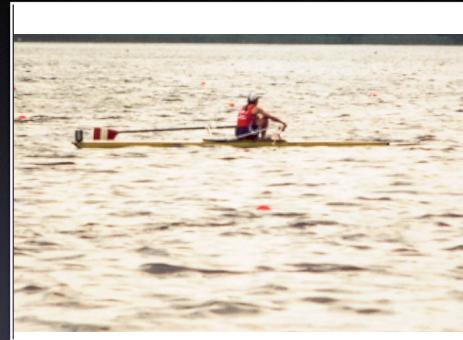


Fachübungsleiter-/ Trainer-Fortbildungslehrgang

Referent : Marc-Oliver Klages ; Bremen

Teil I:



Physikalische Grundlagen der Ruderbewegung

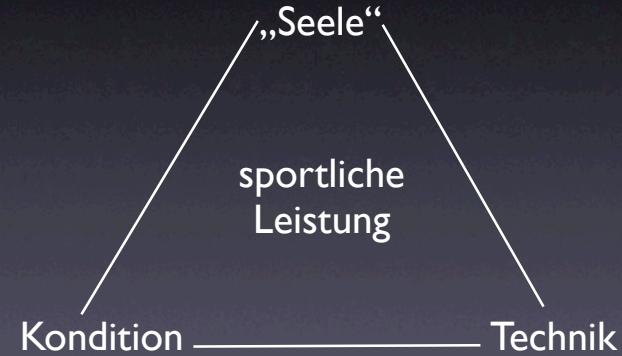


Zum Nachlesen



Jetzt geht's los....

Die ganzheitliche Betrachtungsweise



Beispiel 1: Ein hoch trainierter Ruderer wird nie schnell rudern, wenn es in seinem Seelenleben nicht stimmt
(z.B. Streß in der Familie etc.)

Beispiel 2 : Um eine Technik umzulernen, muß ein Ruderer die Notwendigkeit zum Umlernen erkennen oder es muß ein spezielles Kräftigungs- und/oder Gymnastiktraining durchgeführt werden

Alle für die Ruderbewegung wichtigen Meßgrößen
lassen sich aus folgenden
3 Grundgrößen
herleiten :

- Strecke (l, s, r) Basisgröße : 1 Meter (m)
- Masse (m) Basisgröße : 1 Kilogramm (kg)
- Zeit (t) Basisgröße : 1 Sekunde (s)

Aus diesen drei Grundgrößen
lassen sich folgende
für das Rudern wichtige
Meßgrößen herleiten :



Geschwindigkeit

v (velocity)

$$= \frac{\text{Strecke}}{\text{Zeiteinheit}} = \frac{s}{t}$$

Maßeinheit : $\frac{\text{Meter}}{\text{Sekunde}}$ $\frac{m}{s}$

Beispiel : Ein Vierer-ohne fährt bei einem 2000m Rennen
eine Zeit von 6:00 min.

Die mittlere Geschwindigkeit beträgt demnach :

$$v = \frac{2000 \text{ m}}{360 \text{ s}} \quad \text{oder} \quad \underline{\underline{5,56 \text{ m/s}}}$$

Beschleunigung

a (acceleration)

$$= \frac{\text{Geschwindigkeitsänderung}}{\text{Zeiteinheit}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Maßeinheit : $\frac{m}{s^2}$

Beispiel : Der neue BMW 745i beschleunigt in 5,9 s
von 0 auf 100 km/h

Umrechnung : 100 km/h = 27,78 m/s

$$a = \frac{27,78 \text{ m}}{5,9 \text{ s}^2} = \underline{\underline{\frac{4,70 \text{ m}}{\text{s}^2}}}$$

Eine wichtige Naturkonstante stellt die Erdbeschleunigung g (Gravitation) dar.
Ihr Wert liegt bei $9,81 \text{ m/s}^2$

Zur Vereinfachung rechnet man mit
dem Wert 10 m/s^2

Kraft

F (Force)

Wird eine Masse aus einem
Trägheitszustand (Ruhe , gleichmäßige Bewegung)
in einen anderen versetzt ,
so wird sie beschleunigt .

→ Es wirkt eine Kraft

Kraft F = Masse x Beschleunigung

Maßeinheit :

$$1 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}^2} = 1 \text{ N} \text{ (Newton)}$$

Beispiel : Der BMW wiegt 1200 kg .

Die Kraft F , die für eine Beschleunigung von $4,70 \text{ m/s}^2$ notwendig ist , beträgt :

$$1200 \text{ kg} \times \frac{4,70 \text{ m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{5640 \text{ N}}}$$

Arbeit

W (Work)

Arbeit im physikalischen Sinne ist das Produkt aus

Kraft mal Weg

$$W = F \times s$$

$$\frac{1 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^2}{1 \text{ s}^2} = \underline{\underline{1 \text{ J (Joule)}}$$

Beispiel I : Der BMW legt bei gleichmäßiger
Beschleunigung von $4,70 \text{ m/s}^2$ in $5,9 \text{ s}$
folgende Strecke zurück :

$$s = \frac{1}{2} a \times t^2$$
$$= \frac{1}{2} \times \frac{4,70 \text{ m}}{\text{s}^2} \times 5,9 \text{ s}^2 = 81,80 \text{ m}$$

Daraus ergibt sich ein Arbeitswert von :

$$W = 5640 \text{ N} \times \underline{\underline{81,80 \text{ m}}} = \underline{\underline{461352 \text{ Joule}}}$$

Beispiel 2 : Eine Trainingsfrau absolviert im Krafttraining
die Übung

Kniebeuge mit der Langhantel .

Die Hantel wiegt 30 kg , das vertikal bewegte Körpergewicht
betrage 55 kg , die Hubhöhe der Hantel betrage 40 cm .

Daraus ergibt sich ein Arbeitswert von :

$$W = \frac{85 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{333,54 \text{ Joule}}}$$

Kleiner Einschub :

Die Umrechnung von Joule und Calorie :

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^2 / 1 \text{ s}^2$$

1 Calorie ist die Energiemenge , die benötigt wird ,
um 1 cm³ Wasser bei normalem Luftdruck
von 14,5 °C auf 15,5 °C zu erwärmen .

$$1 \text{ Calorie} = 4,1868 \text{ Joule}$$

Leistung

P (Power)

Leistung im physikalischen Sinne ist die
Arbeit pro Zeiteinheit

$$\text{Leistung } P = \frac{\text{Arbeit } W}{\text{Zeiteinheit } t}$$

$$1 \frac{J}{s} = 1 \text{ Watt}$$

Kleines Rechenbeispiel zu Arbeit und Leistung :

Ergometerrudern :

1 Stunde bei 200 Watt Leistung :

Die erbrachte Arbeit beträgt

$$200 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = \underline{\underline{720000 \text{ Joule}}}$$

$$\approx 172248,8 \text{ cal oder } \underline{\underline{172,25 \text{ kcal}}}$$

Aber

Auf der Ergometer-Anzeige stehen ca. 1000 kcal !!!

Wie kann das angehen ???

Die Lösung :
Der Wirkungsgrad beim Rudern
liegt bei max. 20 % !!

Der Rest der Energie geht in Wärme
und “unnützen Bewegungen” verloren.

Drehmoment

Bezeichnung : M

Das Drehmoment beschreibt die Kraft , die mittels eines
Hebels an einem Punkt angreift ,
um ihn in Rotation zu versetzen.

Drehmoment = Kraft x Radius

$$M = N \times m$$

$$1 \text{ N} \times 1 \text{ m} = \underline{\underline{1 \text{ Nm}}}$$

Beispiel :

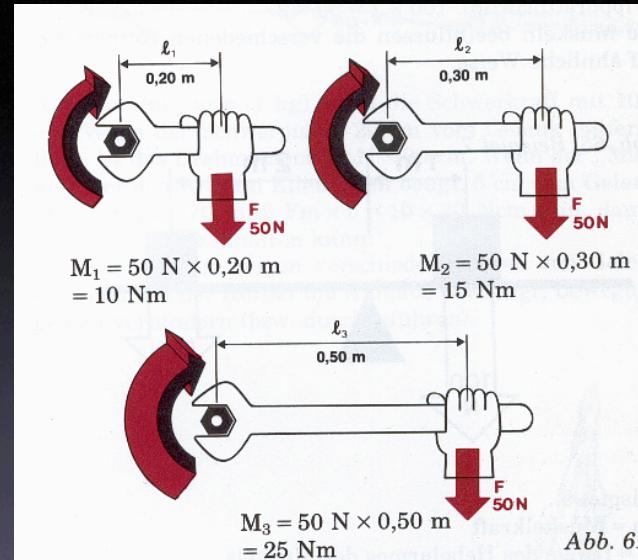


Abb. 61
Wirhed 1988

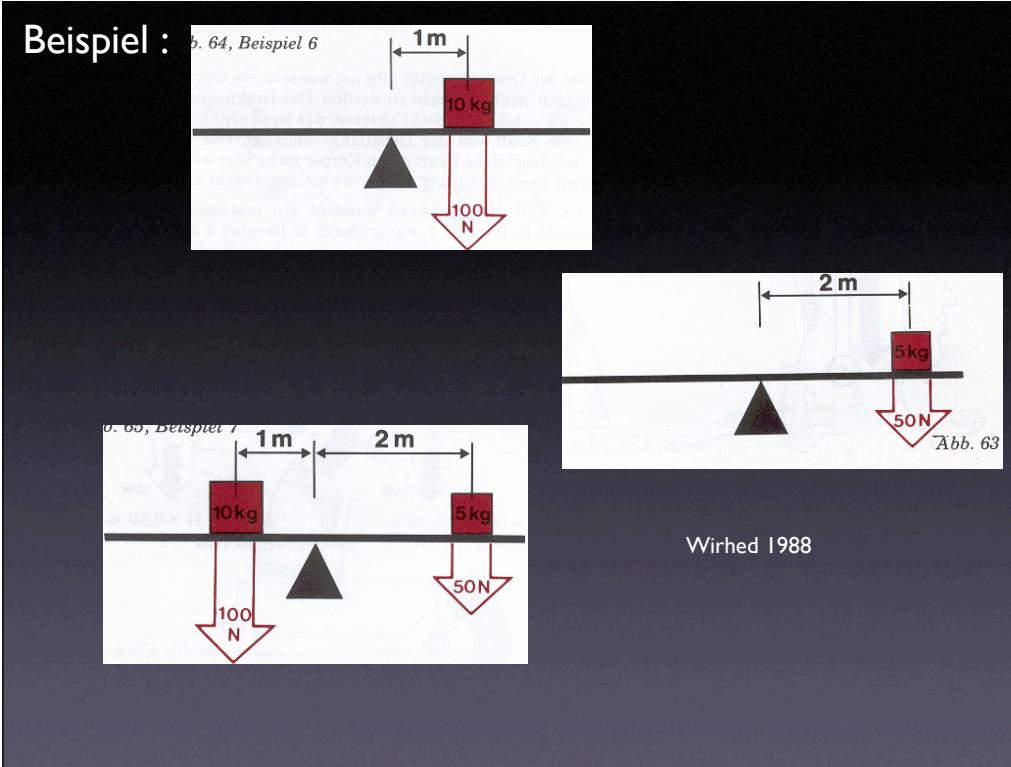
Das Hebelgesetz

Definition :

$$\text{Kraft} \times \text{Kraftarm} = \text{Last} \times \text{Lastarm}$$

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

Beispiel :



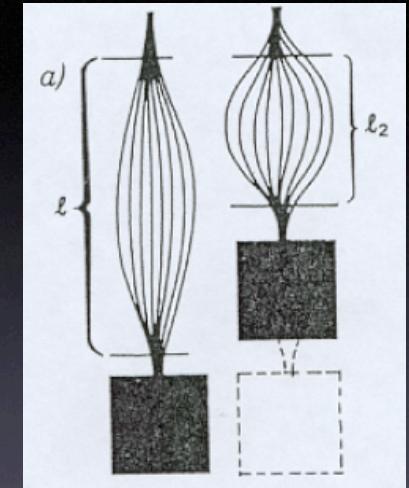
Ende des I. Teils



Teil 2



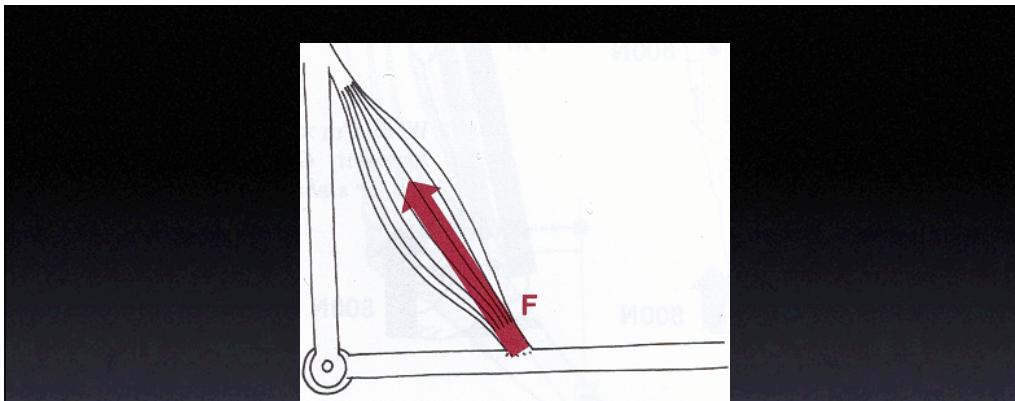
Kräfte im menschlichen Körper



Muskeln können nur in eine Richtung wirken.
Bei Verkürzung werden Ansatz und Ursprung einander angenähert.

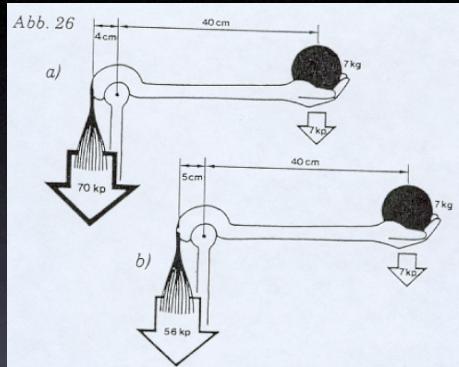
Muskeln können sich bis auf die Hälfte ihrer normalen Länge verkürzen.

Wirhed 1988



Wirhed 1988

Erst durch die Umlenkung über ein Gelenk
und im Zusammenspiel mit
anderen Muskeln und Gelenken
entsteht eine komplexe Bewegung.

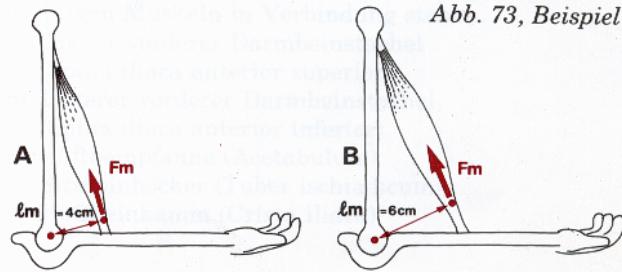


Zur Beurteilung der Muskelkraft
ist die Kenntnis über die
Hebelverhältnisse
im Körper notwendig.

Diese Hebelverhältnisse
ändern sich
nach der Pubertät
nicht mehr.

Wirhed 1988

Abb. 73, Beispiel 1



Wirhed 1988

Es wäre schön, wenn wir einfach
den Ansatz des Muskels
verschieben könnten

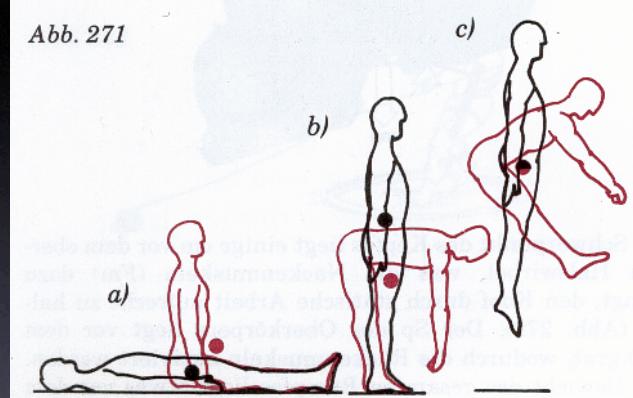
Kleiner Einschub :

Der Körperschwerpunkt

... ist ein theoretischer Punkt
innerhalb oder außerhalb des Körper's,
abhängig von der Körperstellung,
in dem sämtliche Körpermasse
voll ausbalanciert vereinigt ist.

Die Lage des Gesamtschwerpunktes

Abb. 271



Wirhed 1988

bei verschiedenen
Körperhaltungen

Teilkörperschwerpunkte

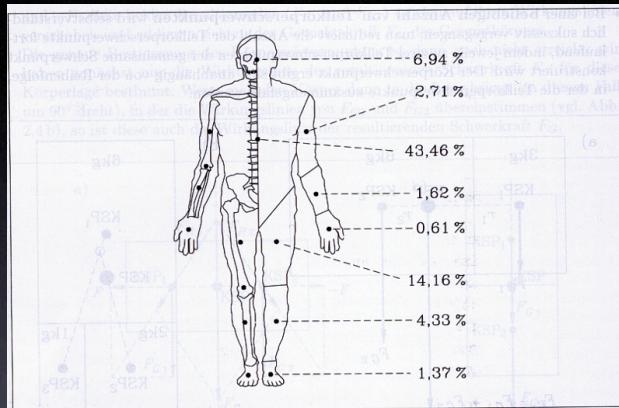


Abbildung 2.6: Die Lage der Teilkörperschwerpunkte beim Menschen und die Prozentzahlen der zugehörigen Teilmassen. (nach: SZIORSKI/ARUIN/SELJANOW 1984, 43 u. 49)

Kassat 1993

Kräfte, die auf die Wirbelsäule wirken:

Im Stehen

Wirhed 1988

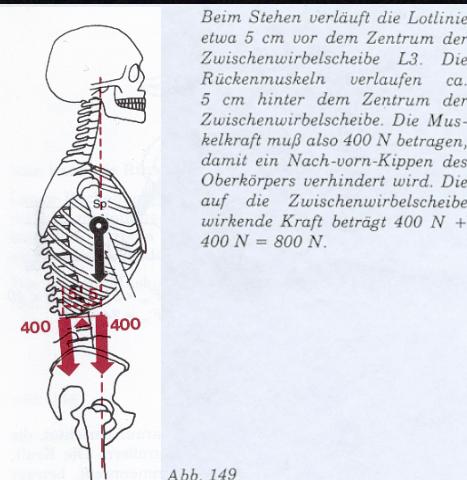
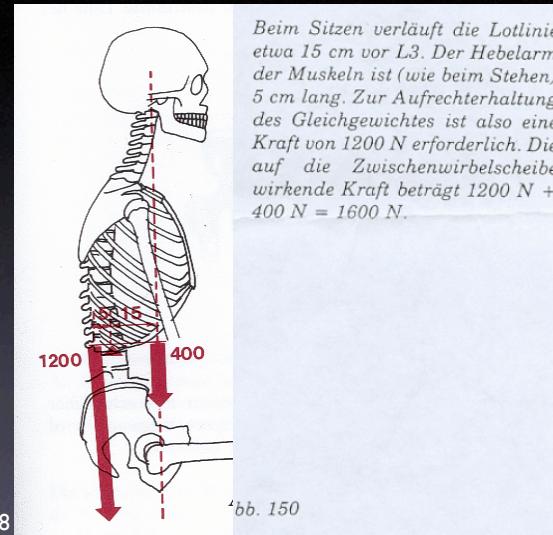


Abb. 149

Beim Stehen verläuft die Lotlinie etwa 5 cm vor dem Zentrum der Zwischenwirbelscheibe L3. Die Rückenmuskeln verlaufen ca. 5 cm hinter dem Zentrum der Zwischenwirbelscheibe. Die Muskelkraft muß also 400 N betragen, damit ein Nach-vorn-Kippen des Oberkörpers verhindert wird. Die auf die Zwischenwirbelscheibe wirkende Kraft beträgt $400 \text{ N} + 400 \text{ N} = 800 \text{ N}$.

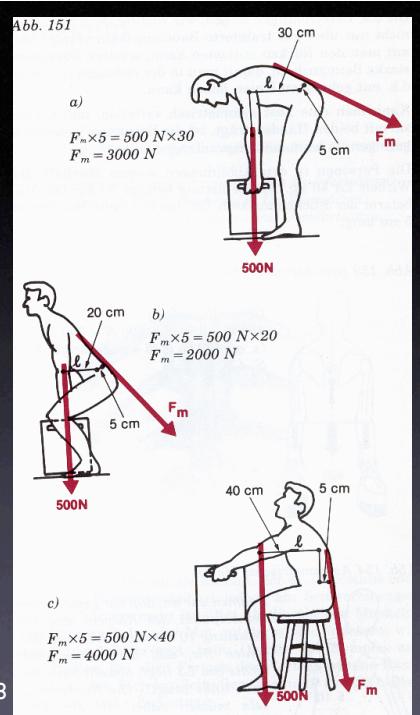
Und im Sitzen



Klassisches Beispiel :

Das Heben einer Kiste

Wirhed 1988



Durch eine ungünstige
Rückenhaltung
kann die
punktuelle Belastung
um ein Vielfaches
ansteigen

aber ...

was ist mit dem Knie ...?!

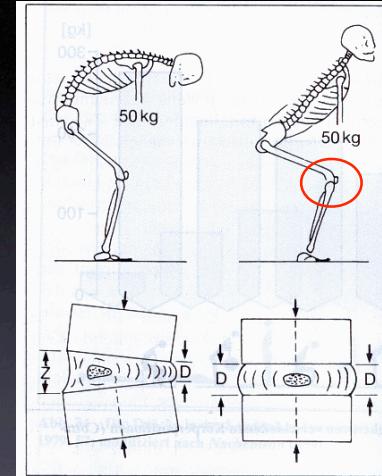
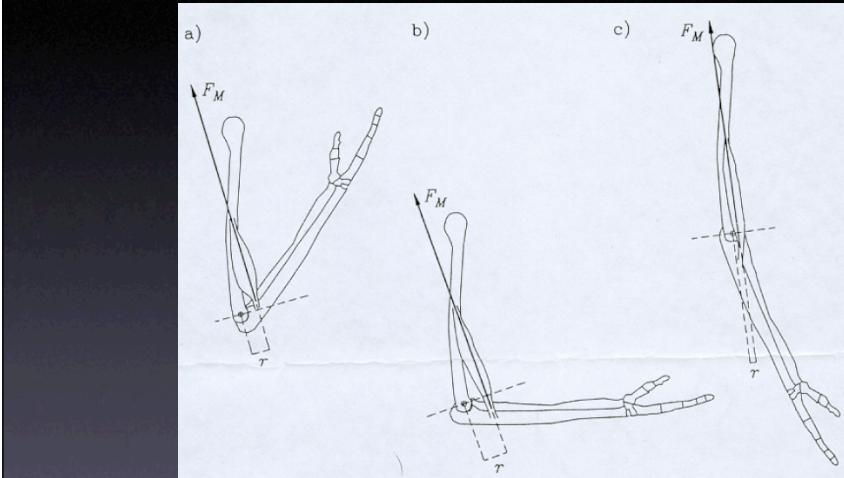


Abb. 36 Die Belastung der Bandscheibe beim Heben eines Gewichts von 50 kg mit gebeugtem und geradem Rücken (nach Münchinger; in Junghans, Schmorl 1968, 22). D = Druck, Z = Zug.

Kassat 1993

Einige Besonderheiten während einer Bewegung

Änderung des Drehmoment während der Bewegung



Kassat 1993

Hebeländerung während der Bewegung

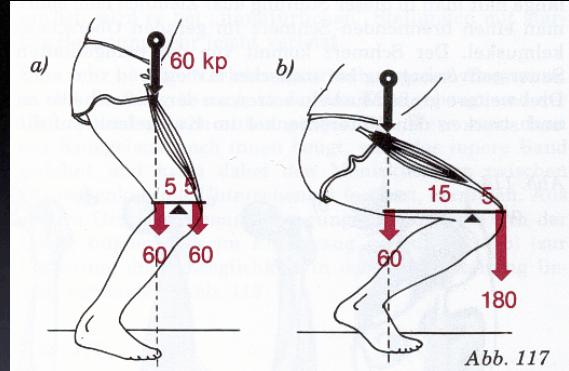


Abb. 117 Wirthed 1988

Beim Gehen in die Kniebeuge bewegt sich der Schwerpunkt
der zu bewegenden Last vom Drehpunkt weg .
Das Hebelverhältnis ändert sich und die Arbeitsmuskulatur
und das Kniegelenk werden stärker belastet
je tiefer in die Kniebeuge gegangen wird !!!

Funktionen und Aufgaben der Kniescheibe

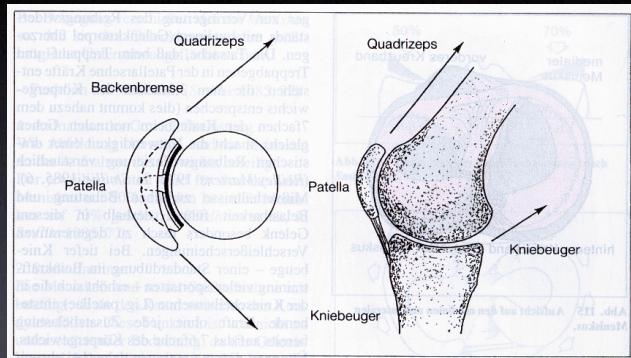


Abb. 114 Die Bremsfunktion der Kniescheibe, vergleichbar einer „Backenbremse“ (nach Smillie 1985, 6).

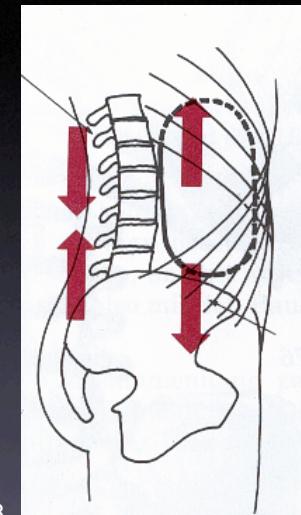
Kassat 1993

“Bremsklötz”, Hebelverlängerung
und Schutz des Kniegelenkes

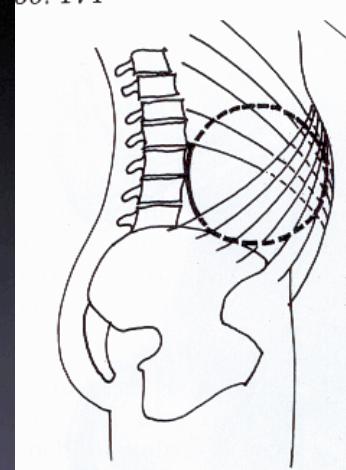
Unterstützung der Wirbelsäule durch die Bauchmuskulatur

Die Zwischenwirbelscheiben werden bei Kraftanstrengung durch Anspannen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells entlastet.

Die Wirbelsäule kann durch eine gut ausgebildete Rumpfmuskulatur um bis zu **40 %** entlastet werden !!



Wirhed 1988



Wirhed 1988

Eine gut gefestigte
Bauchmuskulatur
spielt auch unter
ästhetischen Gesichtspunkten
eine gewisse Rolle ...

Ende des 2.Teils



Teil 3



Kräfte im Boot

Auf ein schwimmendes Boot wirken folgende Kräfte :

Schwerkraft / Gewichtskraft



Auftriebskraft

Hat das Boot seine Schwimmlage erreicht ,
dann befinden sich
Schwerkraft und Auftriebskraft im Gleichgewicht

Beim fahrenden Boot kommen hinzu :



Vortriebskraft :

Physische Leistungsfähigkeit
des Ruderers

Bremskraft :

Reibungswiderstand ,
Formwiderstand ,
“Stampfwiderstand”

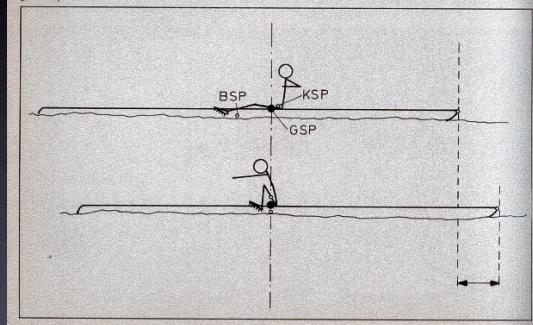
Befinden sich
Vortriebskraft und Bremskraft im Gleichgewicht ,
so bewegt sich das Boot
mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit
durch das Wasser



Anmerkungen zur Geschwindigkeit des fahrenden Ruderbootes

Die Geschwindigkeit des Gesamtschwerpunktes ist in etwa gleich

Abb. 4: Bewegung des KSP relativ zum Gesamtsystem und die Auswirkungen auf das Boot (nach NOLTE 1981) (GSP=Gesamtschwerpunkt; BSP=Bootschwerpunkt)



Nolte 1984

Durch das Verschieben von
Boots- und Körperschwerpunkt
ändert sich die Bootsgeschwindigkeit im Schlag ständig

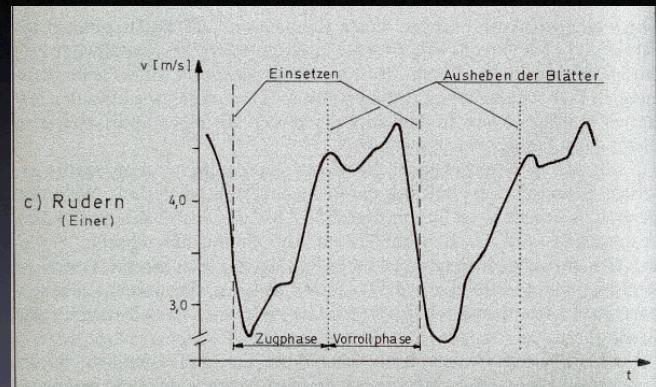
I.

Die Bootsgeschwindigkeit während eines Ruderschlags
ändert sich ständig .

Die Geschwindigkeit ist kurz nach dem Wasserfassen
am geringsten

und nach dem Ausheben / “Hände weg”
beim Vorrollen am größten

Bootsgeschwindigkeit innerhalb des Ruderschläges



Nolte 1984

2.

Der Bremswiderstand wächst mindestens
im Quadrat zur Bootsgeschwindigkeit .

D. h. wenn die Bootsgeschwindigkeit
verdoppelt werden soll ,

muß die Vortiebskraft
vervierfacht werden !

Wenn man nun die mittlere Bootsgeschwindigkeit
um **10 %** erhöhen will ,



muß die Vortriebskraft
um **21 %** erhöht werden !

Für eine Erhöhung der mittleren Bootsgeschwindigkeit ist es neben dem Training der physischen Leistungsfähigkeit also notwendig ,

daß die Bremskräfte minimiert werden .

Die biomechanischen Prinzipien des Ruderschlags nach Dr. Volker Nolte

Anmerkungen zum Gebrauch der Prinzipien

- Jedes Prinzip steht erst mal für sich separat
- Die Prinzipien stellen einen Idealtypus nach rein mechanischen Gesichtspunkten dar
- Die Prinzipien widersprechen teilweise einander
- **Die optimale Synthese aller Prinzipien für jeden einzelnen Ruderer liegt beim Trainer**

Das Prinzip des “langen Ruderschlags”

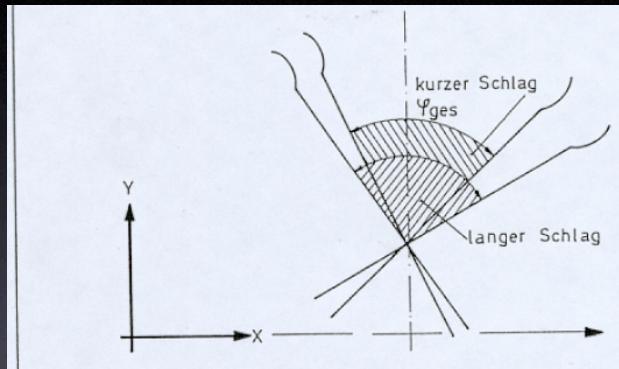
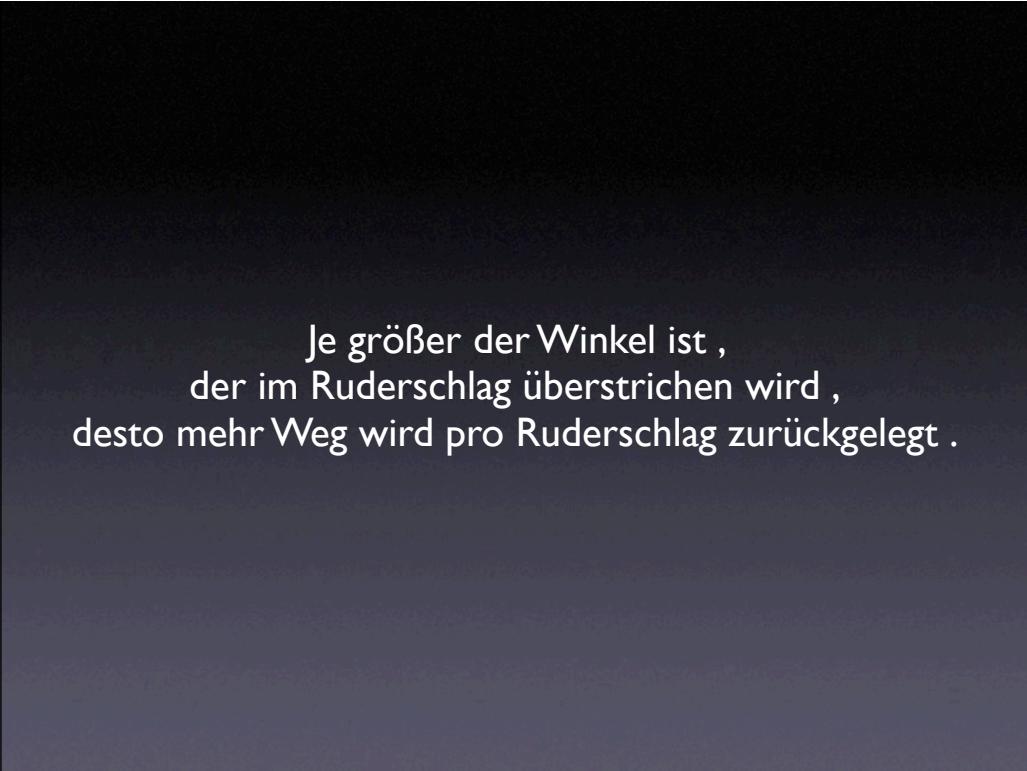


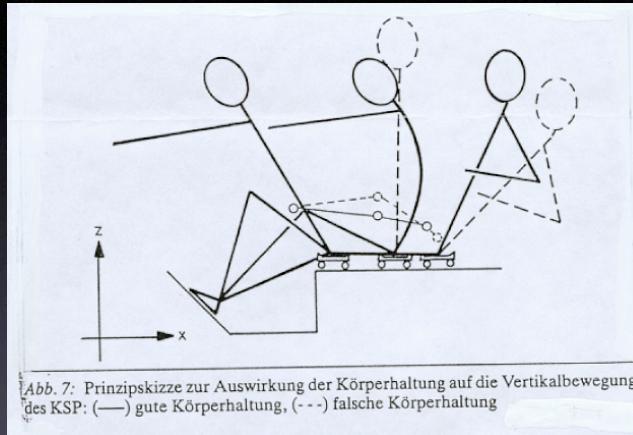
Abb. 6: Prinzipskizze zum langen Ruderschlag (nach NOLTE 1984 c)

Nolte 1984



Je größer der Winkel ist ,
der im Ruderschlag überstrichen wird ,
desto mehr Weg wird pro Ruderschlag zurückgelegt .

Das Prinzip der “Minimalen Vertikalbewegung des KSP”



Nolte 1984

Das Prinzip der “Minimierung der Horizontalbeschleunigung des KSP”

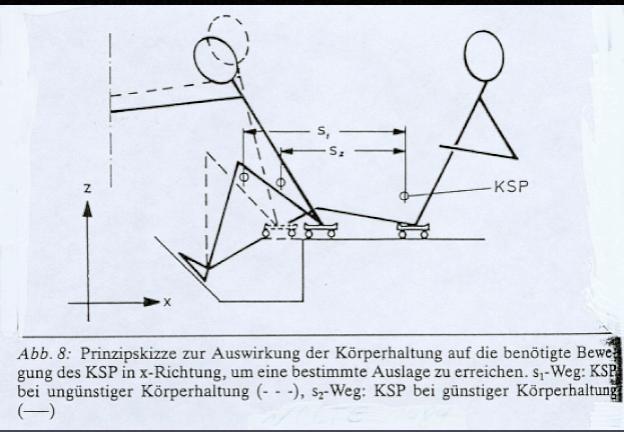


Abb. 8: Prinzipskizze zur Auswirkung der Körperhaltung auf die benötigte Bewegung des KSP in x-Richtung, um eine bestimmte Auslage zu erreichen. s_1 -Weg: KSP bei ungünstiger Körperhaltung (- - -), s_2 -Weg: KSP bei günstiger Körperhaltung (—)

Nolte 1984

Dagegen sagt Bill Sayer :

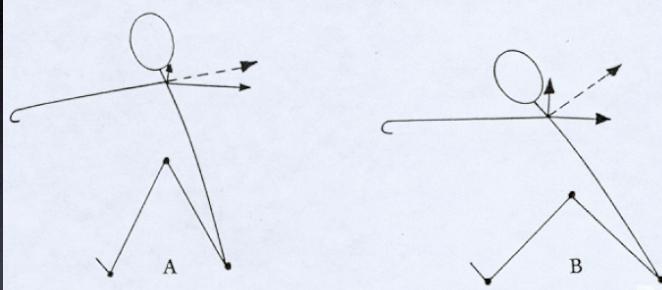


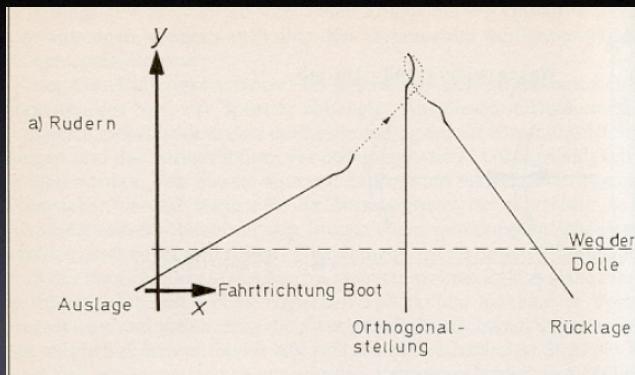
Fig. 19 Components of forces at different body positions. In B the leg muscles are not being fully utilized and energy is wasted in lifting the body.

Sayer 1996



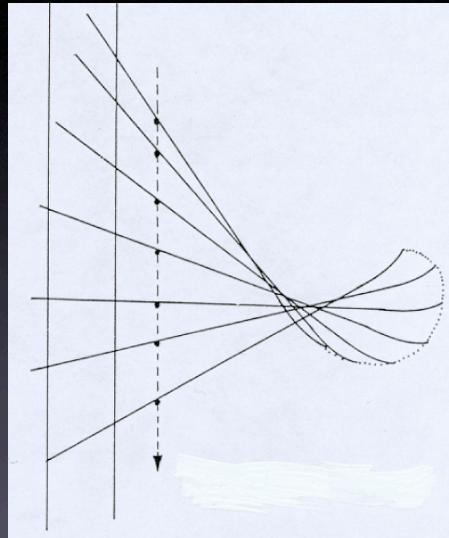
Verschiedene Vorstellungen
vom Weg , den ein Ruderblatt
im Wasser zurücklegt

Nolte



Nolte 1985

Sayer



Sayer 1996

Körner / Schwanitz

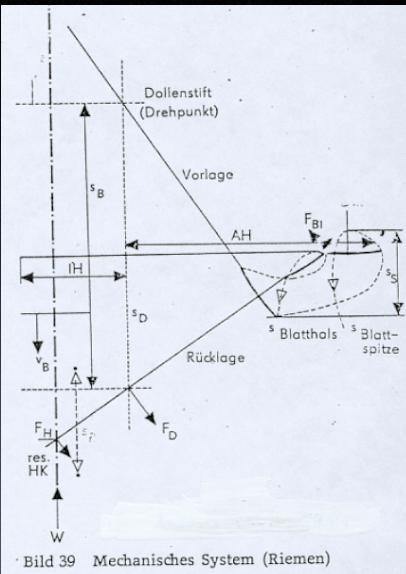


Bild 39 Mechanisches System (Riemen)

Körner / Schwanitz 1985

Für alle Vorstellungen des Blattweges im Wasser gilt :

I.

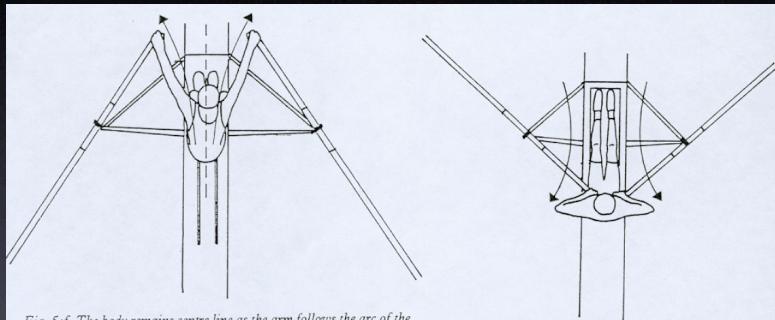


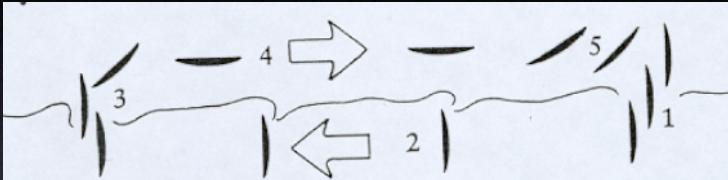
Fig. 5:f. The body remains centre line as the arm follows the arc of the sculls.

Fig. 5:h. The finish – the arms following the arc of the sculls.

Redgrave 1992

Die Griffe bewegen sich in einer Kreisbahn um die Dolle

2.



- 1 The blade is driven steeply and quickly into the water.
- 2 Blade just covered, constant depth.
- 3 Blade is extracted square, not feathered until clear of the water.
- 4 Blade kept clear of the water on the recovery.
- 5 Blade is brought down to the water as it is squared.

Redgrave 1992

Der Weg des Blattes aus der Sicht des Ruderers

3.

Der physikalisch notwendige Luftschlag beim Wasseraufen

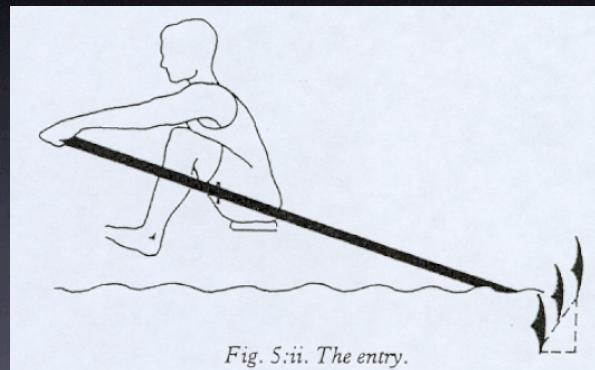


Fig. 5:ii. The entry.

Redgrave 1992

Folgerungen für das Trimmen von Ruderbooten

Einstellmöglichkeiten an der Dolle

- Dollenhöhe
- Dollenabstand
- Stellung der Dolle in Längsrichtung
- Dollenstift
- Dollenanlagewinkel

Einstellmöglichkeiten am Stemmbrett

- Stellung in Längsrichtung
- Neigung
- Höhe der Schuhe

Einstellmöglichkeiten am Skull / Riemen

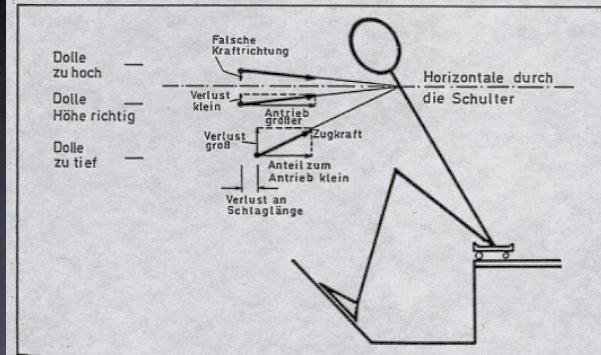
- Übersetzung von Innen- / Außenhebel
- evtl. Gesamtlänge
- evtl. Anlagewinkel an der Manschette

Weitere Einstellmöglichkeiten

- Rollschienen in Bootslängsrichtung
- Fußsteuer mittels Justierung am Steuerschuh
- Steuer am Steuercross / Peilvorrichtung

Dollenhöhe

Abb. 11: Prinzipskizze über die Auswirkung der Dollenhöhe auf die Schlaglänge und die Richtung der Zugkraft



Nolte 1989

Was passiert , wenn die Dolle zu niedrig geriggert ist ?

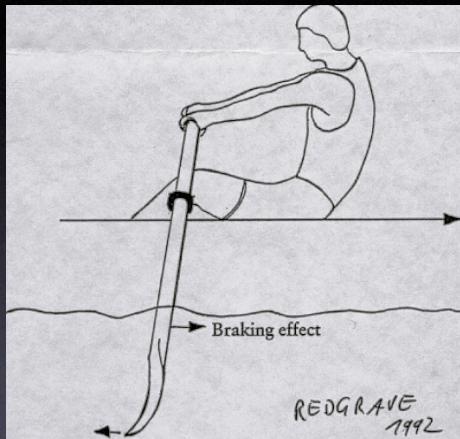


Fig. 11 The braking effect if the blade is too deep.

Redgrave 1992

Dollenabstand

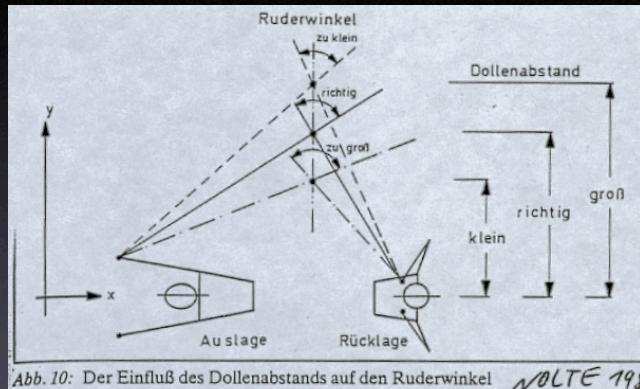


Abb. 10: Der Einfluß des Dollenabstands auf den Ruderwinkel VOLTE 1989

Nolte 1989

Dollenabstand / Innenhebel / Übergriff

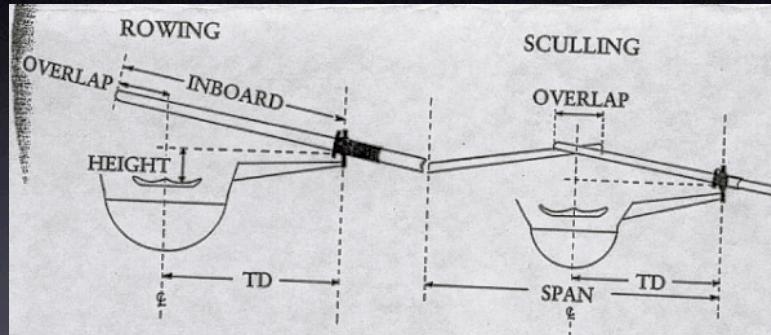
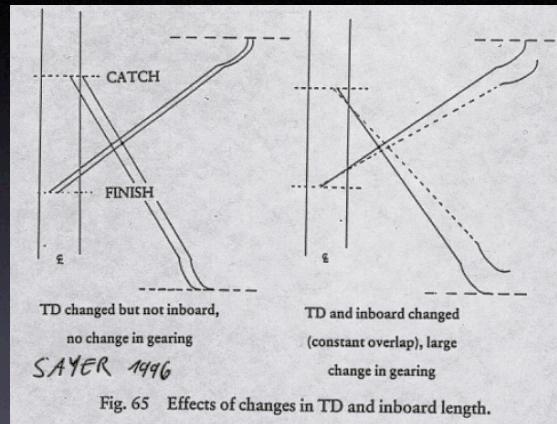


Fig. 66 Overlap in rowing and sculling.

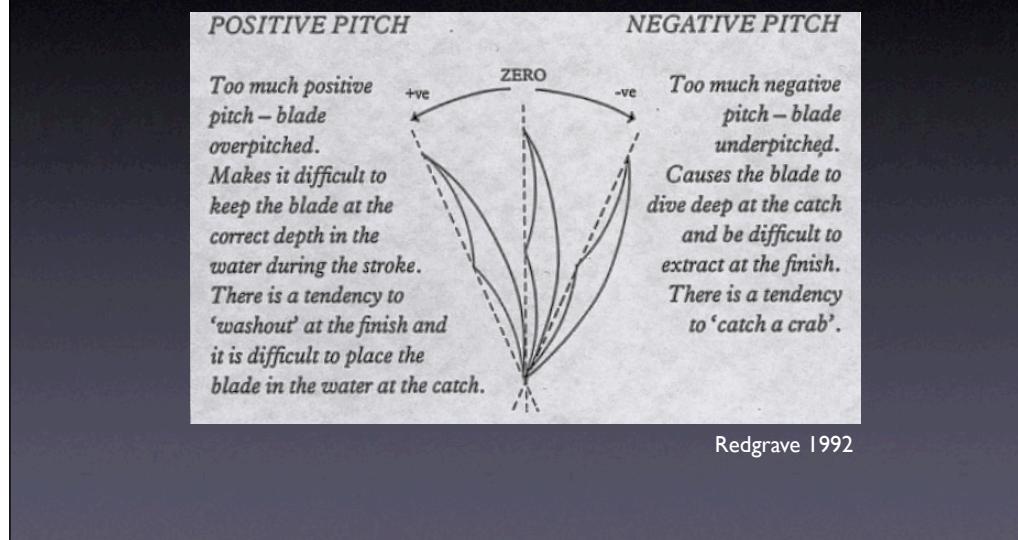
Sayer 1996

Einhergehend mit der Einstellung von Dollenabstand
und Innenhebel muß der Übergriff beachtet werden !!

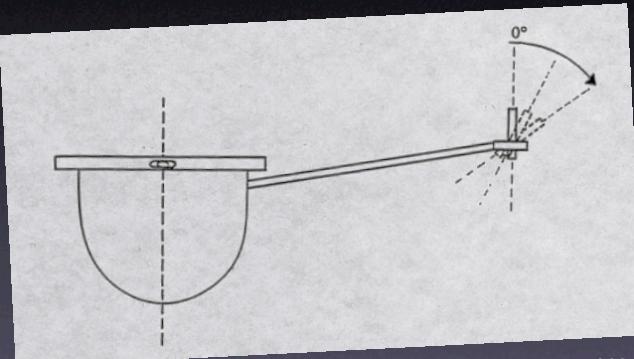


Sayer 1996

Anlagewinkel am Blatt



Stellung des Dollenstiftes



Redgrave 1992



Was passiert bei

...Außenneigung ?

In der Auslage hat das Blatt viel Anlagewinkel und zum Endzug hin wird der Winkel kleiner .



Im Anriß ist das schwierig im Wasser zu halten und im Endzug neigt es zum “Absaufen”

... Innenneigung ?

In der Auslage hat das Blatt wenig Anlagewinkel und zum Endzug hin wird der Winkel größer .



Die Druckaufnahme gestaltet sich schwierig , weil das Blatt “absäuft” und zum Endzug hin wäscht das Blatt aus .

... Neigung zum Bug (Rückneigung) ?

In der Auslage ist der Anlagewinkel normal ,
im Mittelzug wird er weniger
und zum Endzug hin wird er wieder größer.



Der Anriß gestaltet sich normal ,
im Mittelzug säuft es ab
und zum Endzug hin nimmt es
die normale Schwimmlage ein .

... Neigung zum Heck (Vorneigung) ?

In der Auslage ist der Anlagewinkel normal ,
im Mittelzug wird er größer
und zum Endzug hin wieder kleiner.



Der Anriß gestaltet sich normal ,
im Mittelzug wischt das Blatt aus
und zum Endzug hin nimmt es
die normale Schwimmlage ein.

Normalerweise kommen diese Erscheinungen nicht isoliert vor , sondern in den verschiedensten Kombinationen , z.B. der Dollenstift hat eine Innen-Rückneigung .

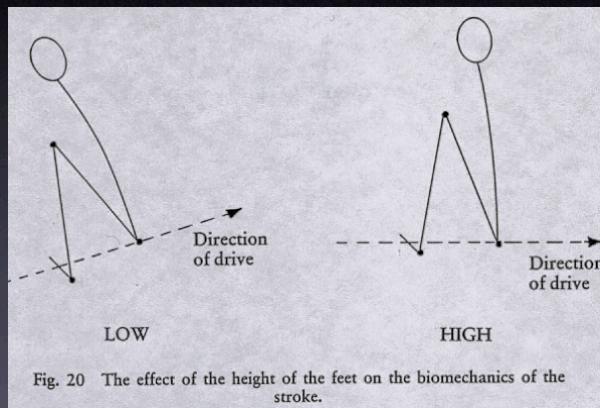
Wenn dann noch an Backbord und Steuerbord die Verbiegungen nicht gleichmäßig sind , dann hat es ein Ruderanfänger äußerst schwer eine gute Rudertechnik zu erlernen !

Merke :

**Ein gut eingestelltes
Ruderboot
ist der beste Trainer !!!**

Einstellungen am Stemmbrett

Stemmbretthöhe



Sayer 1996

Stemmbretthöhe :

Schuhe so hoch , daß die Unterschenkel
in der Auslage
nicht über Senkrechte hinausgehen .

Stemmbrettneigung:

Ist abhängig von der Beweglichkeit des Athleten
im Sprunggelenk und von der Höhe der Schuhe.
Erfahrungswerte liegen bei 40 - 45 Grad
gegenüber der Horizontalen.

Position in Längsrichtung :

Das Stemmbrett so einstellen , daß der Sportler
in der Rücklage
mit den ausgestreckten Daumen
den unteren Rippenbogen berühren kann.

“Westentaschen-Probe”

**Rollschienen ,
Skulls / Riemen ,
Steuer / Fußsteuer**

Rollschienen :

In Längsrichtung so einstellen , daß der Rollstitz
in der Rücklage-Position (Westentaschen-Probe)
nicht am Rollbahnende anstößt.

Heckwärts sollte die Rollschiene einige cm
über die Dollenanlage hinausragen (4 - 12 cm)

Skulls / Riemen :

Übersetzung von Innen- und Außenhebel
nach dem Leistungsvermögen
des Sportlers (Dynamik im Durchzug)
Innenhebel in Abstimmung mit dem Dollenabstand



Übergriff

Steuer / Fußsteuer :

Nach Gefühl und Können
der Ruderer und Steuerleute

Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit

Bei weiteren Fragen:

www.mok-rowing.eu

moklages@aol.com