

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

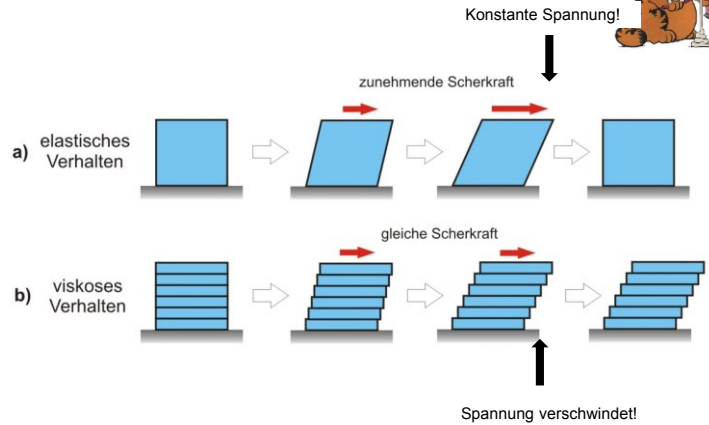
1

Viskoelastizität



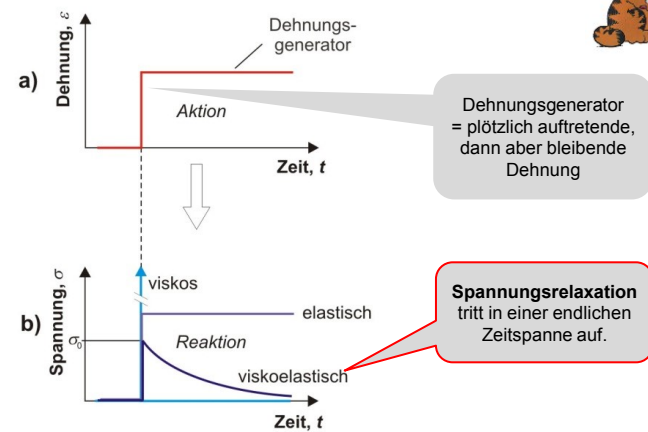
2

Vergleich des elastischen und viskosen Verhaltens:



3

Definition der Viskoelastizität



4

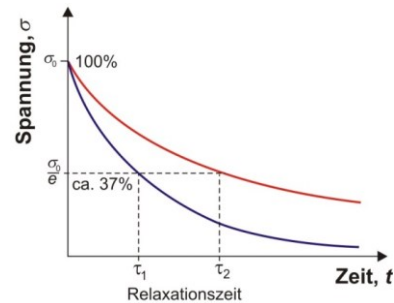
Spannungsrelaxation:

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

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

Relaxationszeit

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



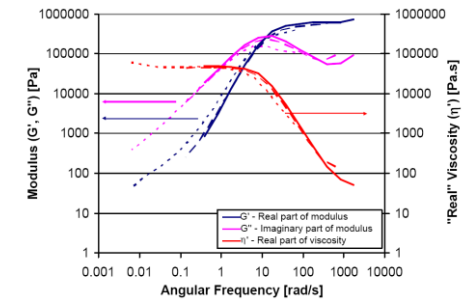
5

Beispiel: intelligente Knete

Polydimethylsiloxan



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

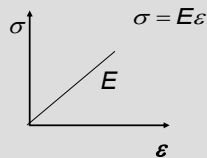


6

Modelle

Idealer elastischer Körper

- Der Körper ist in einem breiten Bereich elastisch und gilt das **hookesche Gesetz** für ihn:

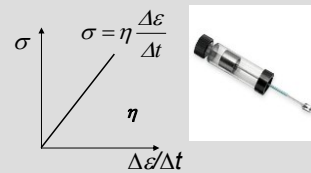


- Kraft ist notwendig zum Aufrechterhalten des Deformationszustandes
- Die Deformation tritt prompt auf.

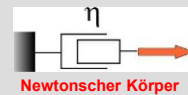


Idealer viskoser Körper

- Der Körper ist in einem breiten Bereich viskos und gilt das **newtonsche Reibungsgesetz** für ihn:



- Kraft ist notwendig nur zur Deformation
- Zur Deformation ist Zeit nötig.



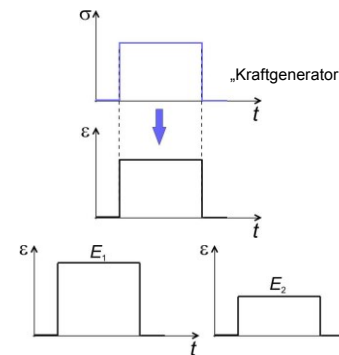
7

Ideal elastischer Körper

Test mit dem Kraftgenerator :

Äußere Spannung (Kraft), wie folgt, gegeben.

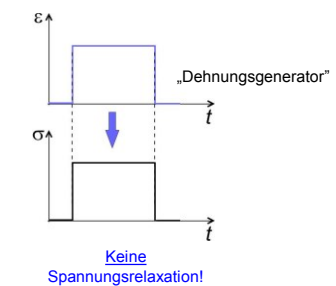
Wie ändert sich die Dehnung?



Test mit dem Dehnungsgenerator:

Dehnung (Formänderung), wie folgt, gegeben.

Wie ändert sich die Spannung?

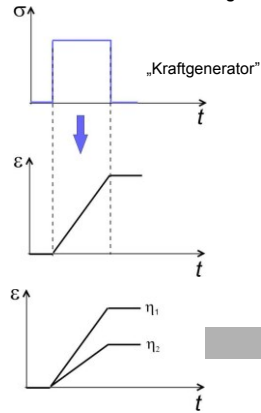


8

Ideal viskoser Körper

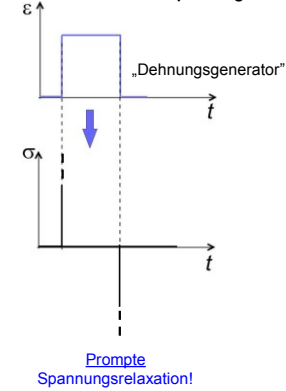
Äußere Spannung (Kraft), wie folgt, gegeben.

Wie ändert sich die Dehnung?



Newton'scher Körper
Dehnung (Formänderung), wie folgt, gegeben.

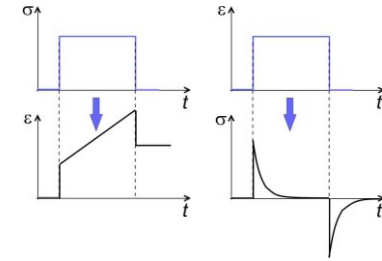
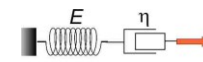
Wie ändert sich die Spannung?



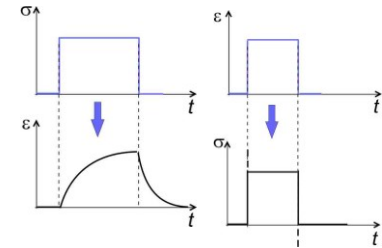
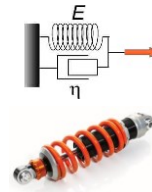
9

Viskoelastische Modelle

Maxwell-Modell

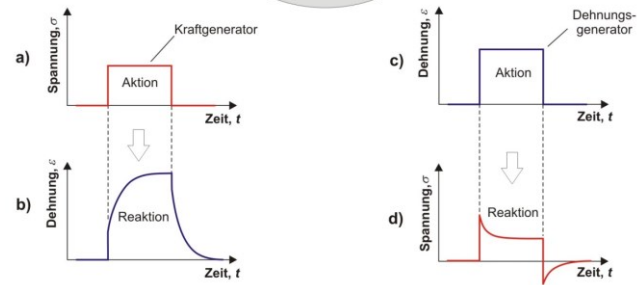
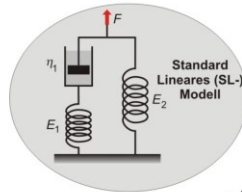


Voigt-Modell (Kelvin-Voigt-Modell)



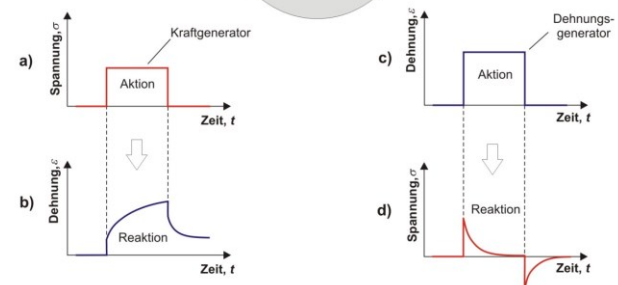
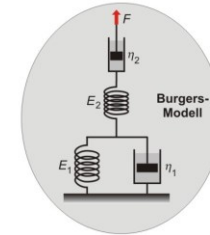
10

Standard Lineares Modell



11

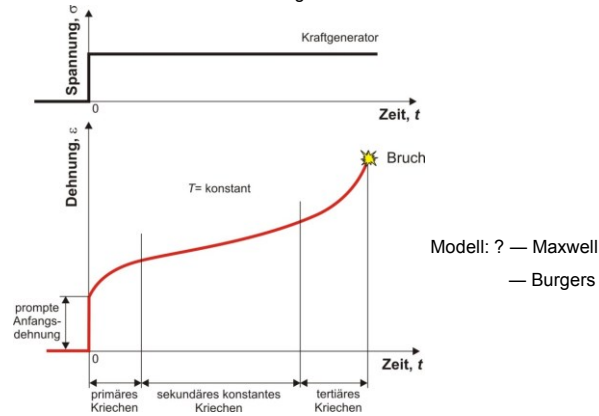
Burgers-Modell



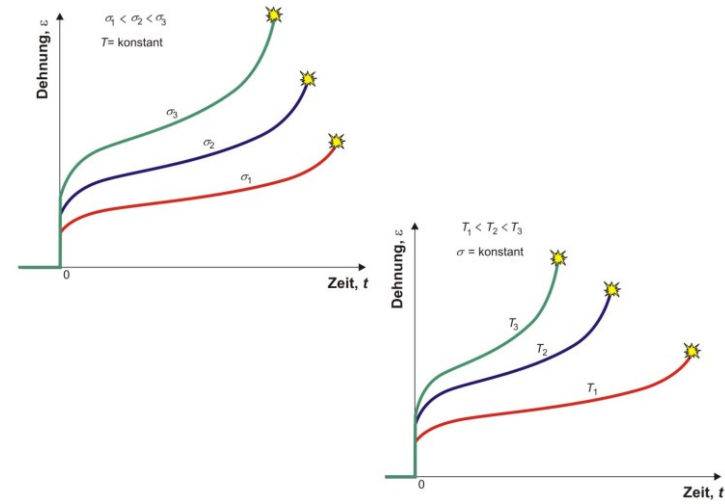
12

Viskoelastische Erscheinungen

1. Kriechen Stetige Deformation bei langandauernden konstanten Belastungen.



13

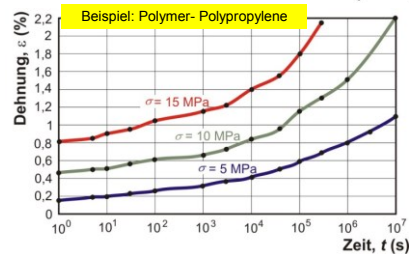
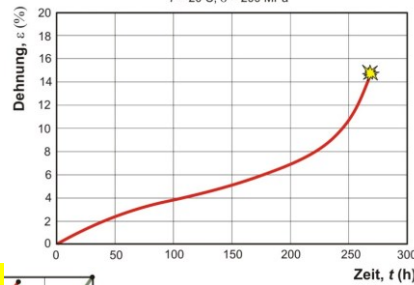


14

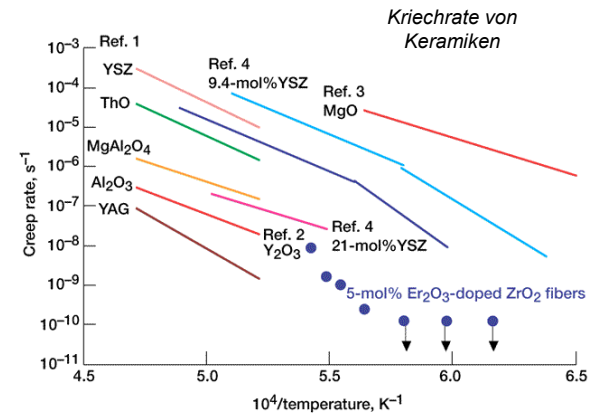
Temperatur!

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

Beispiel: Zinklegierung (ACuZinc5)
 $T = 20^\circ\text{C}$, $\sigma = 200\text{ MPa}$



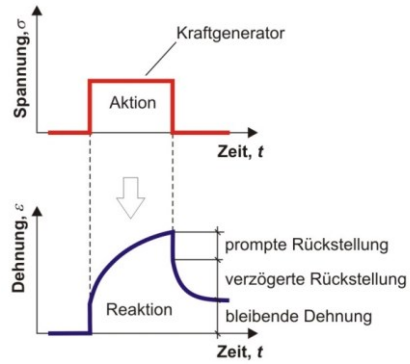
15



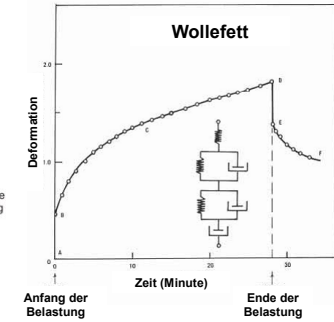
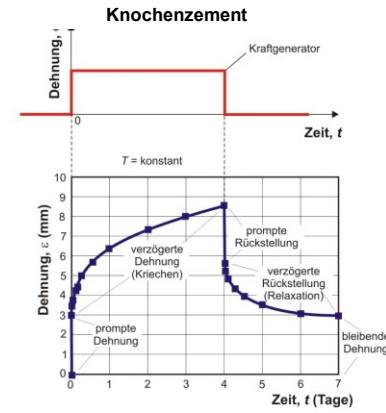
16

2. Relaxation

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

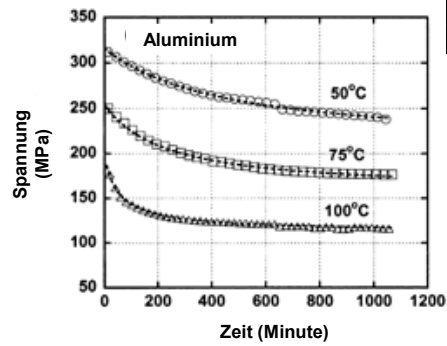


17



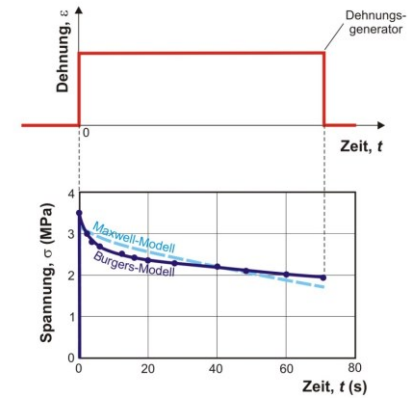
18

Spannungsrelaxation Spannungsabnahme bei konstanter Deformation



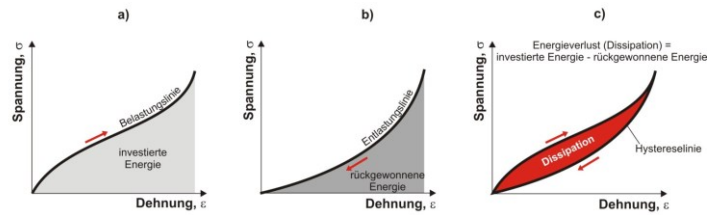
19

Film aus myofibrillären Proteinen:



20

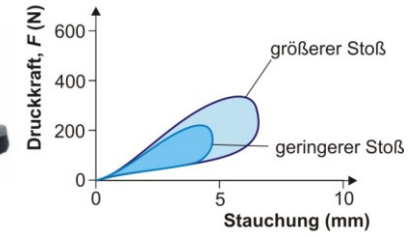
3. Hysterese



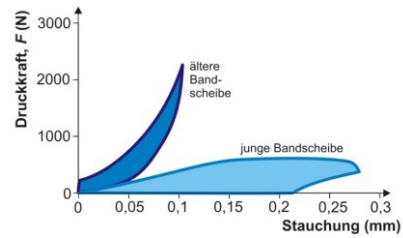
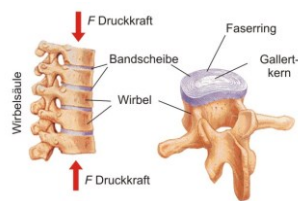
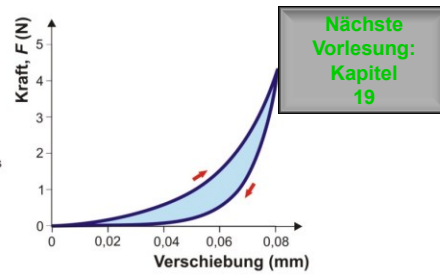
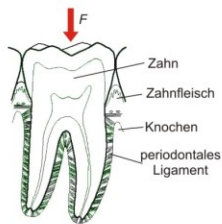
→ Schockdämpfung



21



22



23