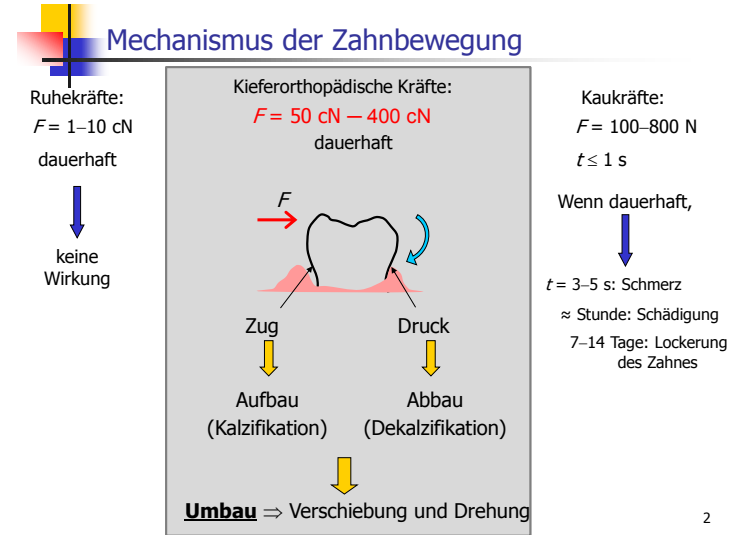
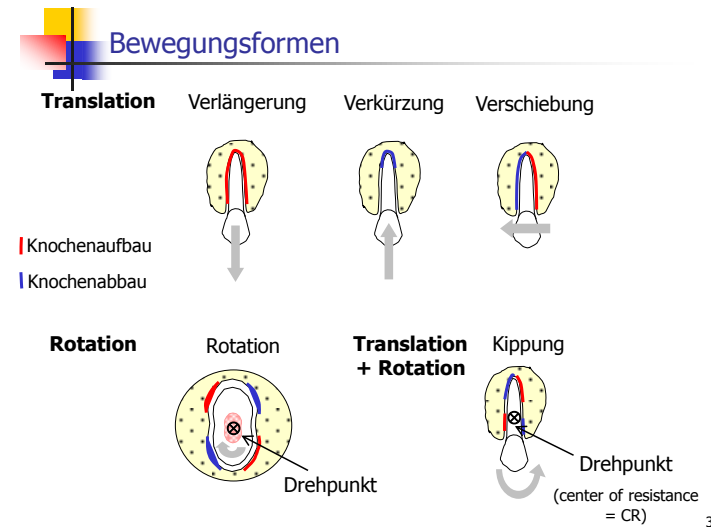


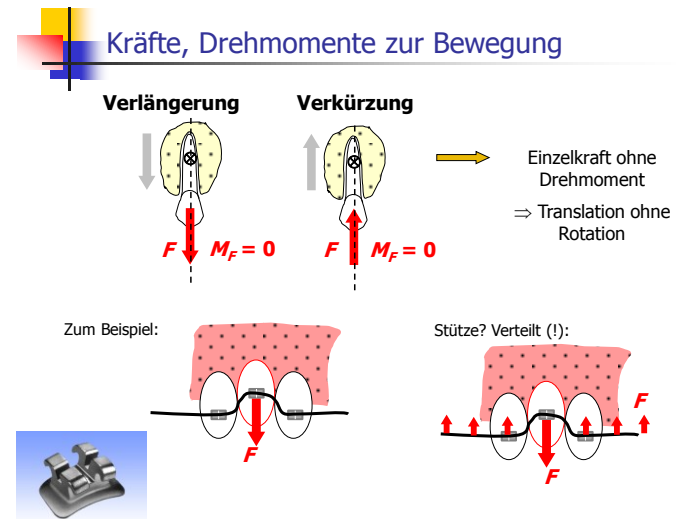
1



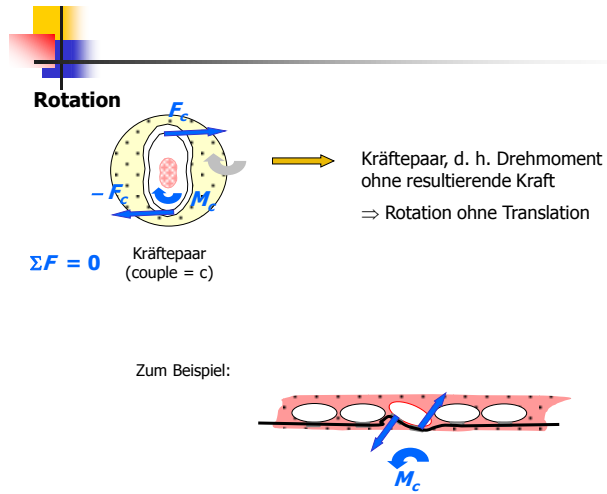
2



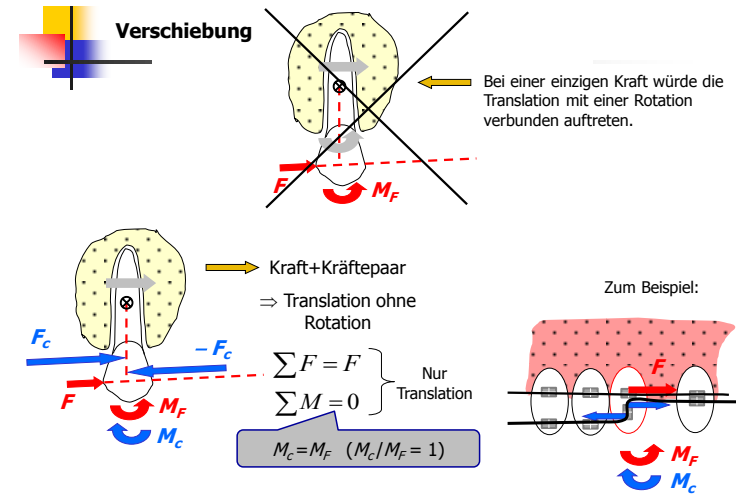
3



4



5

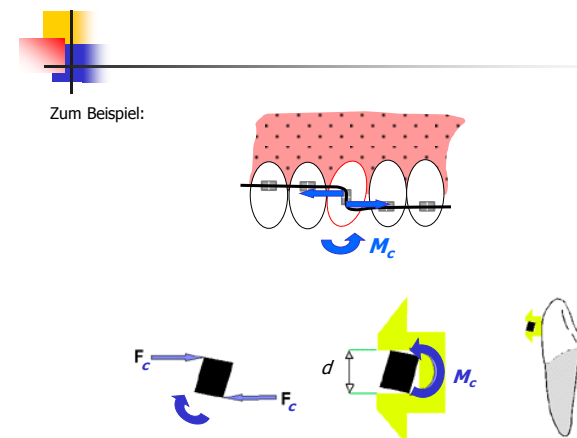


6

**Kippung**

Kraft	Kräftepaar	$\Sigma F$	$\Sigma M$	
-	✓	0	$M_c$	Rotation
✓	-	$F$	$M_F$	<b>Kippung:</b> Translation+ Rotation
✓	✓	$F$	$M_F - M_c$	<b>kontrollierte Kippung:</b> Translation+ Rotation

- $0 < M_F - M_c \quad (M_c / M_F < 1)$
- $M_F - M_c < 0 \quad (1 < M_c / M_F)$



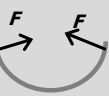
8

## Kieferorthopädisches Gerät

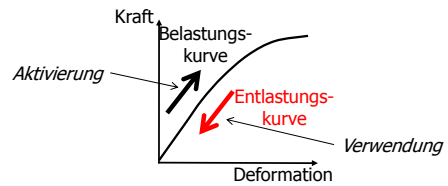
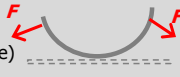
Das kieferorthopädische Gerät ist ein elastischer Körper, der Kräfte und Drehmomente an die Zähne abgibt, nachdem er aktiviert (deformiert) wurde. Die während der Deformation eingespeiste Energie wird zurückgeliefert („**mechanische Batterie**“).



Aktivierung:  
Deformierung  
(Energiezufuhr)



Verwendung:  
**Rückstellung**  
(Energierückgabe)



9

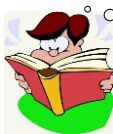
- Geometrie: Form, Größe (z.B. Dicke, Länge, ...)

• Dehnung/Stauchung	$F = E \cdot \frac{A}{l} \Delta l$	$W = \frac{1}{2} E \cdot \frac{A}{l} \Delta l^2$
• Abbiegung	$F = 3E \cdot \frac{\Theta}{l^3} s$	$W = \frac{1}{2} 3E \cdot \frac{\Theta}{l^3} s^2$
• Torsion	$M = G \cdot \frac{r^4 \pi}{2l} \phi$	

Steifigkeit des Körpers  
(Dehnsteifigkeit, Biegesteifigkeit, Torsionssteifigkeit)

### Probleme:

- Reibung



Reibungskraft ( $F_R$ ):

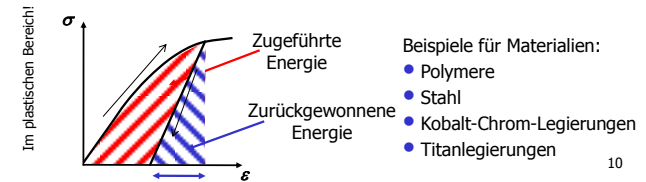
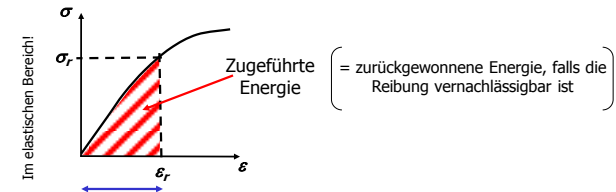
$$F_R = f \cdot F_N$$

11

## Relevante mechanische Eigenschaften

- Materialeigenschaften:

Steifigkeit, elastische Rückstellung, elastische Verformungsarbeit



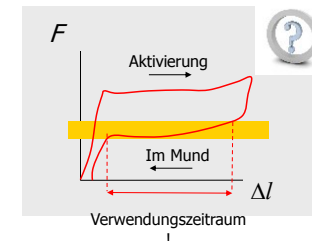
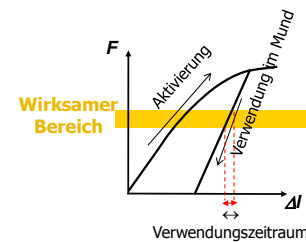
Beispiele für Materialien:

- Polymere
- Stahl
- Kobalt-Chrom-Legierungen
- Titanlegierungen

10

## Die abgegebene Kraft (Rückstellkraft)

- Größe?
- Zeitdauer?



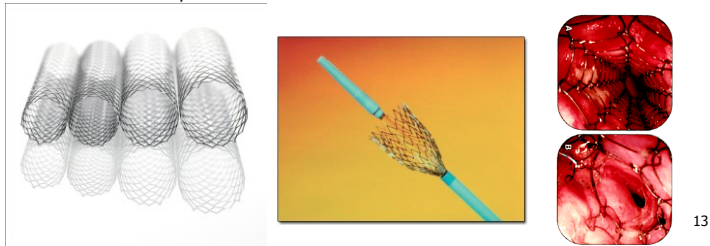
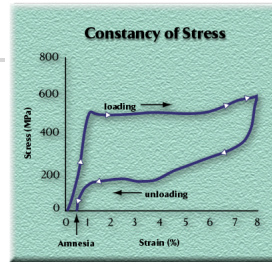
12

## Superelastische Stoffe

Ni+Ti    Cu+Al+Zn    Cu+Al+Ni

**Nitinol** (Nickel-Titanium Naval Ordnance Laboratory)

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



13