

Name:

Matrikelnummer:

Verwenden Sie eine Genauigkeit von 0.1 mm für Längen, 1 N für Kräfte, 0.1 Nm für Momente. Verwenden sie weiters $\pi=3.14$ und $g=9.81 \text{ m/s}^2$.

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Der Quadrizeps von Klaus hat eine isometrische Maximalkraft von $F_{MAX} = 6 \text{ kN}$. Er möchte in der Kraftkammer Beinbeugeübungen auf folgende Weise durchführen: Der Unterschenkel soll gegen den Widerstand eines Gewichtes langsam gesenkt werden. Hierzu soll ein Gewicht den Unterschenkel nach unten ziehen und der Quadrizeps soll diese Bewegung verlangsamen. Der Kniewinkel soll sich von 20° langsam erhöhen. Die Streckung soll mit einer Winkelgeschwindigkeit von $14^\circ/\text{s}$ erfolgen. Welches Drehmoment M kann Klaus in dieser Situation im Knie erzeugen wenn sein Quadrizeps zu 80% aktiviert ist.

Das Trainingsgerät erzeugt ein Moment um die Knieachse. Dieses wird durch Gewichte erzeugt und greift über einen Hebel von 25 cm an. Welches Gewicht kann Klaus auflegen, wenn 5kg-Schritte möglich sind.

Daten: Quadrizeps: Muskellänge $l_0 = 18 \text{ cm}$, Muskelradius im Knie $r_1 = 4.3 \text{ cm}$, Sehnenlänge $L_{S0} = 14 \text{ cm}$, optimale Muskelfaserlänge $L_{Kopt} = 8.9 \text{ cm}$, Formfaktor $W = 0.7$, Fiederungswinkel $\phi=20^\circ$, $A=0.25$, $B=0.1$, $G_{max}=1.5$, $L_{B0}=0.11 \text{ m}$ und $k_B = 0.7 \text{ MPa}$.

$$L_M = l_0 + r_1 \cdot \phi = 0.180 + 0.043 \cdot 20 \cdot \pi / 180 = 0.1950 \text{ m}$$

$$L_M = L_K \cos\phi + L_{S0} \rightarrow L_K = (L_M - L_{S0}) / \cos\phi = 0.0585 \text{ m}$$

$$F_{ISO}(L_K) = F_{MAX} \cdot \exp(-((L_K - L_{Kopt}) / (W \cdot L_{Kopt}))^2) = 6000 \cdot \exp(-((0.0585 - 0.089) / (0.7 \cdot 0.089))^2) = 4724 \text{ N}$$

$$V_M = + r_1 \cdot \omega = + 0.043 \cdot 14 \cdot \pi / 180 = +0.0105 \text{ m/s}$$

$$V_K = V_M / \cos\phi = +0.0112 \text{ m/s}$$

$$G(V_M) = (G_{MAX} V_K + V_{MAX} B) / (V_K + V_{MAX} B) = (1.5 \cdot 0.0112 + 0.89 \cdot 0.1) / (0.0112 + 0.89 \cdot 0.1) = 1.0558$$

$$F_K = F_{ISO}(L_K) \cdot G(V_M) \cdot a = 4724 \cdot 1.0558 \cdot 0.8 = 3990 \text{ N}$$

$$F_B = 0 \text{ da } L_K < L_{B0}$$

$$F_M = (F_K + F_B) \cos\phi = (3990 + 0) \cos(20^\circ) = 3750 \text{ N}$$

$$M = F_M \cdot r_1 = 3750 \cdot 0.043 = 161.2 \text{ Nm}$$

$$F = M / r = 161.2 / 0.25 = 644.9 \text{ N}$$

$$m = F / g = 644.9 / 9.81 = 65.7 \text{ kg}$$

Klaus kann 65 kg auflegen

Aufgabe 1 (1 Punkte)

Welche Möglichkeiten gibt es die Muskelparameter zu bestimmen (Stichworte).

- Untersuchungen an Leichen
- Geometrieigenschaften: Röntgen, MRT, CT, ...
- Isometrische Kraftmessungen
- Tierversuche, zum Teil an lebenden Objekten
- Rückrechnung auf Muskeldaten durch inverse Simulation

Aufgabe 1 (2 Punkte)

1) Beschreiben Sie ein Verfahren zur Bestimmung der Frontfläche eines Sportlers.

2) In der Vorlesung wurden für die Querschnittsfläche einer Skifahrerin folgende Werte in Abhängigkeit der Scheitelhöhe bestimmt: $H = 1.73 \text{ m}$, $A = 0.47 \text{ m}^2$, $H = 1.63 \text{ m}$, $A = 0.45 \text{ m}^2$, $H = 1.47 \text{ m}$, $A = 0.42 \text{ m}^2$, $H = 1.16 \text{ m}$, $A = 0.33 \text{ m}^2$, $H = 0.96 \text{ m}$, $A = 0.27 \text{ m}^2$. Bestimmen Sie durch lineare Interpolation den Wert der Querschnittsfläche bei einer Scheitelhöhe von 1.6 m.

1) Aufnehmen des Sportlers aus frontaler Sicht. Bestimmen des Umrisses des Athleten. Berechnen der Fläche des innerhalb des Umrisspolygons (Formel aus VL).

$$2) H = 1.6 \rightarrow A = 0.42 + (0.45-0.42) \cdot (1.6-1.47) / (1.63-1.47) = 0.44$$

Aufgabe 1 (1 Punkte)

Nennen Sie Ziele in der Simulationsrechnung.

- Theoretische Grundlagenforschung: Nachvollziehen sportlicher Bewegungen
- Studium der sportlichen Bewegungsformen: Vorhersage von Eigenschaften (z.B. Kräfte) Einflüsse aller Art: Materialien (Ski), Umwelt (Schnee), Bewegungen (Hocke), Physiologie (Muskelkräfte), ...
- Anwendungen: Performance: optimale Bewegung, Sicherheit: Reduktion des Verletzungsrisikos, Studium gefährlicher oder hypothetischer Bewegungen

Aufgabe 1 (2 Punkte)

Erklären Sie die Begriffe

1. Vorwärtsintegration
2. Parameteridentifizierung

und geben Sie jeweils ein Beispiel dafür an.

Aufgabe 1 (2 Punkte)

In der Vorlesung wurde die Arbeit „Computersimulation von Sprüngen im alpinen Skilauf zur Berechnung von Kniegelenkskräften“ vorgestellt.

- 1) Beschreiben Sie in Stichworten was in dieser Studie gemacht wurde und wie diese validiert wurde?
- 2) Wie wirkt sich die Hangneigung und die Geschwindigkeit auf die Kraft im Kreuzband aus?

1) Simulation der Landebewegung eines Skifahrers nach einem weiten Sprung (Russisprung) unter Berücksichtigung von Muskelkräften. Validierung der Simulation mit kinematischen Daten der Landung eines Skifahrers beim Training für die Kombinationsabfahrt in Lillehammer. Aus den resultierenden Kräften im Knie wird auf die Belastung der Kreuzbänder geschlossen.

- 2) je größer die Hangneigung desto kleiner die Belastung im ACL
je größer die Geschwindigkeit desto größer die Belastung im ACL

Aufgabe 1 (2 Punkte)

In der Vorlesung wurde die Arbeit „An Approximate Simulation Model for Luge Track Design“ vorgestellt.

- 1) Wie wurde dieses Modell validiert?
- 2) Welches Ergebnis kann für den Bahnbau genutzt werden?
- 3) Welche Größen bestimmen maßgeblich die Sicherheit und welche Aussagen wurden dazu in der Studie getätigt?

1) In Whistler wurde die Beschleunigung der Rodel normal zur Eisfläche gemessen. Diese wurde mit der Normalbeschleunigung, welche sich aus dem Simulationsmodell ergibt, verglichen.

2) Höhendifferenz zwischen Start und Ziel, sowie die Radien der Kurven sind die maßgeblichen Größen, welche die maximale Geschwindigkeit und Beschleunigung bestimmen. Dies muss beim Entwurf einer neuen Bahn berücksichtigt werden.

3) Wichtige Größen in Punkto Sicherheit sind maximale Geschwindigkeit und Beschleunigung. In Whistler wurden große Geschwindigkeiten (150 km/h), Beschleunigungen (5.2g) und Vibrationen (bis 11g, mittlere Abweichung zum gefilterten Signal 1g) beobachtet. Grenzwerte von den Verbänden sind 135 km/h und 5g. Richtwerte für maximale Vibrationen an Arbeitsplätzen sind 2g innerhalb 100 s.