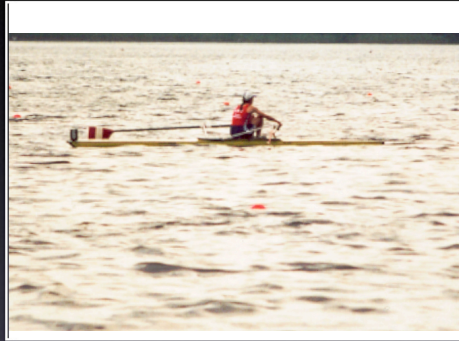


# Fachübungsleiter-/ Trainer-Fortbildungslehrgang

Referent : Marc-Oliver Klages ; Bremen



# Teil I:



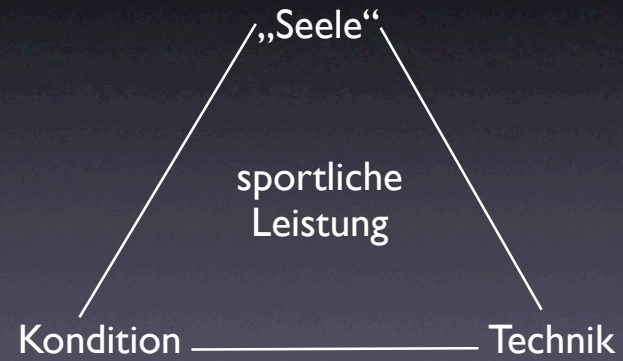
Physikalische Grundlagen der Ruderbewegung

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 :  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

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  $10 \text{ m/s}^2$

# 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  $F = \text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$

Maßeinheit :

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



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 :

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

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 :

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

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 cm<sup>3</sup> 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

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

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

## Kleines Rechenbeispiel zu Arbeit und Leistung :

Ergometerrudern :

I Stunde bei 200 Watt Leistung :

Die erbrachte Arbeit beträgt

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

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

# 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 :

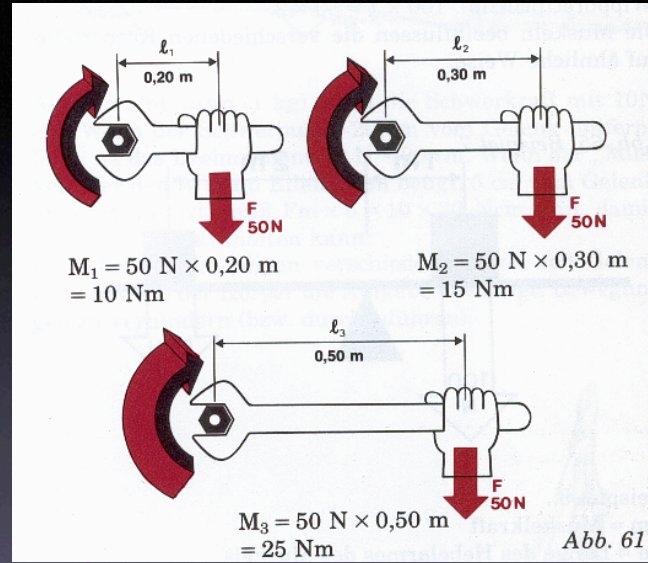


Abb. 61  
Wirhed 1988

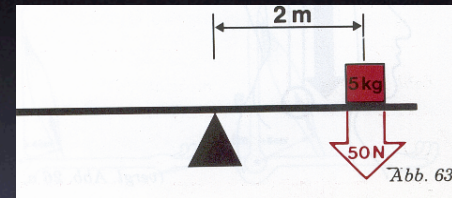
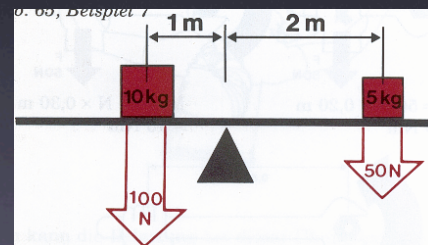
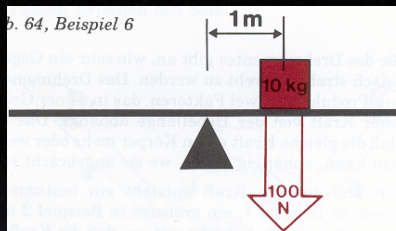
# Das Hebelgesetz

Definition :

Kraft  $\times$  Kraftarm = Last  $\times$  Lastarm

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

Beispiel : b. 64, Beispiel 6



Wirhed 1988

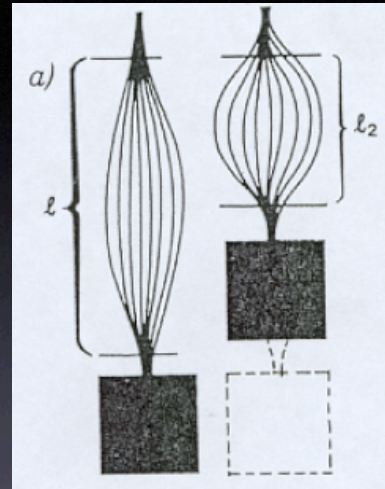
# Ende des I. Teils



## Teil 2



Kräfte im menschlichen Körper

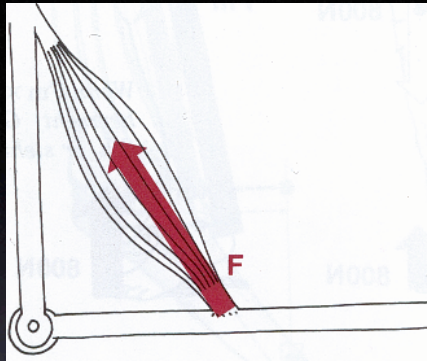


Wirhed 1988

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.

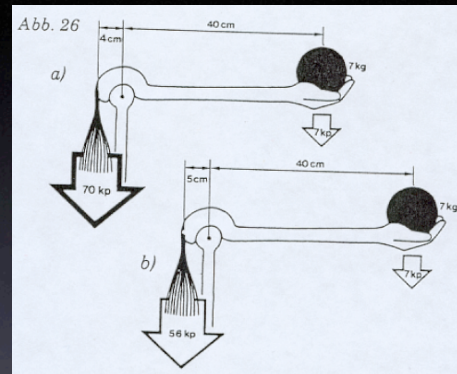




Wirhed 1988

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

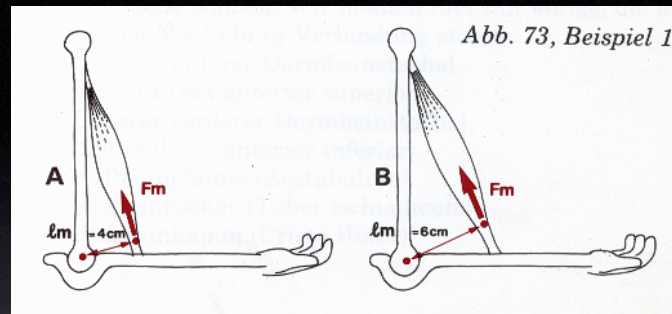




Wirhed 1988

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

Diese Hebelverhältnisse  
ändern sich  
nach der Pubertät  
nicht mehr.



Wirhed 1988

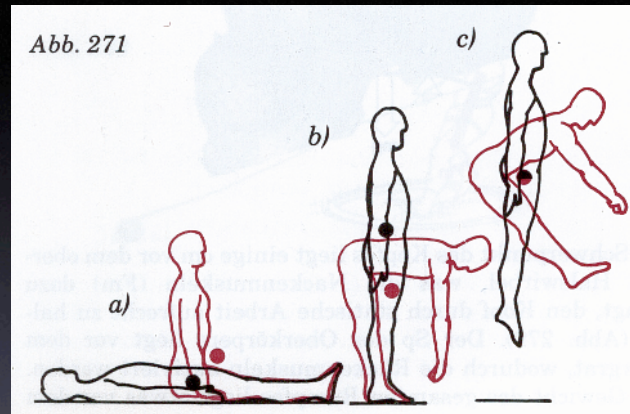
Es wäre schön, wenn wir einfach  
den Ansatz des Muskels  
verschieben könnten ....

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.

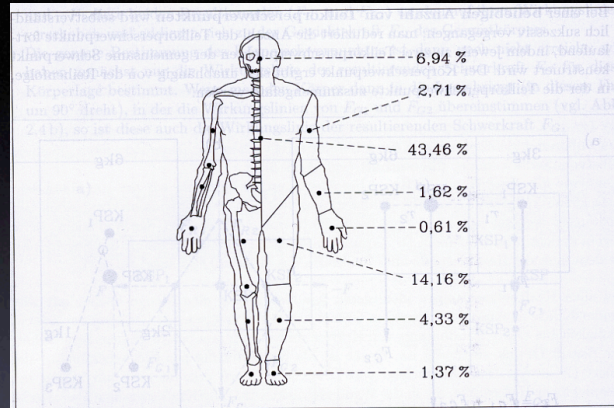
# Die Lage des Gesamtschwerpunktes



Wirhed 1988

bei verschiedenen  
Körperhaltungen

## Teilkörperschwerpunkte

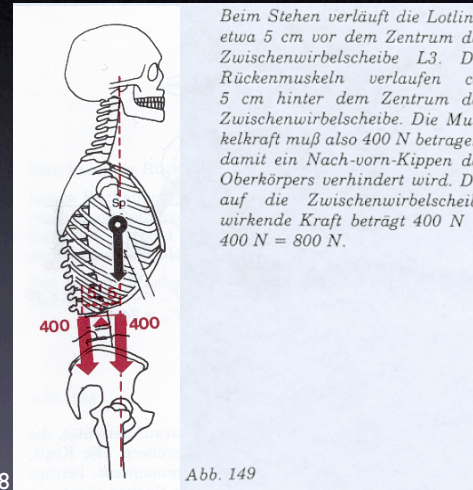


**Abbildung 2.6:** Die Lage der Teilkörperschwerpunkte beim Menschen und die Prozentzahlen der zugehörigen Teilmassen (nach: SAZORSKI/ARUIN/SELUJANOW 1984, 43 u. 49)

Kassat 1993

# Kräfte, die auf die Wirbelsäule wirken:

Im Stehen ...

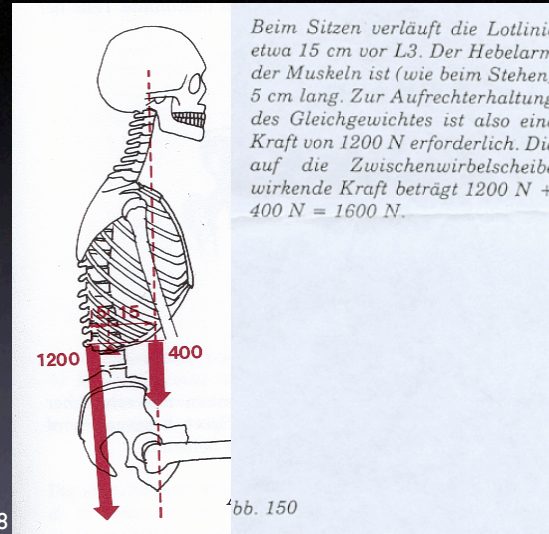


Wirhed 1988

Abb. 149



## Und im Sitzen .....



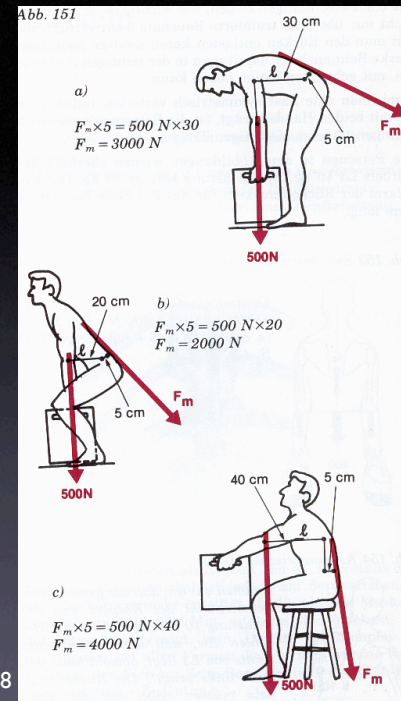
Wirhed 1988



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 ...?!

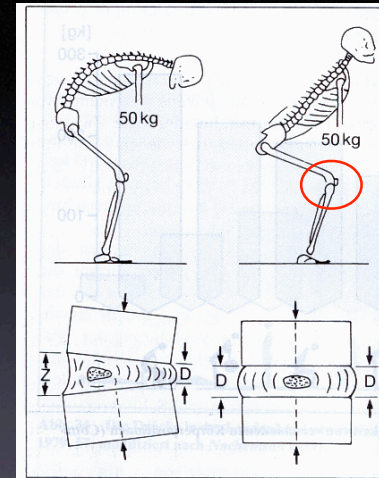
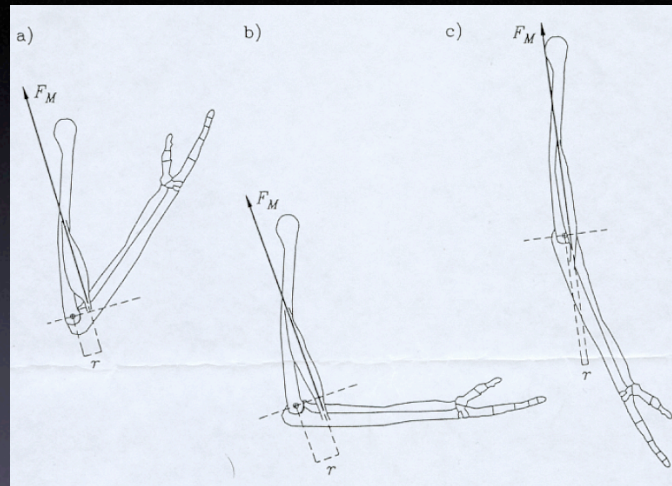


Abb. 36 Die Belastung der Bandscheibe beim Heben eines Gewichts von 50 kg mit gebeugtem und geradem Rücken (nach Münchinger; in Junghans, Schmorl 1968, 22). D = Druck, Z = Zug.

Kassat 1993

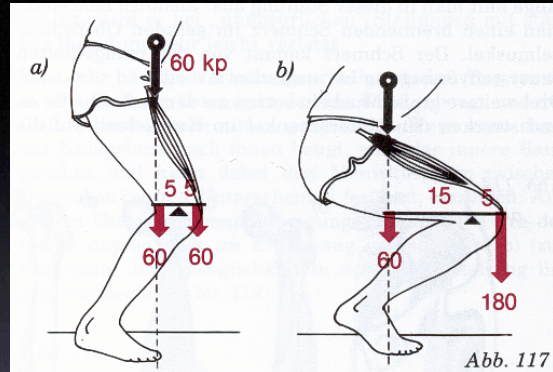
Einige Besonderheiten  
während  
einer Bewegung

## Änderung des Drehmoment während der Bewegung



Kassat 1993

## Hebeländerung während der Bewegung



Wirhed 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

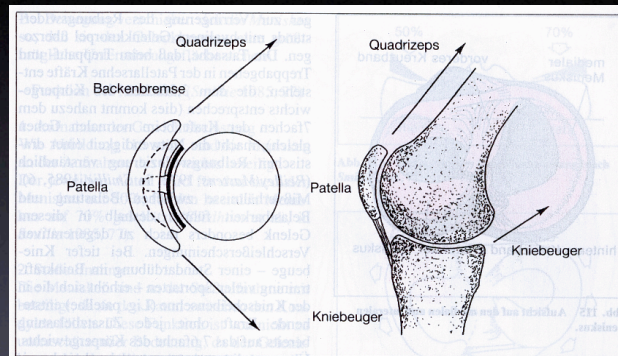


Abb. 114 Die Bremsfunktion der Kniescheibe, vergleichbar einer „Backenbremse“ (nach Smilie 1985, 6).

Kassat 1993

“Bremsklotz”, Hebelverlängerung  
und Schutz des Kniegelenkes

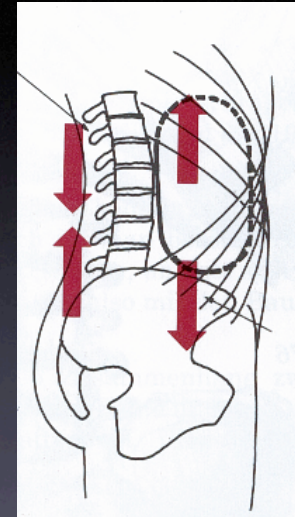


## Unterstützung der Wirbelsäule durch die Bauchmuskulatur

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

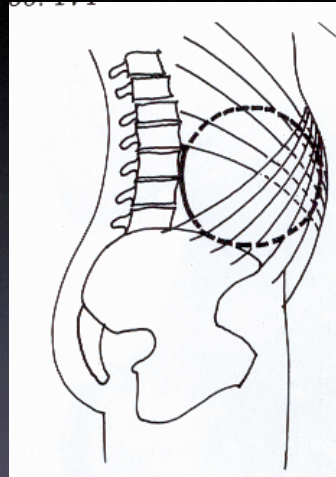
Die Wirbelsäule kann durch eine gut  
ausgebildete Rumpfmuskulatur

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

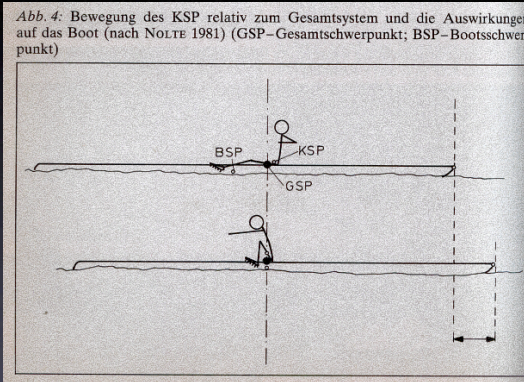




Anmerkungen  
zur Geschwindigkeit  
des fahrenden Ruderbootes



## Die Geschwindigkeit des Gesamtschwerpunktes ist in etwa gleich



Nolte 1984

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

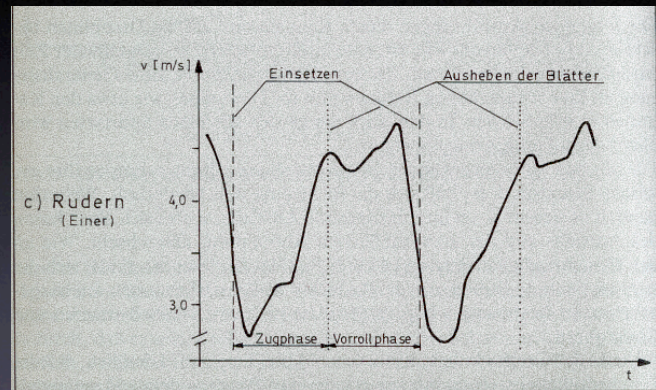
I.

Die Bootsgeschwindigkeit während eines Ruderschlages  
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 Ruderschlages



Nolte 1984

2.

Der Bremswiderstand wächst mindestens  
im Quadrat zur Bootsgeschwindigkeit .

D. h. wenn die Bootsgeschwindigkeit  
**verdoppelt** werden soll ,

muß die Vortriebskraft  
**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 Ruderschlages  
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 Ruderschlages”

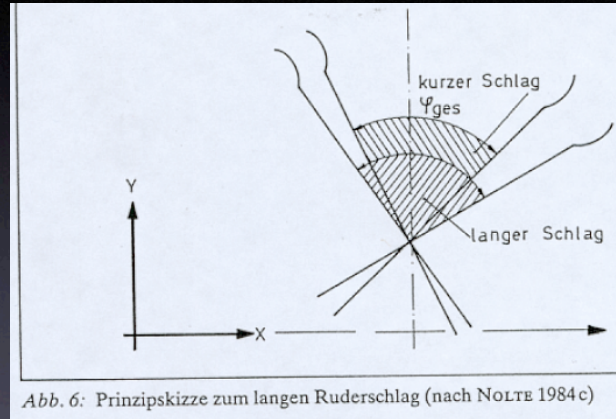
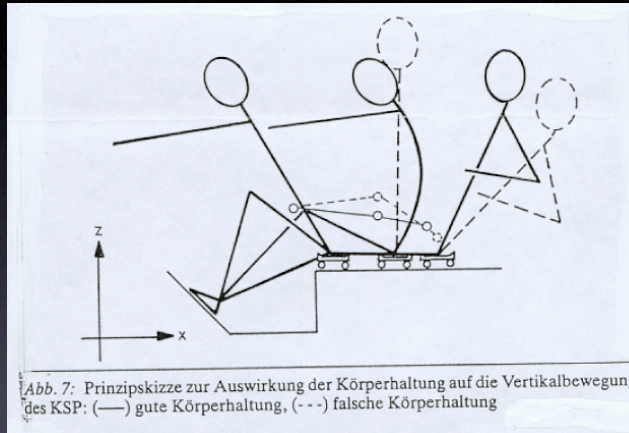


Abb. 6: Prinzipskizze zum langen Ruderschlag (nach NOLTE 1984c)

Nolte 1984

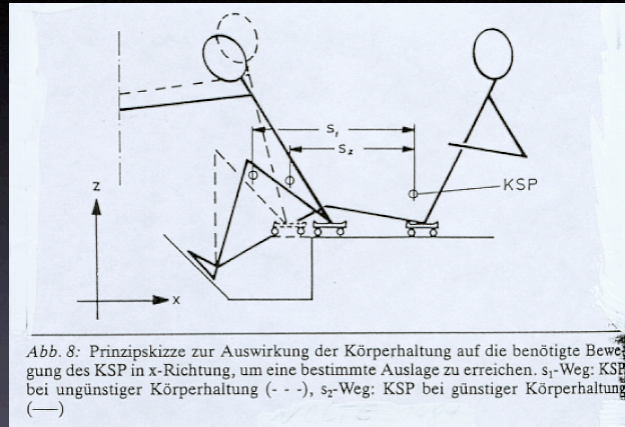
Je größer der Winkel ist ,  
der im Ruderschlag überstrichen wird ,  
desto mehr Weg wird pro Ruderschlag zurückgelegt .

## Das Prinzip der “Minimalen Vertikalbewegung des KSP”



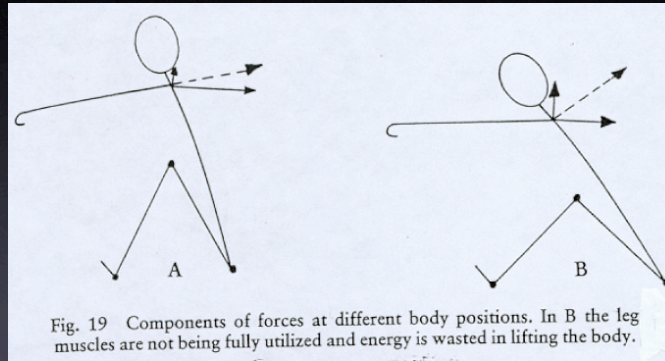
Nolte 1984

## Das Prinzip der “Minimierung der Horizontalbeschleunigung des KSP”



Nolte 1984

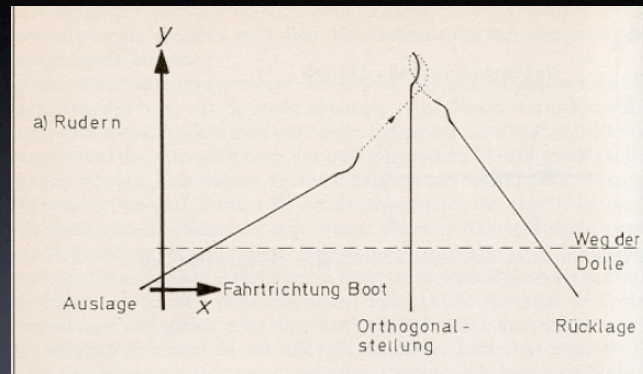
## Dagegen sagt Bill Sayer :



Sayer 1996

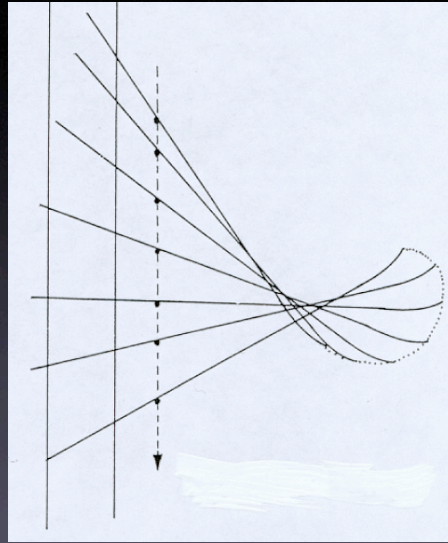


Verschiedene Vorstellungen  
vom Weg , den ein Ruderblatt  
im Wasser zurücklegt

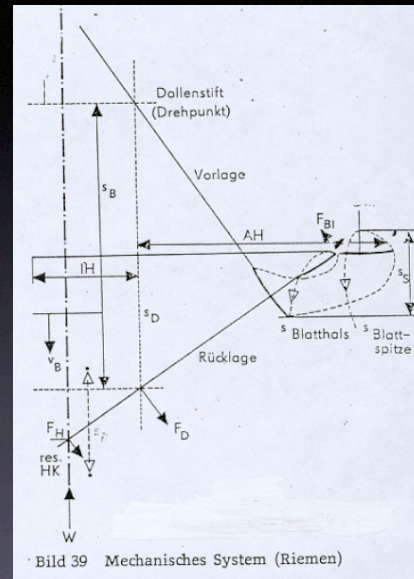


Nolte 1985

Sayer

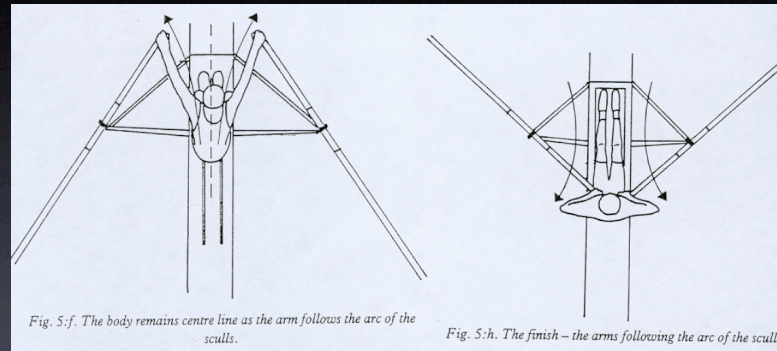


Sayer 1996



## Für alle Vorstellungen des Blattweges im Wasser gilt :

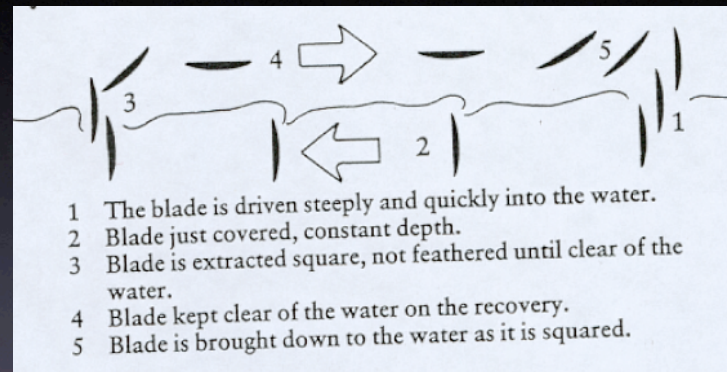
I.



Redgrave 1992

Die Griffe bewegen sich in einer Kreisbahn um die Dolle

2.



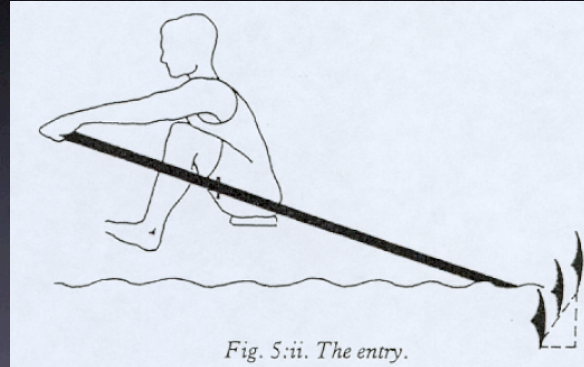
Redgrave 1992

Der Weg des Blattes aus der Sicht des Ruderers



3.

### Der physikalisch notwendige Luftschlag beim Wasserfassen



*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 Stembrett

- Stellung in Längsrichtung
- Neigung
- Höhe der Schuhe

# Einstellmöglichkeiten am Skull / Riemen

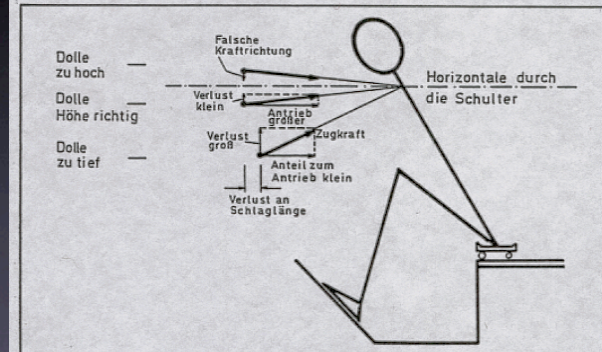
- Übersetzung von Innen- / Außenhebel
- evtl. Gesamtlänge
- evtl. Anlagewinkel an der Manschette

# Weitere Einstellmöglichkeiten

- Rollschienen in Bootsängsrichtung
- Fußsteuer mittels Justierung am Steuerschuh
- Steuer am Steuerkreuz / 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 ?

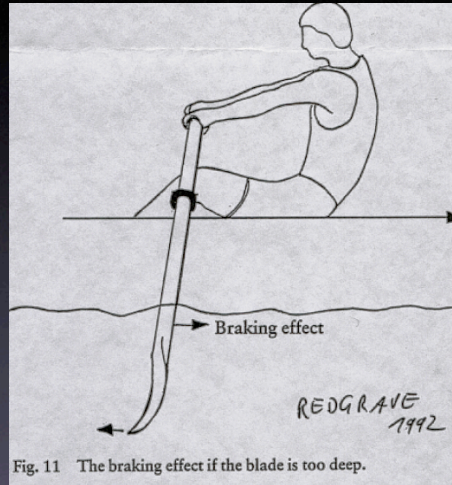
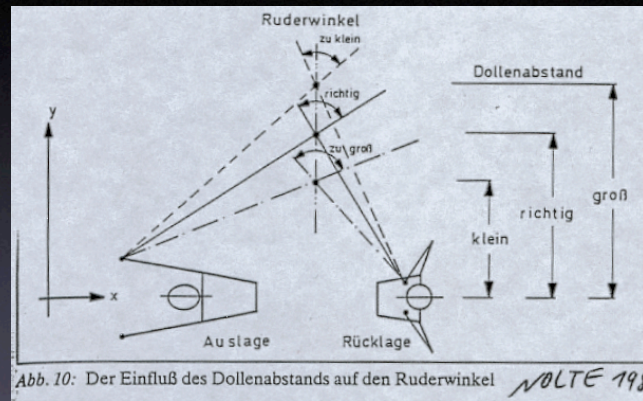


Fig. 11 The braking effect if the blade is too deep.

Redgrave 1992

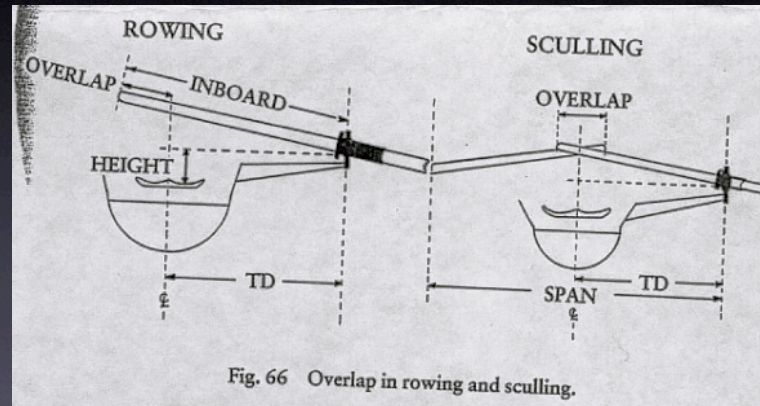


# Dollenabstand



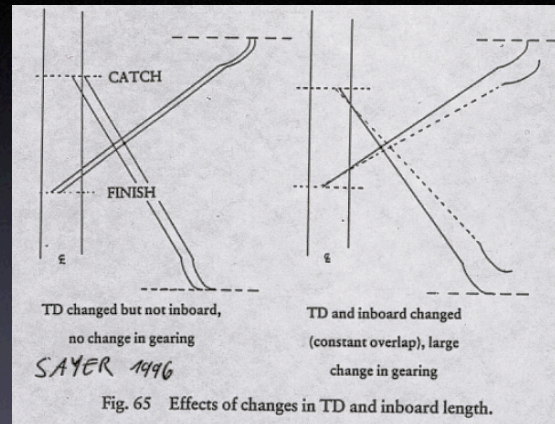
Nolte 1989

# Dollenabstand / Innenhebel / Übergriff



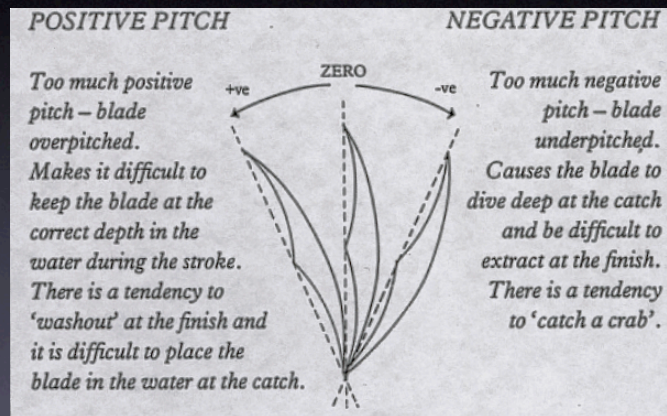
Sayer 1996

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



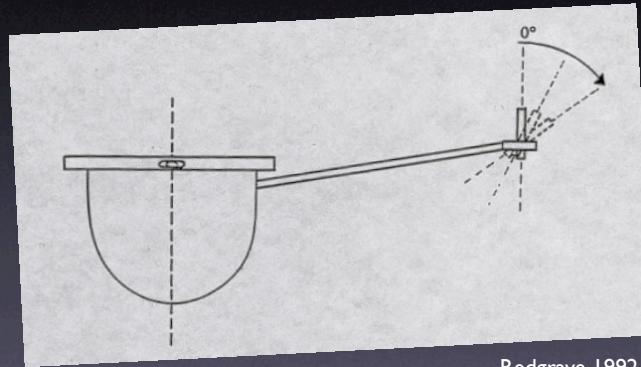
Sayer 1996

# Anlagewinkel am Blatt



Redgrave 1992

# 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 !

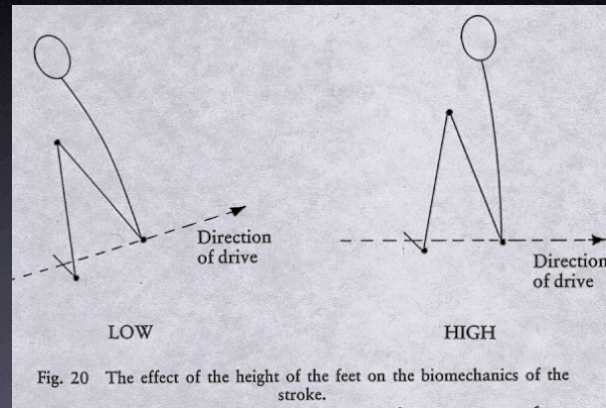
Merke :

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

# Einstellungen am Stembrett



# 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 Rollstuhl  
in der Rücklage-Position (Westentaschen-Probe)  
nicht am Rollbahnende anstößt.

Heckwärtig 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](http://www.mok-rowing.eu)

[moklages@aol.com](mailto:moklages@aol.com)