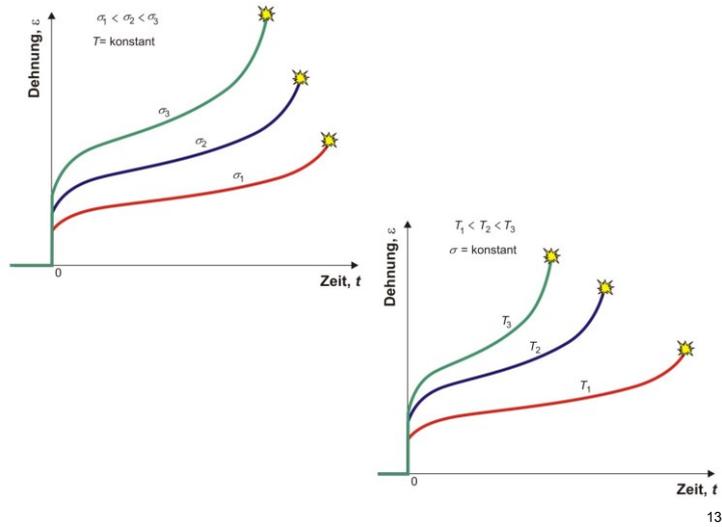
Stetige Deformation bei langandauernden konstanten Belastungen.



1-10⁷ s !!

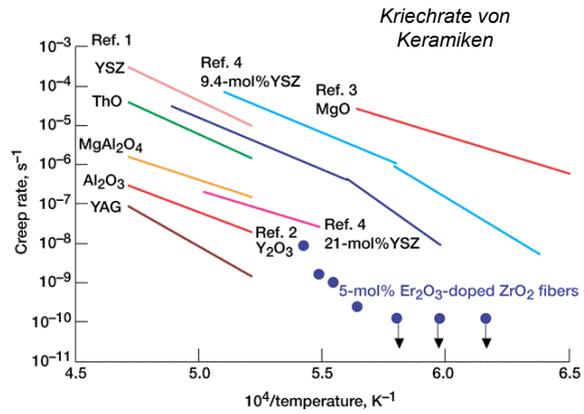
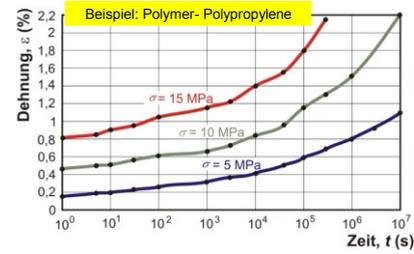
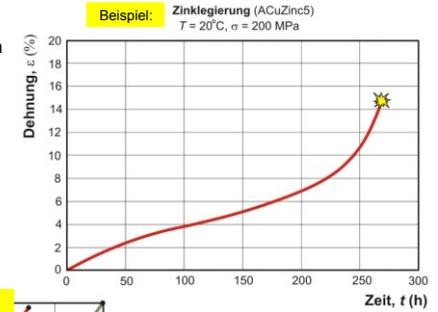
Modell: ? — Maxwell
— Burgers

12



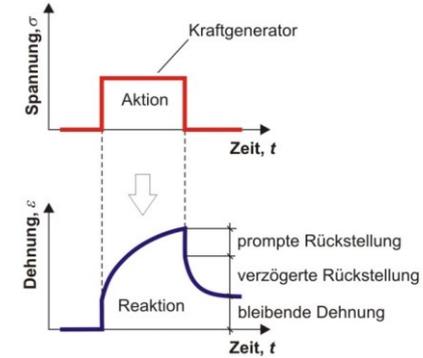
Temperatur!

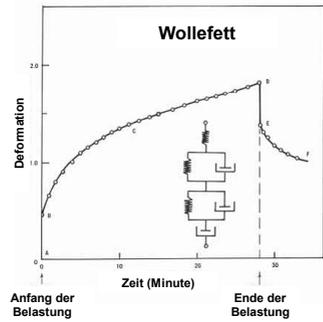
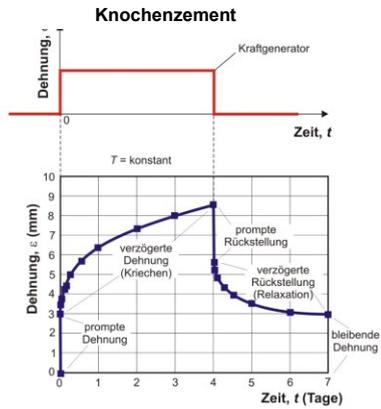
Z.B. bei Metallen ist das Kriechen bei $0,4T_0 < T$ signifikant



Relaxation

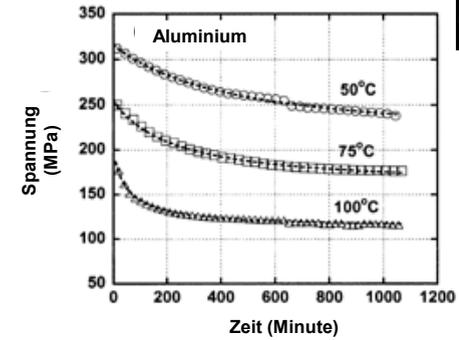
Verformungsrelaxation (recovery) Langsame Formänderung (Rückstellung) nach Ende der Belastung.





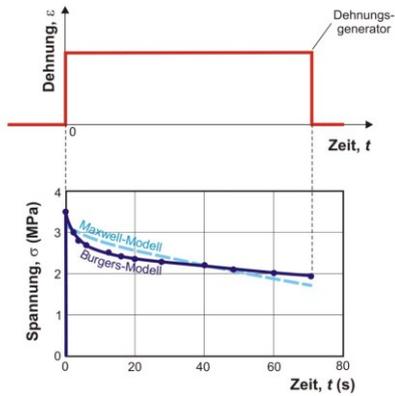
17

Spannungsrelaxation Spannungsabnahme bei konstanter Deformation

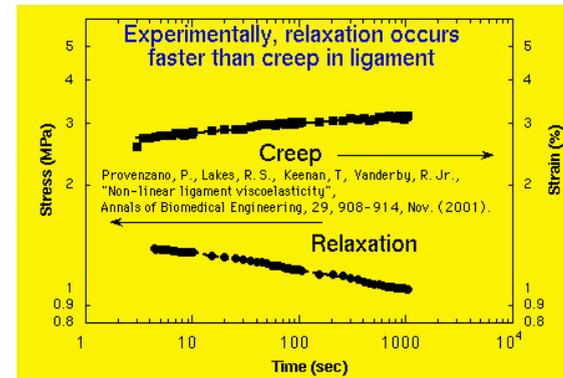


18

Film aus myofibrillären Proteinen:

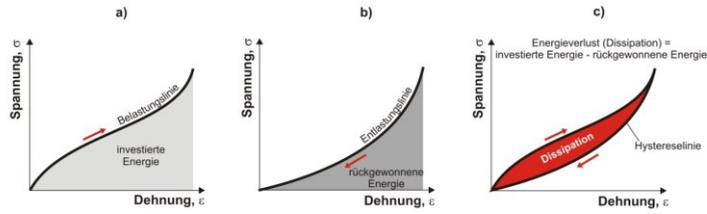


19



20

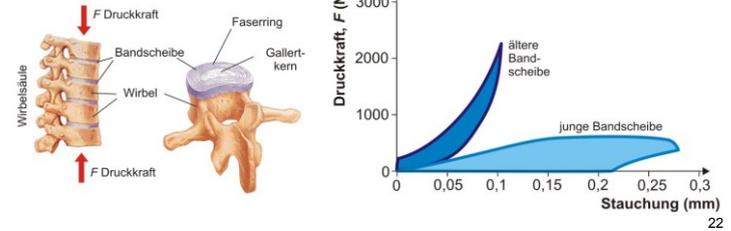
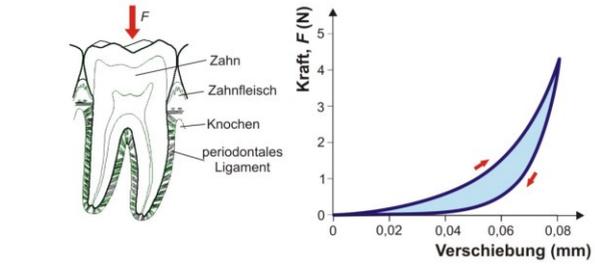
Hysterese



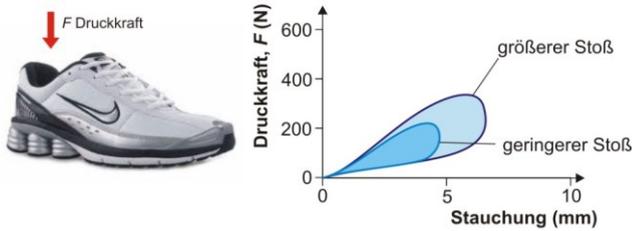
→ Schockdämpfung



21



22



Nächste
Vorlesung:
Kapitel
19

23