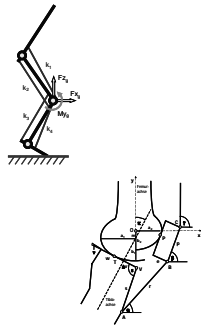


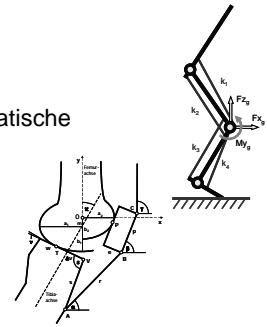
Modellierung

Hermann Schwameder



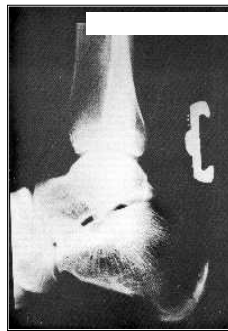
Biomechanische Modellierung

- Punktmassen
- Segmente
- Statische und quasistatische Modellierung
- Vorwärtsdynamik
- Inverse Dynamik
- Gelenkmodellierung

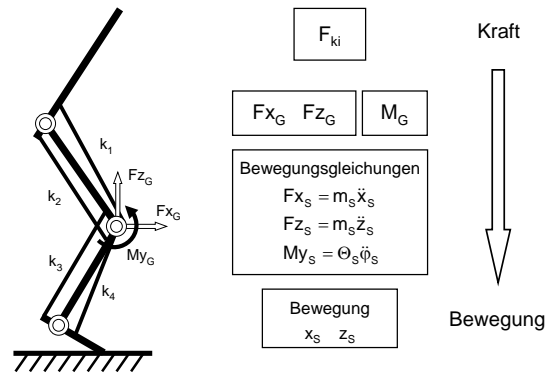


Belastungsanalysen – Modellierung

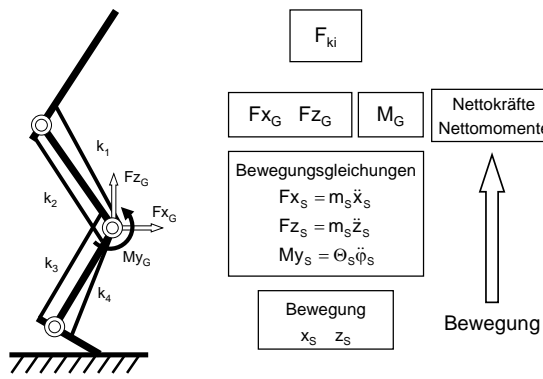
- Bestimmung von Kräften und Momenten im menschlichen Körper
 - Messen
 - Berechnen
- Menschlicher Körper als Mehrkörpersystem



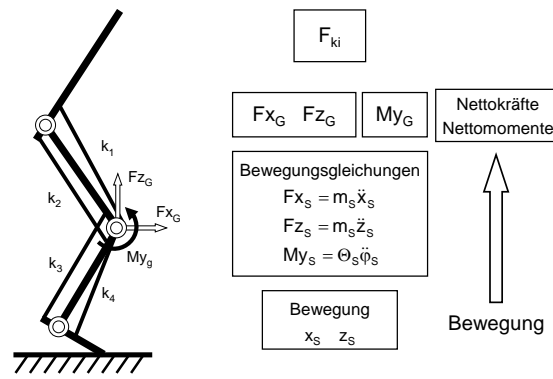
Belastungsanalysen – Vorwärtsdynamik



Belastungsanalyse – Inverse Dynamik



Belastungsanalyse – Inverse Dynamik



Freigeschnittenes Segment

Bewegungsgleichungen

Translationen (Kräfte)

$$m_i \ddot{x}_i = F_{x,i} + F_{x,i-1}$$

$$m_i \ddot{z}_i = F_{z,i} + F_{z,i-1} - m_i g$$

Rotationen (Momente)

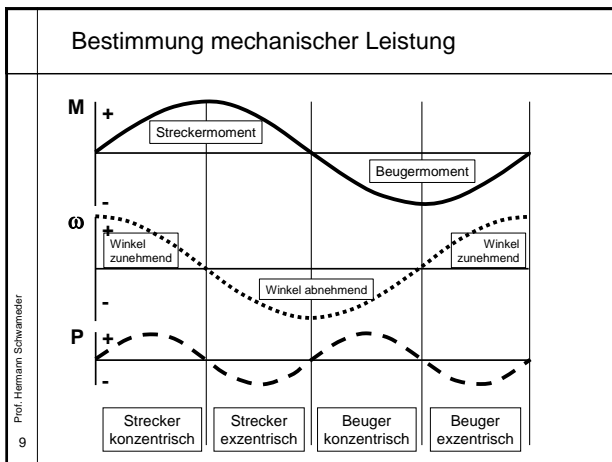
$$I_{y_i} \ddot{\phi}_{y_i} = M_{y_{i,i+1}} + M_{y_{i,i-1}} - (z_{i,i+1} - z_i) F_{x_{i,i+1}} + (z_i - z_{i,i-1}) F_{x_{i,i-1}} + (x_{i,i+1} - x_i) F_{z_{i,i+1}} - (x_i - x_{i,i-1}) F_{z_{i,i-1}}$$

Prof. Hermann Schwameder 7

Belastungsanalyse – Inverse Dynamik (Parameter)

$F_{x_G} \quad F_{z_G} \quad M_G$ Nettokräfte
 Nettomomente
 $P_G = M_G \omega_G$ Gelenkleistung
 $W_G = \int P_G(t) dt$ Gelenkarbeit

Prof. Hermann Schwameder 8



Belastungsanalysen – Kniemodell Plakmos

- Grundmodell von Yamaguchi/Zajac (1989)
- Erweiterung auf 120° Beugewinkel
- Geometrie/Kinematik: Funktion des Kniewinkels
- Online-Berechnungen möglich

Prof. Hermann Schwameder 10

Kniemodell Plakmos - Kniegelenkkräfte

Tibiofemoralkräfte **Patellofemoralkräfte**

$$\begin{pmatrix} F_t \\ F_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \tau & -\cos \alpha \\ \sin \tau & -\sin \alpha \end{pmatrix}^{-1} F \begin{pmatrix} \cos \phi \\ \sin \phi \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} F_{xp} \\ F_{yp} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\pi/2 + \beta) & -\cos \gamma \\ \sin(\pi/2 + \beta) & -\sin \gamma \end{pmatrix}^{-1} (-F_p) \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{pmatrix}$$

Prof. Hermann Schwameder 11

