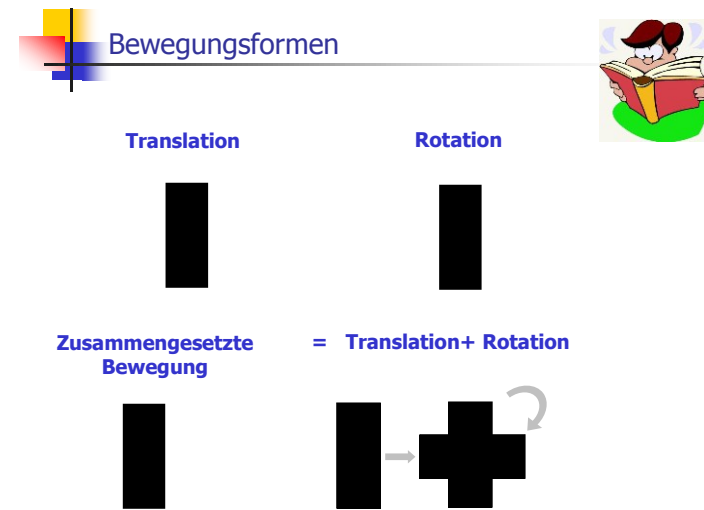
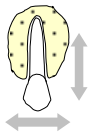


3

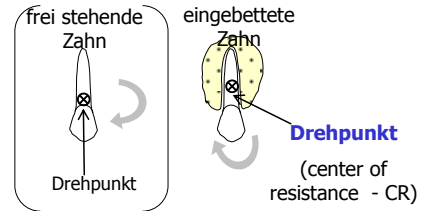


Bewegungen der Zahn

Translation



Rotation



5

Mechanismen der Bewegungen

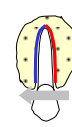
Verlängerung



Verkürzung

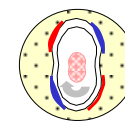


Translation



! Knochenaufbau
! Knochenabbau

Rotation



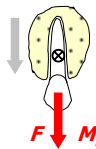
Kippung



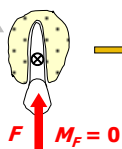
6

Kräfte, Drehmomente

Verlängerung



Verkürzung



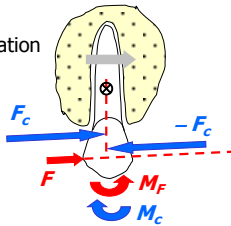
→ Einzelkraft

Rotation



→ Kräftepaar

Translation

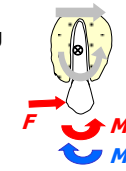


→ Kraft+Kräftepaar

$\sum F = F$
 $\sum M = 0$
Nur Translation
• $M_C / M_F = 1$

7

Kippung



Kraft	Kräftepaar	$\sum F$	$\sum M$	
-	✓	0	M_C	→ Rotation
✓	-	F	M_F	→ Kippung Translation+ Rotation ($M_C = 0$)
✓	✓	F	$M_F - M_C$	→ kontrollierte Kippung Translation+ Rotation

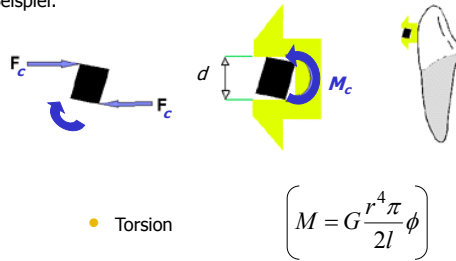
• $0 < M_F - M_C$ ($M_C / M_F < 1$)

• $M_F - M_C < 0$ ($1 < M_C / M_F$)

8

Erzeugung eines Kräftepaars

Zum Beispiel:

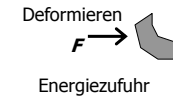


9

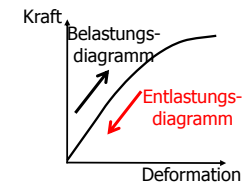
Kieferorthopädisches Gerät

Das kieferorthopädische Gerät ist ein elastischer Körper, der Kräfte und Drehmomente an die Zähne abgibt, nachdem er aktiviert (deformiert) wurde. Die während der Deformation eingespeiste Energie wird zurückgeliefert („**mechanische Batterie**“).

Aktivierung:



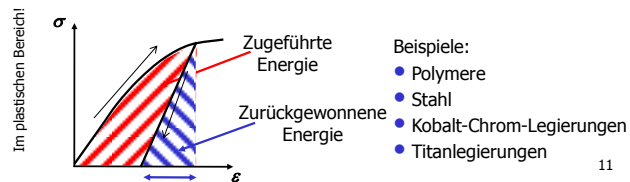
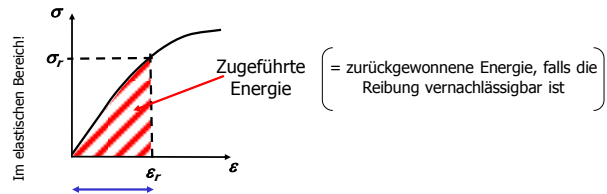
Verwendung:



10

Relevante mechanische Eigenschaften

- Stoffeigenschaften: Steifigkeit, **elastische Rückstellung**, **elastische Verformungsarbeit**



11

- Geometrie: Form, Größe (z.B. Dicke, Länge, ...)

$$\left(\begin{array}{ll} \text{Dehnung/Stauchung} & F = E \frac{A}{l} \Delta l \quad W = \frac{1}{2} E \cdot \frac{A}{l} \Delta l^2 \\ \text{Abbiegung} & F = 3E \cdot \frac{\Theta}{l^3} \cdot s \quad W = \frac{1}{2} 3E \cdot \frac{\Theta}{l^3} \cdot s^2 \\ \text{Torsion} & M = G \frac{r^4 \pi}{2l} \phi \end{array} \right)$$

Steifigkeit des Körpers
(Dehnsteifigkeit, Biegesteifigkeit, Torsionssteifigkeit)

Probleme:

- Reibung



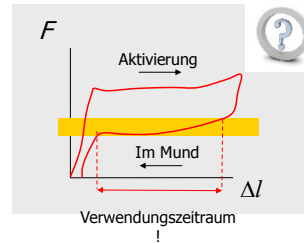
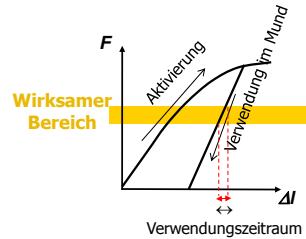
Reibungskraft (F_R):

$$F_R = f \cdot F_N$$

12

Die abgegebene Kraft (Rückstellkraft)

- Größe?
- Zeitdauer?



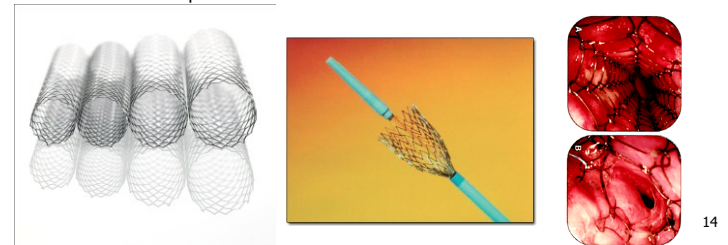
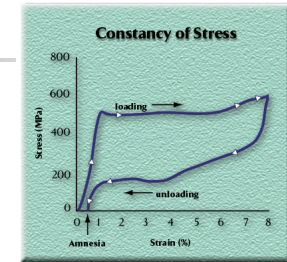
13

Superelastische Stoffe

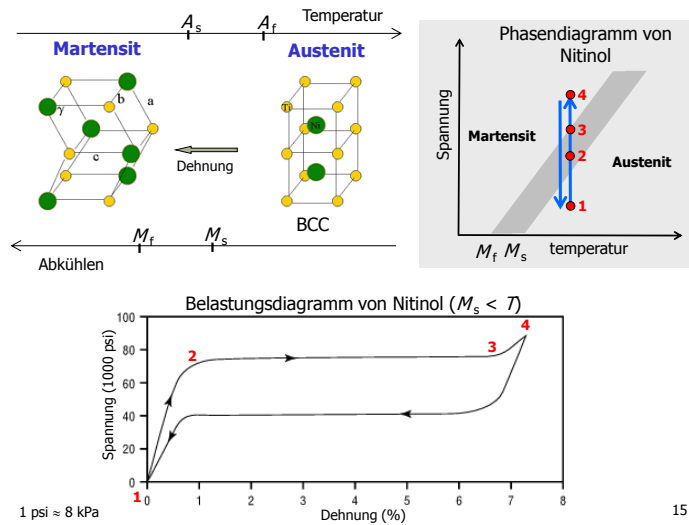
Ni+Ti Cu+Al+Zn Cu+Al+Ni

Nitinol (Nickel-Titanium Naval Ordnance Laboratory)

- superelastisch (pseudoelastisch)
- Formgedächtnis
- biomechanische Kompatibilität
- Biokompatibilität

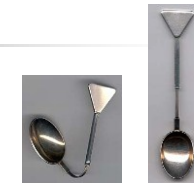
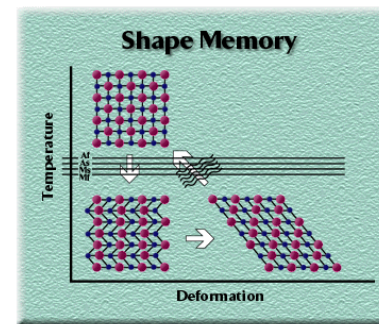


14



15

Formgedächtnis



- Einweg-
- Zweifweg-

FLEXINOL®
Actuator Wire



16