

---

# Modellierung der Kräfte an Schulter (und Hüfte)

**M. Möser, W. Hein, L. Meinel**

## Hypothese:

Knochen werden auf Druck belastet; Bänder und Muskeln auf Zug (Anatomen des 19. Jahrhunderts, wie Rauber und Roux)

Vorteil: Leichtbau; gleichmäßige Belastung der Gelenkflächen

## Aber:

Die Knochen von Oberarm und Oberschenkel sind geformt wie Krückstöcke, was Biegung nahelegt („auf Biegen und Brechen“).

## Lösung für Einarmstütz und Einbeinstand:

Prinzip des Turmkranes mit Rückspannung des Lastauslegers über den Gegenausleger zum Kranfuß (Typ: Untendreher mit Nadelausleger).

Jeweiliger Halsansatz als Anlenkpunkt des Lastauslegers.

Last und Auflagerkraft auf Linie (Balance).

**10. Internationale Biomechanik- und Biomaterialtagung, München, 11. u. 12. Juli 2008 (IBBTM 2008)**  
(Ursprünglicher Titel: Modellierung der Kräfte an Hüfte und Schulter)

## balancierender Turmkran

### Schulter:

Die Knochen von Oberarm (Humerus) und Unterarm (Radius) liegen auf einer Linie und bilden den Mast des Turmes.

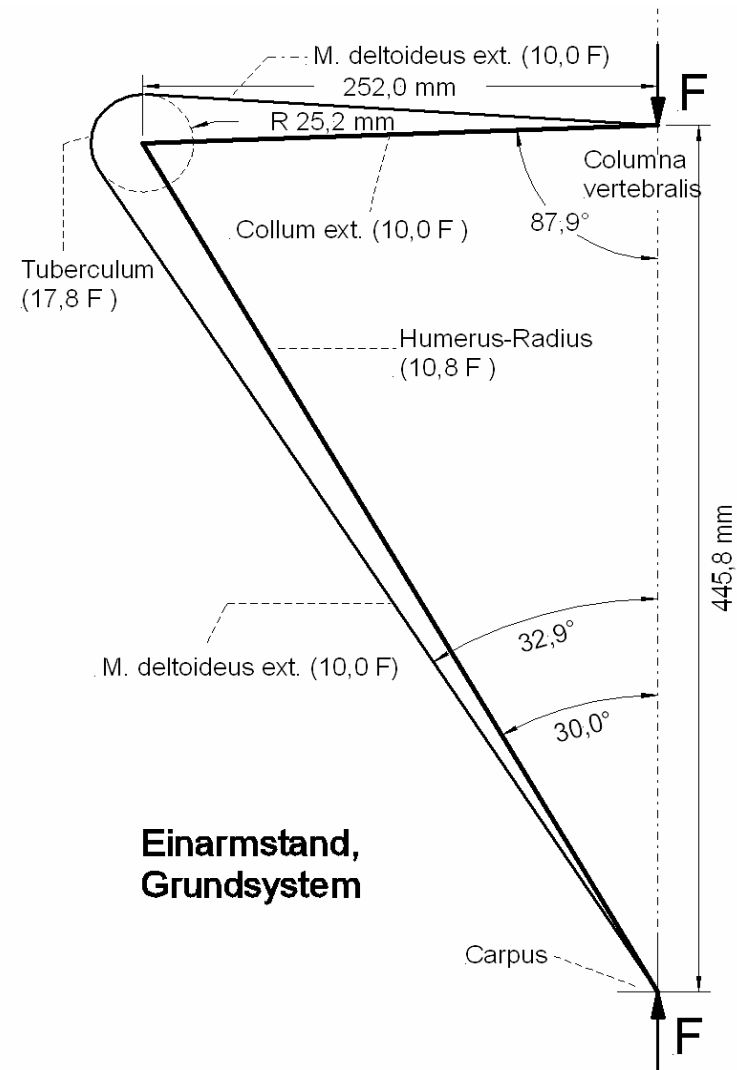
Als Ausleger dient der Hals des Oberarms (Collum). Dieser wird flach gestellt und bis zur Wirbelsäule verlängert:

„Collum ext.“ (extentus).

Das Tuberculum majus bildet den Gegenausleger (Radscheibe). Der Ausleger wird von einem Seil zurück gespannt, hier als M. deltoideus ext. bezeichnet.

### Hüfte:

Der Hals steht steiler,  
Trochanter major als Gegenausleger  
Tractus iliotibialis ext. als Halteseil



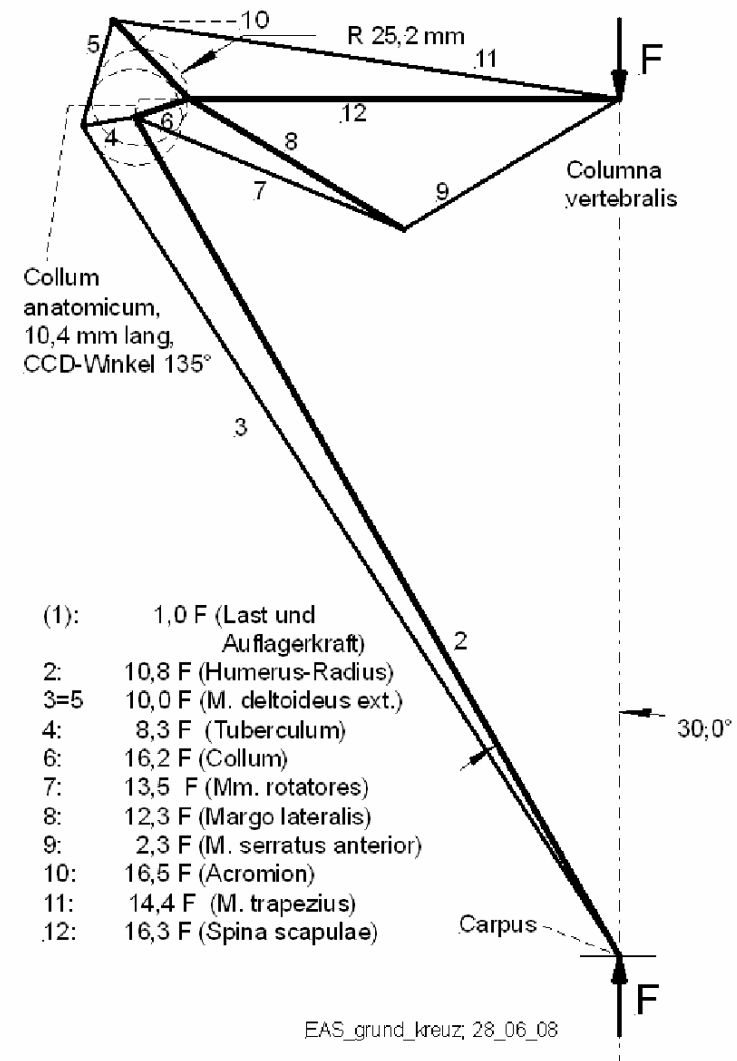
## Erstes Gelenk im Lastausleger

### Schulter:

Es wird die Gelenkkugel eingezeichnet. Der Hals erstreckt sich bis zur Gelenkfläche. Spina scapulae als Verlängerung. Dieser Gelenkpunkt wird abgestützt: von unten durch den Margo lateralis, von oben durch das Schulterdach (Acromion). Der Margo lateralis wird nach lateral durch die Rotatoren abgespannt, nach medial durch die M. serratus anterior. Der M. deltoideus endet am Schulterdach. Zur Wirbelsäule zieht weiter der M. trapezius. Es hat sich ein „**Knochenkreuz**“ ausgebildet, das von Muskeln verspannt wird.

### Hüfte:

Knochenkreuz durch Hals, Sitzbein, Schaufel und Körper des Darmbeins. Verspannung durch Rotatoren und Bänder



## Zweites Gelenk im Lastausleger + Gelenk im Turm (Knick)

### Schulter:

Die Spina scapulae leitet die Last auf die Rippen (Costae) weiter. Oben spaltet sich der M. trapezius in zwei Seile auf; von unten zieht der M. serratus anterior nun vertikal.

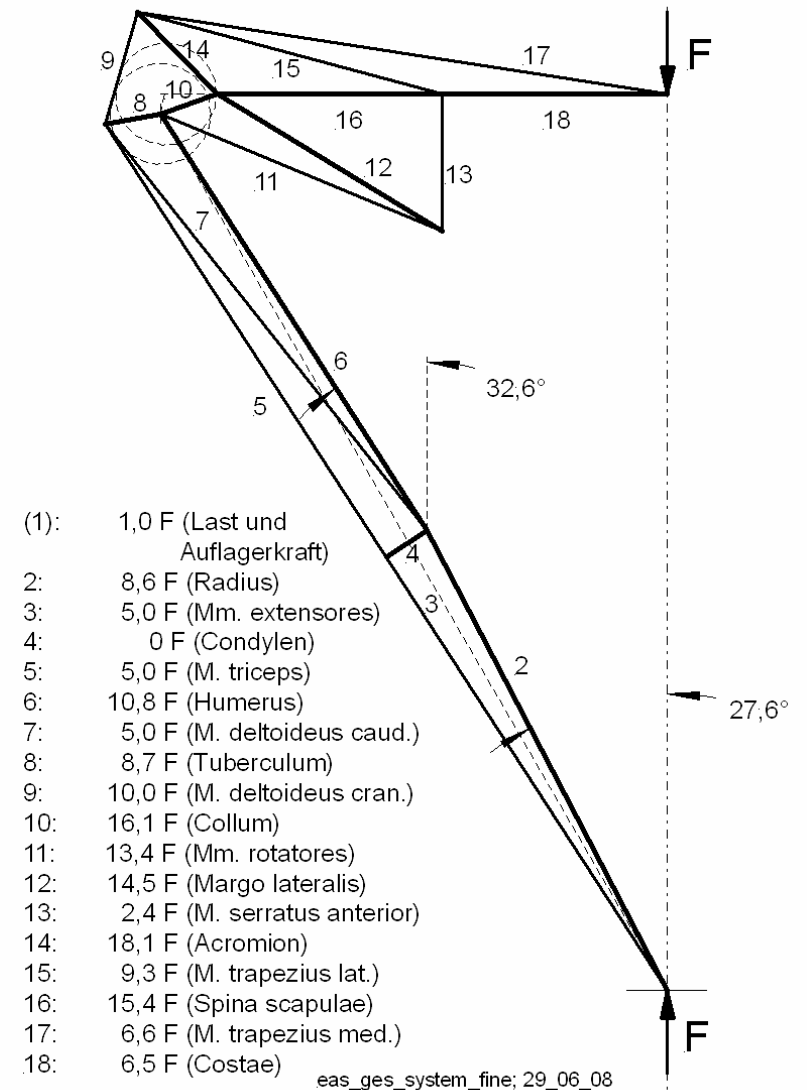
Am Ellenbogengelenk bilden die Knochen einen Knick („physiologischer X-Arm“). Bedingt ist dieser Knick dadurch, dass der M. deltoideus auf die Mitte des Gelenkes zielt.

Lateral spannt sich der M. triceps brachii vom Tuberculum zum Ellenbogengelenk.

Am Unterarm wird sein Zug von den Mm. extensores aufgenommen.

### Hüfte:

Im Becken Iliosacralgelenk, zum Knie hin Aufspaltung des Tractus Iliotibialis



## Unterfunktion der Rotatoren

Der Kräfteumlauf am Halsansatz:

### Schulter:

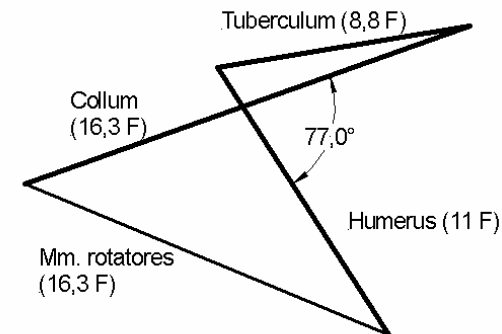
Der Humerus drückt nach links oben, das Tuberculum flach nach rechts oben. Der Hals schiebt nach links unten, wobei er den Humerusvektor schneidet. Die Rotatoren schließen das Polygon nach rechts unten.

Annahme, dass die Rotatoren nur die Hälfte des verlangten Kraftbetrags aufbringen können (6,8 statt 13,6 F):

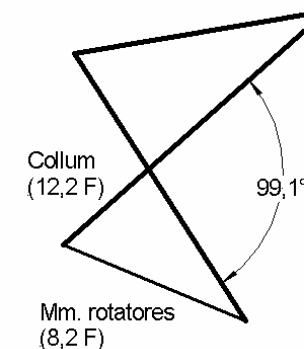
Die Halskraft stellt sich deutlich steiler. Die Gelenkkugel drückt in Richtung Schulterdach und reibt gegen den dazwischen liegenden M. supraspinatus: Gewebe verkalkt (Tendinitis calcarea).

Hüfte: die angeborene Unterfunktion der Rotatoren führt zur „Verrenkung“, die erworbene zur Arthrose.

Schulter;  
Kräfteumlauf am Halsansatz



a) normaler Zug der Rotatoren  
statischer CCD-Winkel: 77 Grad



b) Zug der Rotatoren halbiert: Steilhals;  
statischer CCD-Winkel: 99,1 Grad