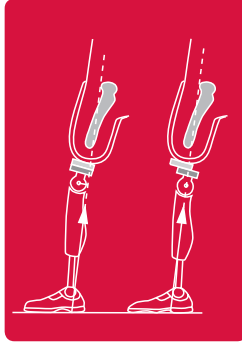
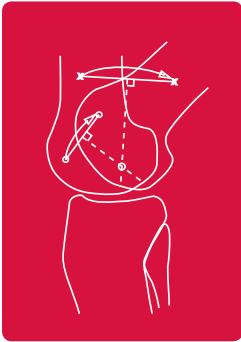


Schriftenreihe der Bundesfachschule Orthopädie-Technik

# Aufgaben zu biomechanischen Grundlagen der Orthopädietechnik

Zweite, erweiterte Auflage

Burkhard Drerup | Paul Brinckmann | Stefan Stankowski



# Vorwort zur ersten Auflage

---

Die Herausforderungen der Patientenversorgung und der Einsatz moderner Messtechnik erfordern vom Orthopädietechniker Kenntnisse der Biomechanik. Zur Auffrischung und Erweiterung dieser Kenntnisse behandeln die in diesem Band zusammengestellten Aufgaben mechanische Größen wie Kraft, Druck, Drehmoment, Schwerpunktlage, Geschwindigkeit und Beschleunigung, jeweils anhand von Beispielen aus dem Bereich der Orthopädietechnik. Die Integration der Biomechanik in den bekannten Kontext verfolgt das Ziel, den Respekt der Praktiker vor der „Theorie“ zu verringern. Die Aufgaben sind zum Selbststudium oder für den Einsatz in Seminaren der Meisterkurse Orthopädietechnik und des Bachelor Studiums Orthopädieingenieur bestimmt.

Die erforderlichen mathematischen Vorkenntnisse sind denkbar gering. Im Wesentlichen muss man wissen, wie ein Dreieck aus drei Bestimmungsstücken zu konstruieren ist (z. B. zur Ermittlung des Gleichgewichts von 3 Kräften), wie das Hebelgesetz anzuwenden ist (z.B. zur Ermittlung einer unbekannt Kraft im Gleichgewicht der Drehmomente), und wie die Winkelfunktionen Sinus, Kosinus und Tangens definiert sind. Bei der Addition von Vektoren (z.B. der Addition von zwei Kräften) kommt aus Gründen der Anschaulichkeit ausschließlich das zeichnerische Verfahren zur Anwendung; eine freihändige Zeichnung ist hier meist ausreichend.

Wenn die Lösung mancher Aufgaben auf den ersten Blick schwierig erscheint, hat dies andere Gründe. In der Biomechanik ist man oftmals mit komplizierten Anordnungen und Strukturen konfrontiert. Um Antworten zu erhalten, ist es erforderlich, Modellannahmen zu treffen und Vereinfachungen vorzunehmen. Welche Annahmen jedoch gerechtfertigt sind, und welche Vereinfachungen ein Ergebnis nicht unzulässig verfälschen, ist ohne Vorkenntnisse schwierig zu entscheiden. Darf man beispielsweise die Kräfte aller Muskeln, die die Streckung des Rückens bewirken, zu einer einzigen Muskelkraft zusammenfassen? Darf man die mechanische Wirkung einer Druckverteilung im Schaft einer Prothese durch die Wirkung einer einzigen Kraft ersetzen?

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, sind alle Aufgaben mit ausführlichen Anleitungen zur Lösung versehen. Dieser Ansatz wurde bewusst gewählt. An Beispielen aus der Praxis soll für den naturwissenschaftlichen Lösungsweg Interesse geweckt werden. „Auf dem Lösungsweg“ erfolgt eine Einarbeitung in Methoden und Gedankengänge der Biomechanik. Ungeachtet ihrer Vorkenntnisse können interessierte Studierende neues Wissen erarbeiten und den eigenen Horizont erweitern.

Den Autoren sei für ihre Arbeit gedankt. Diesem Band wird eine breite Anwendung gewünscht, dem methodischen Konzept viel Erfolg und interessierte Studierende.

Dortmund, Juni 2016

**Stefan Bieringer**  
Direktor der Bundesfachschule  
Orthopädie-Technik

# Vorwort zur zweiten Auflage

---

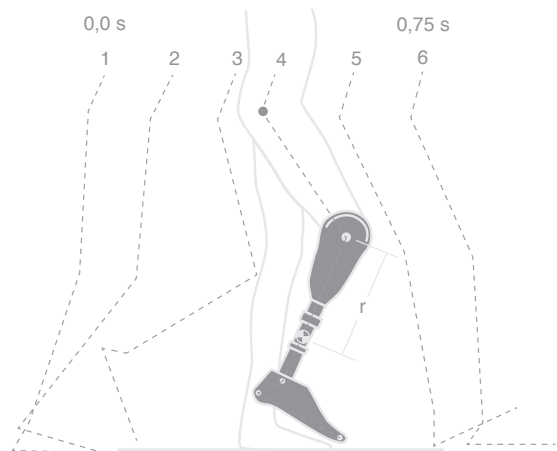
Zwei Jahre nach der Erstauflage der in der Schriftenreihe der Bundesfachschule für Orthopädie-Technik erschienenen Aufgabensammlung zu biomechanischen Grundlagen in der Orthopädietechnik legen die Autoren einen überarbeiteten und erheblich erweiterten Band vor. Neu im Team ist Herr Dr. Stankowski, der bis zu seinem Ruhestand als Professor an der Fachhochschule Bern Physik unterrichtete. Die Anmerkungen von Studierenden und Kolleginnen und Kollegen zeigen, dass die Zielsetzung, Interessierte durch praktische Fragestellungen an die Methodik der Biomechanik heranzuführen und durch Musterlösungen die eigenen Lösungsansätze zu überprüfen, umgesetzt wurde. Besonders gefreut hat uns, dass die Aufgabensammlung auch im naturwissenschaftlichen Unterricht einer Berufsschule eingesetzt wird.

Den Aufgaben ist die Freude und Kreativität des Autorenteam anzu merken. Wir hoffen, dass es auch den Lesern Freude bereitet, mit diesem Buch zu arbeiten. Aus der Stofffülle wurde eine didaktisch sinnvolle Reduzierung vorgenommen und eine klare Sprache gewählt. Die Abbildungen sind auf das Nötigste reduziert, um dem Leser auch visuell den Stoff zu verdeutlichen. Die Autoren freuen sich über Anmerkungen zum Inhalt, Hinweise auf Unklarheiten und ergänzende Wünsche. Dies hilft, den Bedarf der interessierten Leser noch besser zu erfassen und zu berücksichtigen.

Den Autoren sei ein weiteres Mal für Ihre Leistung gedankt. Bei den Verantwortlichen im Verlag Orthopädie-Technik bedanken wir uns für die reibungslose Zusammenarbeit. Den Studierenden wünschen wir beim Arbeiten mit diesem Band den gewünschten Erkenntnisgewinn.

Dortmund, im Februar 2018

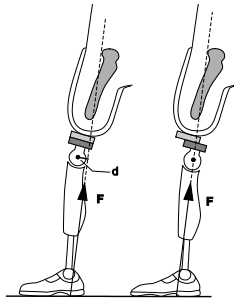
**Stefan Bieringer**



# Aufgabenbeispiel aus dem Übungsheft

## 5.3 Verschiebung der Drehachse einer Knieprothese nach dorsal

Wird bei der Prothesenversorgung nach einer Oberschenkelamputation die Drehachse des Kniegelenks an die anatomische Position gesetzt, stellt man fest, dass in der Phase des Hacken-Auftreffens die Bodenreaktionskraft (wie auch im unversehrten Zustand) ein flektierendes Drehmoment auf das Kniegelenk ausübt (linkes Bild).



Aus Ganguntersuchungen gewonnene Anhaltswerte für die relative (durch die Körpermasse  $K$  [kg] dividierte) Bodenreaktionskraft  $F_{rel}$  und das relative Drehmoment  $M_{rel}$  sind:

$$F_{rel} = 8 \text{ [N/kg]} \text{ und } M_{rel} = 0,1 \text{ [Nm/kg]}.$$

Diese relativen Werte sind im individuellen Fall mit der Körpermasse  $K$  zu multiplizieren, um die Zahlenwerte der Kraft  $F$  und des Drehmoments  $M$  zu erhalten.

### Aufgabe

Um welche Strecke muss die Drehachse des Kniegelenks mit Hilfe eines Schiebeadapters nach dorsal verlagert werden, damit das flektierende Drehmoment gleich Null wird (rechtes Bild)? Der Unterschied zwischen der Richtung des Hebelarms  $d$  und der Richtung der Verschiebung durch den Adapter wird als vernachlässigbar klein angenommen.

### Anleitung

Zur Beantwortung der Frage muss der Hebelarm  $d$  der Bodenreaktionskraft im Anfangszustand ermittelt werden. Wird anschließend die Drehachse der Prothese um den Betrag  $d$  nach dorsal verschoben, wird der Hebelarm der Bodenreaktionskraft gleich Null.

Im Anfangszustand gilt für den Hebelarm  $d$

$$M = d \cdot F \text{ [Nm]}$$

und mit Einsetzen der mit der Körpermasse  $K$  multiplizierten Anhaltswerte  $M_{rel}$  und  $F_{rel}$

$$0,1 \cdot K = d \cdot 8 \cdot K \text{ [Nm]}$$

Aus dieser Gleichung ist  $d$  zu berechnen.

## Biomechanik? Kein Problem!

Darf man die Kräfte aller Muskeln, die die Streckung des Rückens bewirken, zu einer einzigen Muskelkraft zusammenfassen?

Darf man die mechanische Wirkung einer Druckverteilung im Schaft einer Prothese durch die Wirkung einer einzigen Kraft ersetzen?

Diese und viele weitere Fragen zur Biomechanik beantwortet Ihnen dieses praktische Aufgabenbuch. Zur Auffrischung und Erweiterung Ihrer Kenntnisse behandeln die Aufgaben mechanische Größen wie Kraft, Druck, Drehmoment, Schwerpunktlage, Geschwindigkeit und Beschleunigung, jeweils anhand von Beispielen aus der Orthopädietechnik. Die Anforderungen an die mathematischen Vorkenntnisse sind dabei gering.

Alle Aufgaben sind mit ausführlichen Anleitungen zur Lösung versehen, um Ihnen die Einarbeitung in die Methoden und Gedankengänge der Biomechanik zu erleichtern.

.....

Burkhard Drerup / Paul Brinckmann / Stefan Stankowski

**Aufgaben zu biomechanischen Grundlagen der Orthopädietechnik**  
(Schriftreihe der Bundesfachschule Orthopädie-Technik)

2., erweiterte Auflage 2018, 160 Seiten, Kt.

**14,95 Euro**

ISBN 978-3-9813221-7-0

Das Übungsbuch ist im Verlag Orthopädie-Technik erschienen.

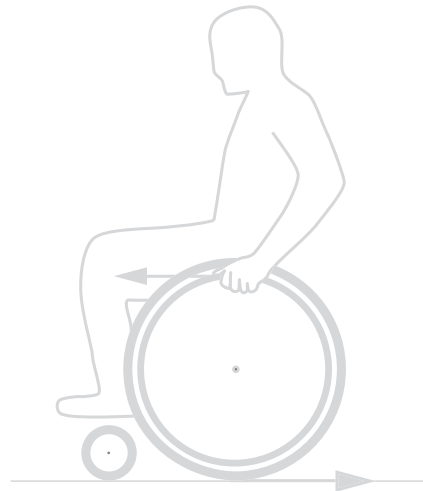
**[www.verlag-ot.de](http://www.verlag-ot.de)**

Burkhard Drerup, Prof. Dr. rer. nat., Diplom Physiker  
Universität Münster  
Bundesfachschule Orthopädie-Technik, Dortmund

Paul Brinckmann, Prof. Dr. rer. nat., Diplom Physiker  
Universität Münster  
Bundesfachschule Orthopädie-Technik, Dortmund

Stefan Stankowski, Dr. phil. nat., Dipl. Physiker  
Berner Fachhochschule,  
Bundesfachschule für Orthopädie-Technik, Dortmund

Stefan Bieringer, Direktor der  
Bundesfachschule Orthopädie-Technik, Dortmund





## Aufgaben zu biomechanischen Grundlagen der Orthopädietechnik

Zweite, erweiterte Auflage

**JETZT BESTELLEN!**

Mehr Infos unter:  
[verlag-ot.de](http://verlag-ot.de)

### Bitte ausfüllen und schicken an:

Verlag Orthopädie-Technik • Reinoldstraße 7-9 • 44135 Dortmund  
Telefon +49 231 5570 50-51 • Fax +49 231 5570 50-70

oder Mail an: [bestellung@biv-ot.org](mailto:bestellung@biv-ot.org)

Ja, ich bestelle \_\_\_\_ Exemplar(e) des Aufgabenbuchs „Aufgaben zu biomechanischen Grundlagen der Orthopädietechnik“ (ISBN 978-3-9813221-7-0, 14,95 Euro

Firma \_\_\_\_\_

Name, Vorname \_\_\_\_\_

Straße, Hausnummer \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

Land \_\_\_\_\_

Telefon/Fax \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift \_\_\_\_\_

Eine Rechnung erhalte ich mit der Versendung des Kompendiums.

Stand: 03.05.2018