

Funktionelle und biomechanisch-orthopädische Betrachtung zum Meinungsstreit Halbe oder Tiefe Hantel-Kniebeuge

Funktionell: Effekte für Schnellkraftsteigerung

Biomechanisch-orthopädisch: Reaktion Kniegelenksstrukturen, Kniegelenksbelastung

Erfahrungen – Biomechanik – Kräfte Modelle - Kniegelenkskräfte

Hantel-Kniebeuge

„Viertel, Halb, Parallel oder Tief“



Viertel Kniebeuge
Kniewinkel 110°-140°



Halbe Kniebeuge
Kniewinkel ca. 90°- 100°

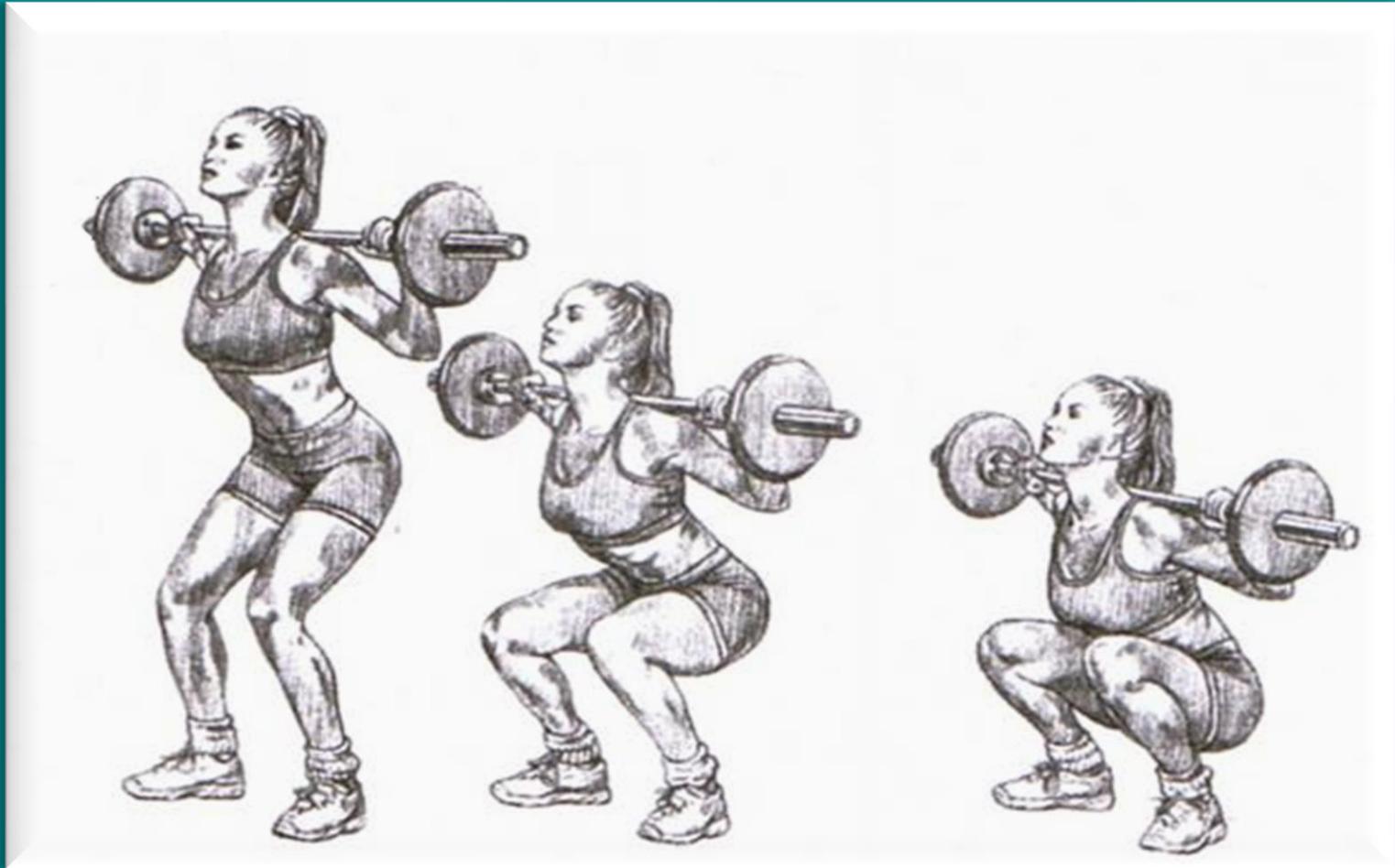


Parallele Kniebeuge
Kniewinkel 60°-70°



Tiefe Kniebeuge
Kniewinkel 40° - 45°

Hantel-Kniebeuge



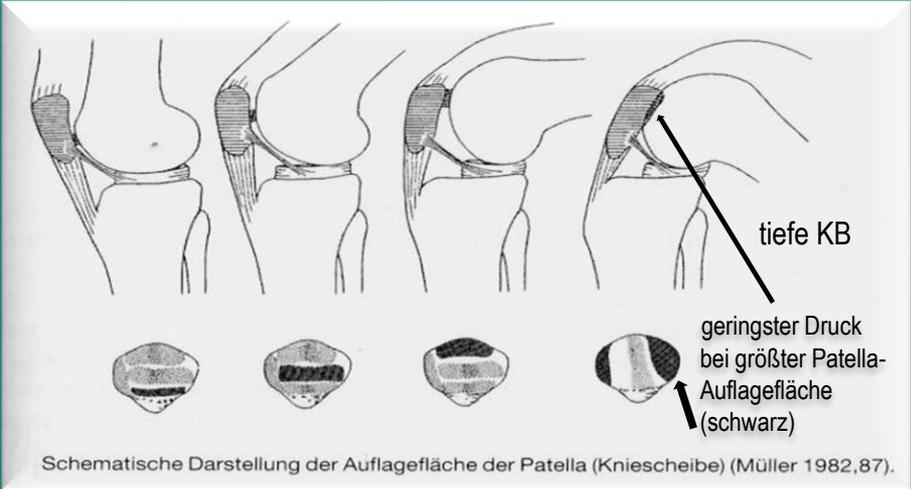
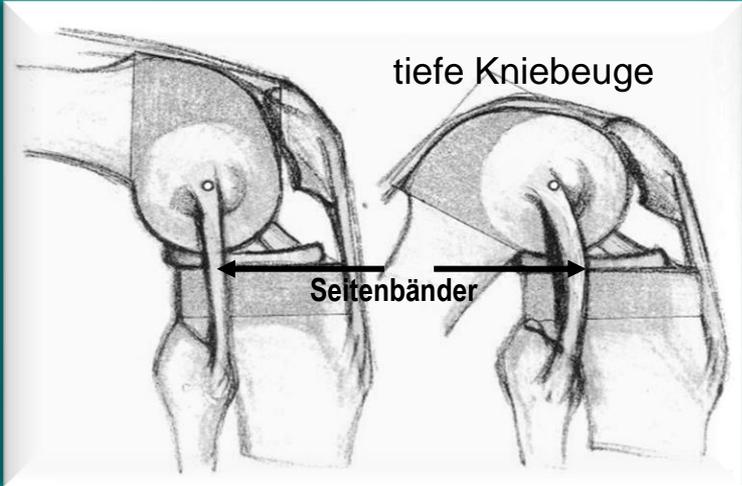
Halbe Kniebeuge
Kniewinkel ca. 90° - 100°

Parallele Kniebeuge
Kniewinkel ca. 60° - 70°

Tiefe Kniebeuge
Kniewinkel ca. 40° - 45°

BIOMECHANIK des Oberschenkel-Kniescheiben-Gelenks bei der tiefen Kniebeuge

Die tiefe Kniebeuge zeigt **keine pathogene** Disposition
Der subpatellare Druck ist gegenüber der halben Kniebeuge vermindert



Parallele und Tiefe Kniebeuge (60°-70° bzw. 40°- 45° Knie-Innenwinkel) vs.
„Halbe“ Kniebeuge (90°-100° Knie-Innenwinkel)

- Bei 90°-Abbremspunkt höhere Scherkräfte gegenüber tiefe Kniebeuge
- Kniegelenk in 90°-Position größter Abstand zur Lotlinie durch KSP (ca. 15cm)
- Auf Kniegelenk in 90°-Position (halbe Kniebeuge) wirkt größtes Lastmoment
- Höchste Kniebelastung bei Abbremsen und unmittelbar folgender Gegenbewegung in 90°-Position bei relativ hoher Beugegeschwindigkeit
- Aus tiefer Kniebeuge wird kritischer 90°-Winkel „in Bewegung“ passiert u. subpatellarer Gelenknorpel, Menisci u. vorderes Kreuzband werden weniger druck- und zugbelastet
- Aus tiefer KB leistet hauptsächlich die Gesäßmuskulatur den initialen Aufwärtsschub und unterstützt entscheidend die Quadrizepsmuskulatur
- Aus tiefer KB i.d.R. geringere Zusatzlast gegenüber halber KB
- In tiefer KB größere zweigeteilte Auflagefläche der Patella auf Femurkondylen (Müller, 1982) mit verbesserter subpatellarer Druckverteilung
- Bei Absenken in die tiefe Kniebeuge wird ab ca. 80° Knieinnenwinkel die Quadrizepssehne zunehmend um die Femurkondylen umgelenkt; die Druckverteilung auf eine größere Fläche führt zusätzlich zur Entlastung des Patellargelenks (Brandi, 1983)
- Die tiefe KB bewirkt eine Entspannung der Knie-Seitenbänder mit Verringerung der tibio-femorale Druckkraft
- Aus tiefer Front-KB geringste, maximale Zusatzlast gegenüber tiefer Nacken-KB und höheren KB (beste Oberkörperposition)
- Eine mögliche Gefahr liegt nicht in der KB-Tiefe, sondern in einer zu hohen Absenkgeschwindigkeit mit zu schnellem Abbremsen!
- Gehe so tief wie technisch korrekt und senke langsam exzentrisch ab!
- Die tiefe Hockposition ist auch eine natürliche, physiologische Haltung

Die tiefe Hockposition bei der tiefen Kniebeuge (TKB) vermeidet schädigende Kniegelenksbelastungen, die durch halbe oder Viertelkniebeuge provoziert werden können. Unter biomechanischem Aspekt ist der Anpressdruck auf die Kniescheibe bei TKB im Vergleich zu geringerem Bewegungsumfang der halben u. Viertelkniebeuge vermindert, und die Seitenbänder sind entspannt.

Die tiefe Position umgeht während der Streckphase den kritischen 90°-Winkel und bremst nicht mit Umkehrbewegung im Bereich des größten Drehmoments.

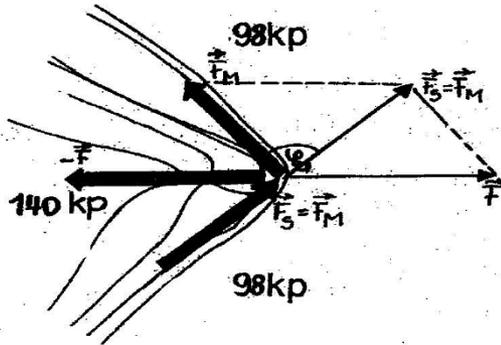
Studien und praktische Erfahrungen zeigen, dass die Kraftentwicklung über den **vollen Bewegungsumfang** der tiefen Kniebeuge im Vergleich mit einem Training in der halben Kniebeuge oder in Gelenkwinkeln der Zielbewegung deutlich **effektiver** ist. **Je tiefer die Kniebeuge ausgeführt wird, desto stärker werden der gerade Schenkelmuskel des m. quadriceps und der große Gesäß-muskel aktiviert.**

Die Druckverminderung des Patellargelenks in der tiefen Kniebeugeposition wird zusätzlich durch eine Verringerung des Kraftarms „*Wirkungslinie Gewichtskraft zu Kniegelenk*“ im Vergleich mit halber Kniebeuge verstärkt. **Ein Anhalten mit Richtungs-umkehr in halber Kniebeuge bei maximalem Kraftarm führt zu sehr hohen Kraftspitzen, die langfristig zu Überlastungsschäden in verschiedener Auswirkung führen können (siehe Praxis).**

Tiefe (Hantel)Kniebeuge als nichtpathogene Kniebeuge-Variante

- sportpraktische Erfahrungen (z.B. Gewichtheben, Leichtathletik, Bobfahren, Ski-Rennsport u.a.)
- Tiefes Kniebeugetraining sogar bei arthrotischen Kniegelenksschäden und Patellarspitzenyndrom (Allmann)
- Biomechanisch-mathematische Modellberechnungen auf der Basis von äußeren (Messung) und inneren Kräften zeigen eindeutig **geringere** und erheblich **verträglichere** Kniegelenksbeanspruchungen sowie **geringere** Gelenkskräfte (Femur-Tibia, Femur-Patella) bei **paralleler** und **tiefer Kniebeuge** gegenüber halber Kniebeuge und sogar Sprünge aus „hoher“ 1/4-Kniebeuge (120° Kniewinkel)

PATELLARE DRUCKBELASTUNG BEI 90°/135° KNIEBEUGUNG



Annahmen:

1. Kniebeuge beidbeinig haltend
2. Gesamtkörpermasse: 75 kg
3. Masse OK + 2x05 ≈ 65 kg
4. Kraftarm Gewichtskraft-Kniegel: 15cm
5. Kraftarm Muskelkraft-Kniegel: 5cm
6. Umlenkwinkel von F_M : $90^\circ (= \varphi_u)$
7. Annahme: Umlenkw. = Kniebeugewinkel
8. $F \approx 140 \text{ kp/Knie}$
(ohne Fremdbelastung)

- Annahme 2:
1. wie oben
 2. 50 kg Zusatzbelastung
 3. $F \approx 245 \text{ kp/Knie}$

- Annahme 3:
1. 100 kg Zusatzbelastung
 2. $F \approx 350 \text{ kp/Knie}$

↑ „halbe“ Kniebeuge

↓ „tiefe“ Kniebeuge
(gleiche Körpermasse wie bei „halbe“ Kniebeuge)

- Annahme 4:
1. 65 kg ohne Fremdbelastung
 2. Kraftarm Gewichtskraft-Kniegel: 10cm
 3. Kraftarm Muskelkraft-Kniegel: 5cm
 4. Umlenkwinkel von F_M : 135° („tiefe“ Kniebeuge)
 5. $F \approx 120 \text{ kp/Knie}$ (140 kp/Knie bei „halbe“ Kniebeuge)

- Annahme 5:
1. wie Ann. 4 + 50 kg Zusatzbelastung
 2. Umlenkwinkel von F_M : 135° („tiefe“ Kniebeuge)
 3. $F \approx 212 \text{ kp/Knie}$ (245 kp/Knie bei „halbe“ Kniebeuge)

- Annahme 6:
1. 100 kg Fremdbelastung
 2. Umlenkwinkel von F_M : 135° („tiefe“ Kniebeuge)
 3. $F \approx 305 \text{ kp/Knie}$ (350 kp/Knie bei „halbe“ Kniebeuge)

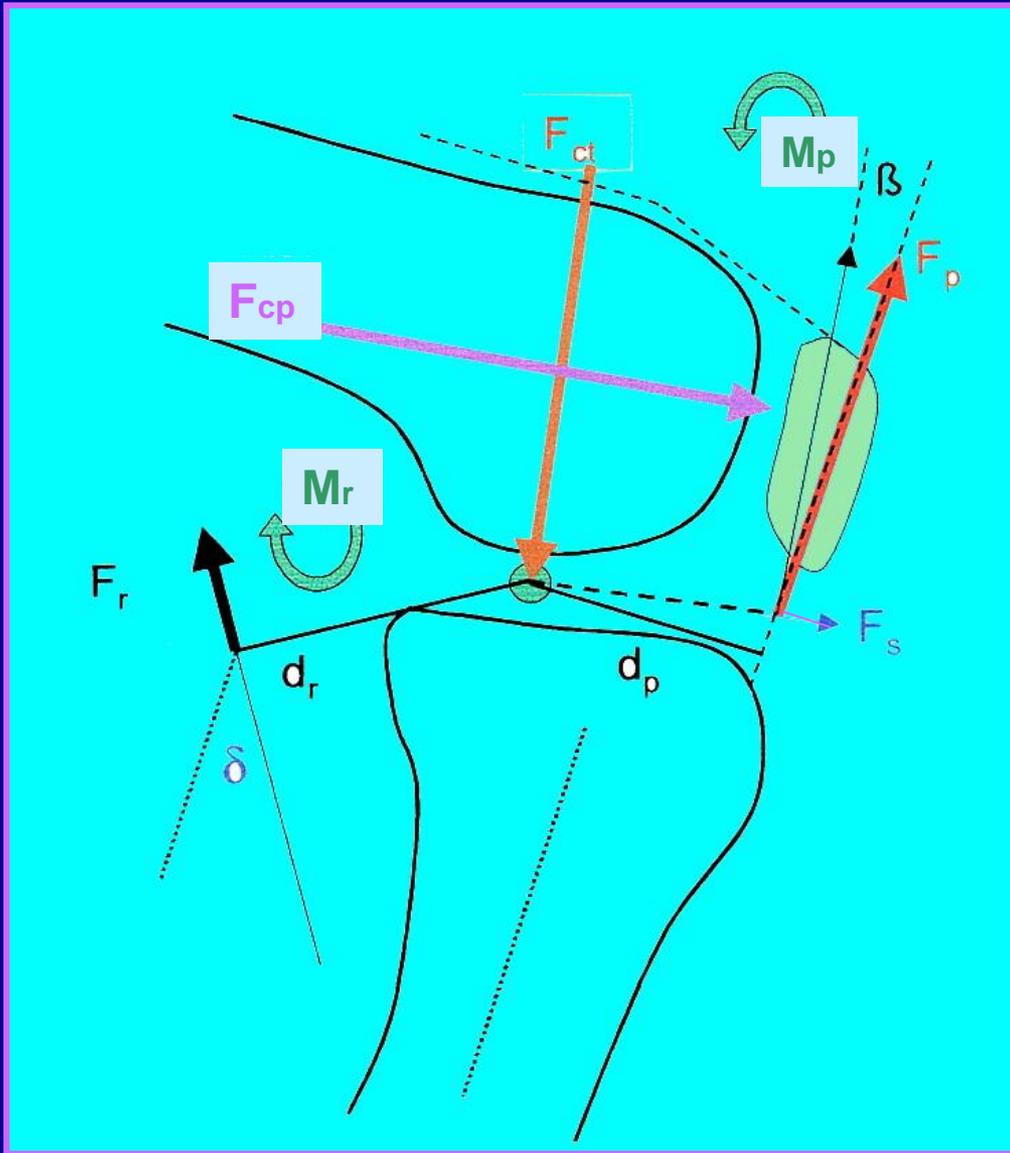
Berechnung erfolgt nach dem Kosinussatz: $c^2 = a^2 + b^2 - (2ab \cdot \cos \varphi)$

$$\leadsto F = \sqrt{2F_M^2 - (2F_M^2 \cdot \cos \varphi_u)}$$

Femoro-patellare Druckbelastung bei Kraftarm „Gewichtskraft-Kniegelenk“ in „halber“ und „tiefer“ Kniebeuge

Die Berechnung zeigt geringere Druckbelastungen zwischen Kniescheibe und Oberschenkelrolle bei tiefer Kniebeuge vs. halber Kniebeuge.

Biomechanisches Knie-Kräftemodell nach NISELL 1988



Gleichgewicht der Drehmomente:

$$F_r \times d_r + F_p \times d_p = 0$$

Zugkraft der Patellarsehne:

$$F_p = - (F_r \times d_r) : d_p$$

Tibio-femorale Scherkraft:

$$F_s = F_p \times \sin \beta + F_r \times \sin (\delta - \tau)$$

Tibio-femorale Druckkraft:

$$F_{ct} = F_p \times \cos \beta + F_r \times \cos (\delta - \tau)$$

Patello-femorale Druckkraft:

$$F_{cp} = (F_r \times d_r) \times Z$$

Ergänzende Legende:

F_r = Resultierende aus äußeren Kräften

F_p = Zugkraft der Patellarsehne

β = Winkel zw. F_p u. Senkrechte auf Tibiaplateau

δ = Winkel zw. Bodenreaktionskraft u. Tibialängsachse

τ = Neigung des Tibiaplateaus

Z = Faktor, der vom Kniebeugewinkel abhängt (z.B. Z 90°≈32, Z 120°≈28, Z 60°≈30)

Kniegelenkskräfte

bei verschiedenen Belastungen und Ausführungen der Kniebeuge

Experimentelle Eingangsdaten zur Modellberechnung

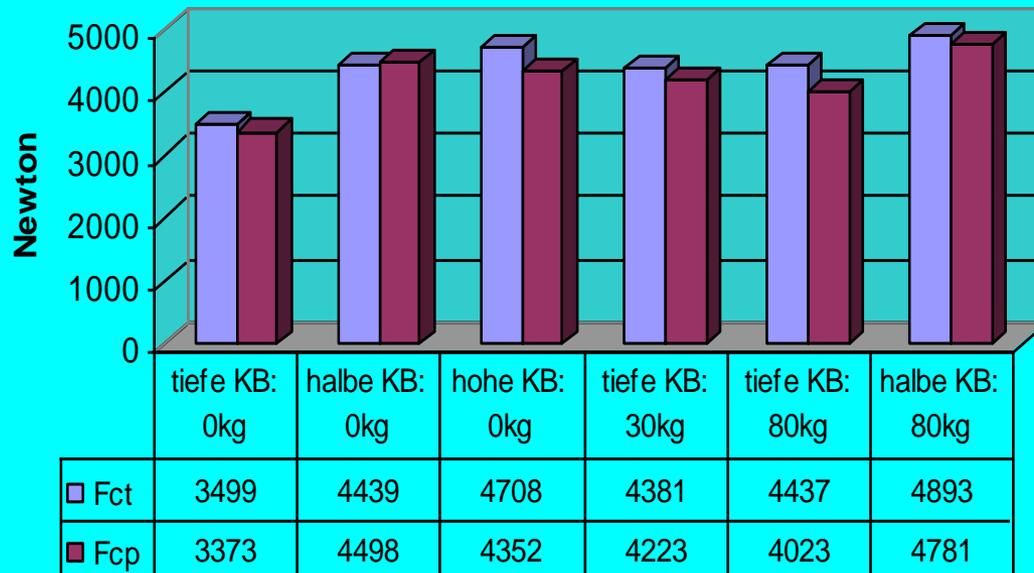
tiefe KB: 40°-45° - parallele KB: 60°-70° - halbe KB: 90°-100° - viertel (hohe) KB: 110°-140° je Knie-Innenwinkel

Ausführung : zügig bis schnell (konzentrisch)

Annahme: Kraftrelation (s.u.) auch für maximale Lasten

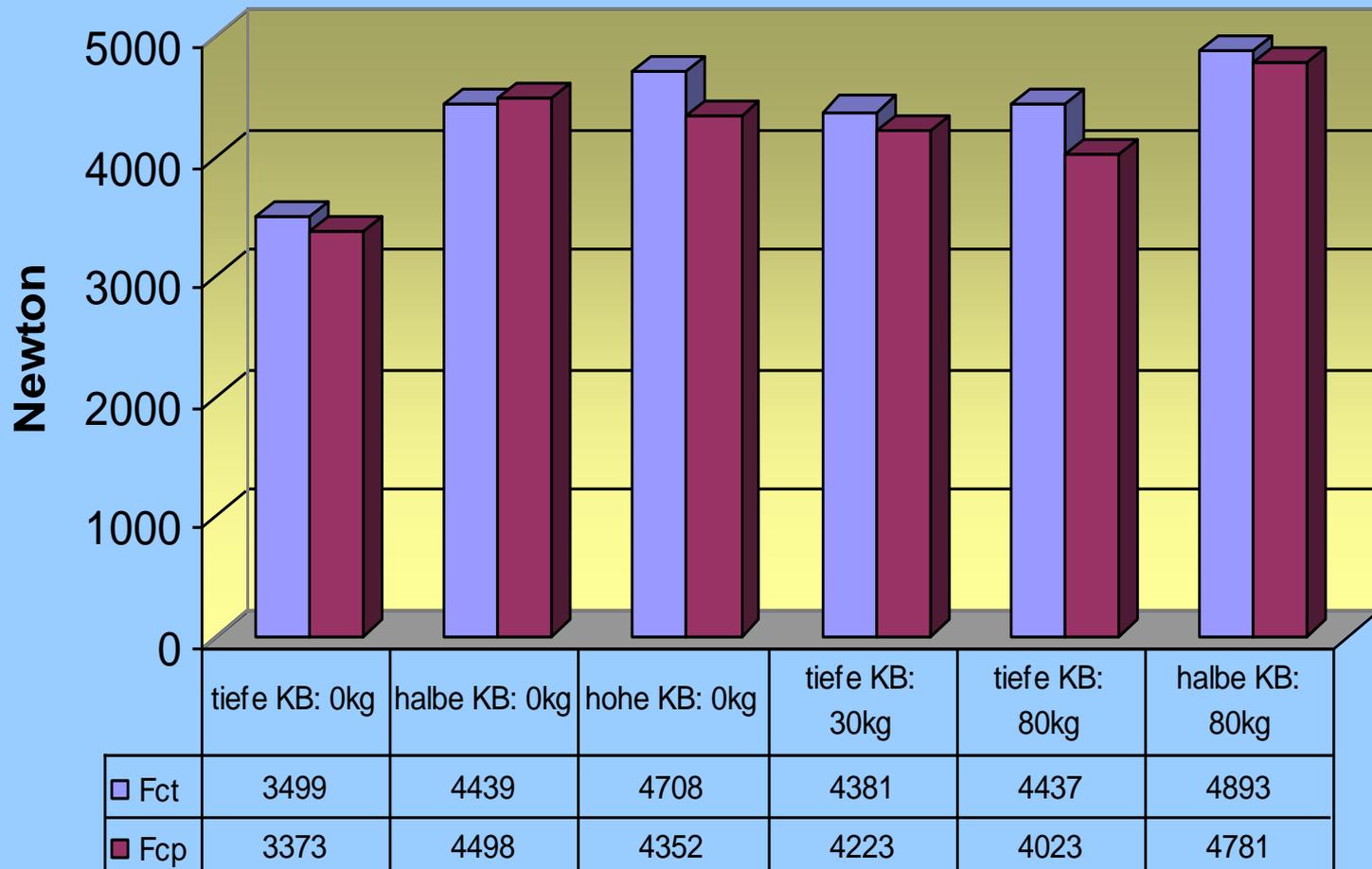
Hauptinflussfaktor der Kniebelastung: Ausführungsgeschwindigkeit!

Kniegelenkskräfte

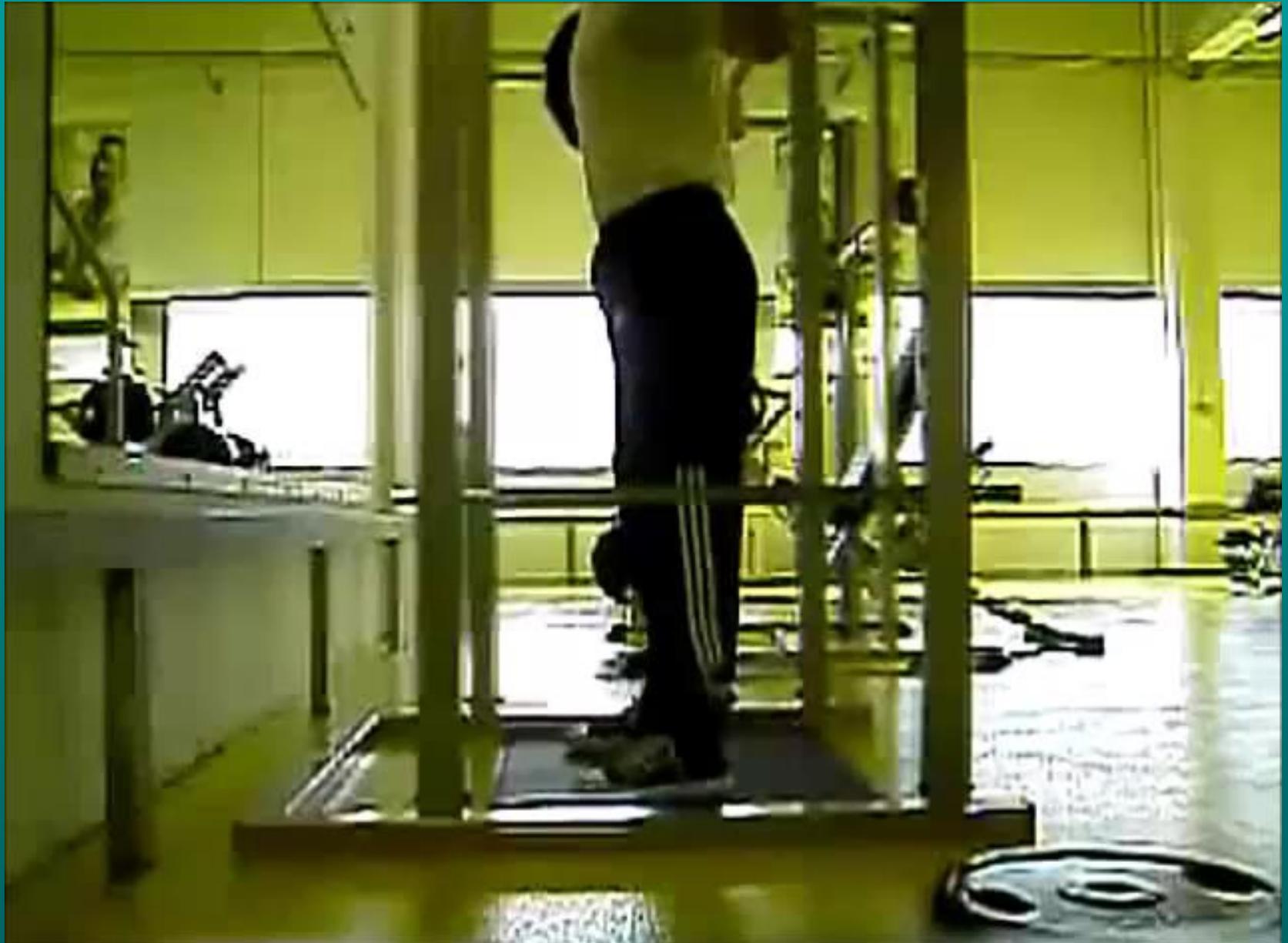


Kniegelenkskräfte bei verschiedenen Gelenkwinkel- Positionen ohne und mit Zusatzbelastung.

Kniegelenkskräfte



Tiefe Kniebeuge



Tiefe Kniebeuge an der Bein-Hüft-Streckmaschine



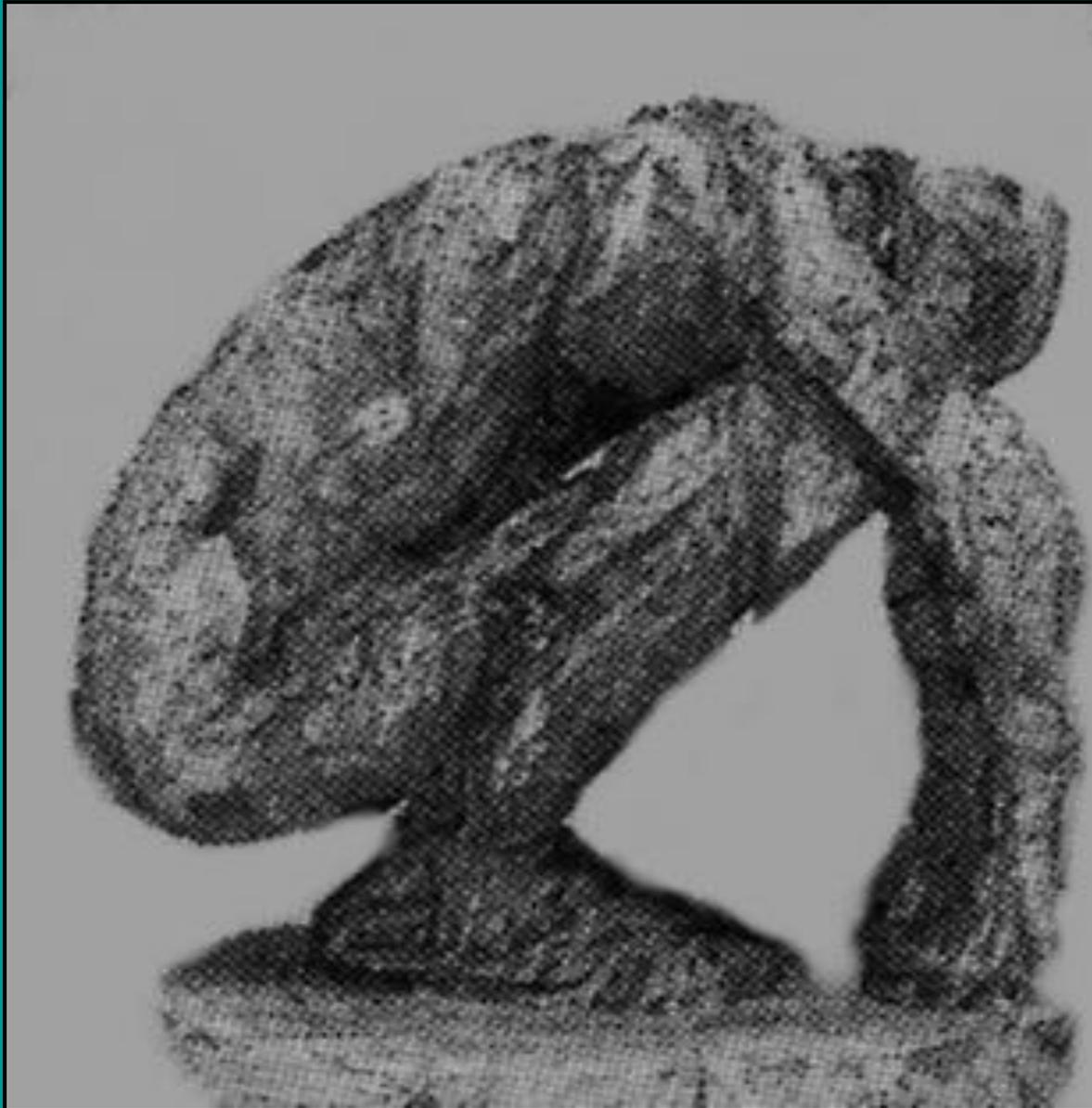
Die Probandin (Fitnesssport) sollte eine Kniebeuge ohne Vorgabe der Kniebeugentiefe ausführen. Bei mehreren Versuchen mit verschiedenen Kniebeugewinkeln empfand sie die Beugung und Streckung aus dieser tiefen Beugeposition deutlich als angenehmste. Auch bei einer relativ hohen Belastung von 4RM (4 maximal mögliche Wdh.) wurde die Kniebeugentiefe nicht geändert. Größere Beugewinkel wurden als unangenehme Kniebelastungen empfunden.

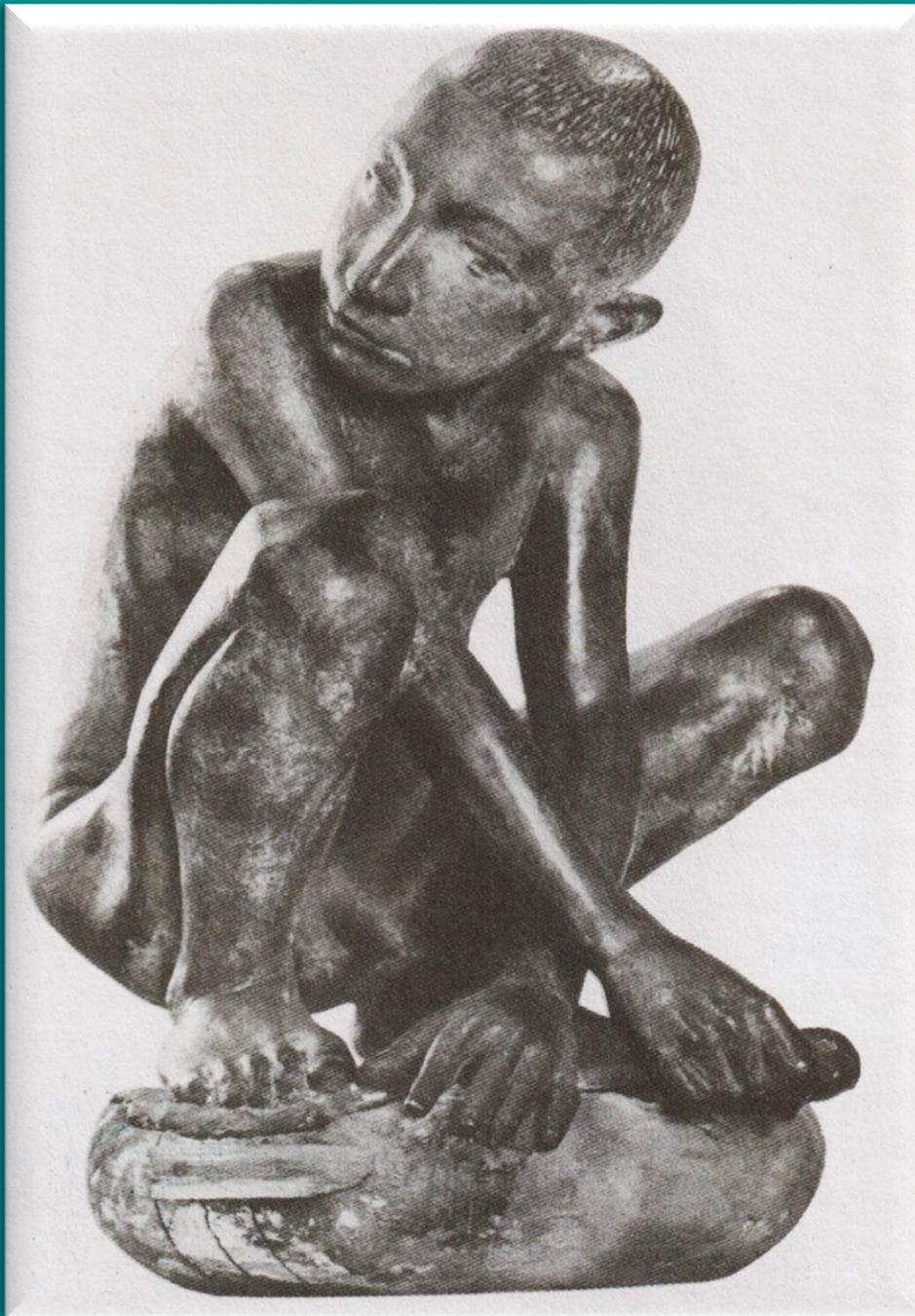
Dieser „Selbstfindungsversuch“ bestätigt alle praktischen Erfahrungen (Leistungssport, Gewichtheber u. a.), biomechanisch-anatomischen Erkenntnisse, Erklärungen u. Modellbildungen (siehe später) u. gilt als die kniegelenksschonendste Variante der Bein-Hüft-Streckbewegung im (Nachwuchs-)Leistungssport. (siehe GOTTLOB und DÖRR Folie zuvor). Als Übergangsgerät (siehe Folie 418, 419) zur freien Langhantel ist sie der Beinpresse vorzuziehen.

Ausgewählte weiterführende Literatur

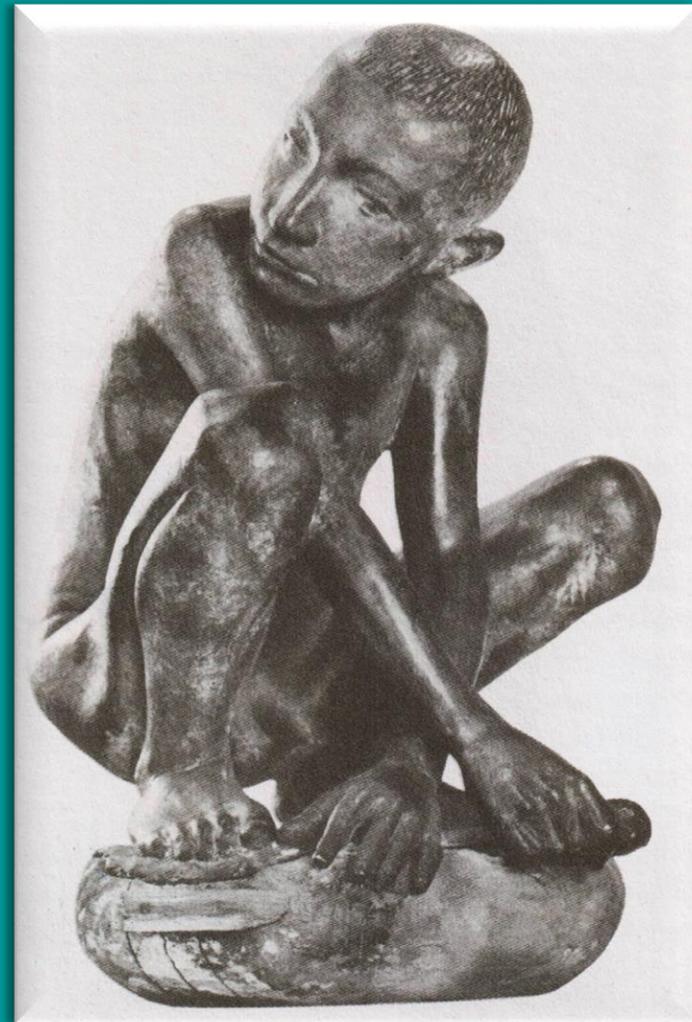
- Brandi, W.:** Die retropatellaren Kniegelenksschäden: Pathogenese, pathologische Anatomie, Klinik, Therapie und Begutachtung.
- Nisell, R./Ekholm, J.:** Joint load during the parallel squat in powerlifting and force analysis of in vivo bilateral quadriceps tendon rupture. In: Scand. Journal of Sport Science, 8 (1986) 2, 63-70
- Güllich A. & Schmidtbleicher D.:** Struktur der Krafftfähigkeiten und ihre Trainingsmethoden. Dt. Zschr. für Sportmed., 1999, 50 (7/8), 223-234
- Hartmann H. et al.:** Auswirkungen eines periodisierten Maximalkrafttrainings in unterschiedlichen Kniebeugevarianten auf das Einer-Wiederholungsmaximum und das isometrische Maximalkraft- und Explosivkraftvermögen. Leistungssport, 2013, 43 (3), 19-26
- Pernitsch H. & Brunner F.:** Zur Kniebeuge. Technik – Methodik – Medizin – Biomechanik – Praxis, 2006, Zugriff 2013 unter <http://www.spsport.at/download/Kniebeuge.pdf>
- Sandig D.:** Wie spezifisch muss eine Kraftübung sein? Zugriff 2014 unter <http://www.trainingsworld.com/training/krafttraining/-spezifisch-muss-kraftuebung-training-sein>
- Schmidtbleicher D.:** Motorische Eigenschaft Kraft: Struktur, Komponenten, Anpassungserscheinungen, Trainingsmethoden und Periodisierung. In W. Fritsch (Hrsg.), Rudern – erfahren, erkunden, erforschen, 2003 (S15-40), Gießen: Sport Media
- Zawieja M.:** Leistungsreserve Hanteltraining. 2008, Münster: Philippka-Sportverlag
- Bukac D. & Zawieja M.:** Langhanteltraining im Leistungssport ist kein Gewichthben. Leistungssport 2014, 1 /44), 14-19

Tiefkniebeuge in der Kunst: Ruhende Person

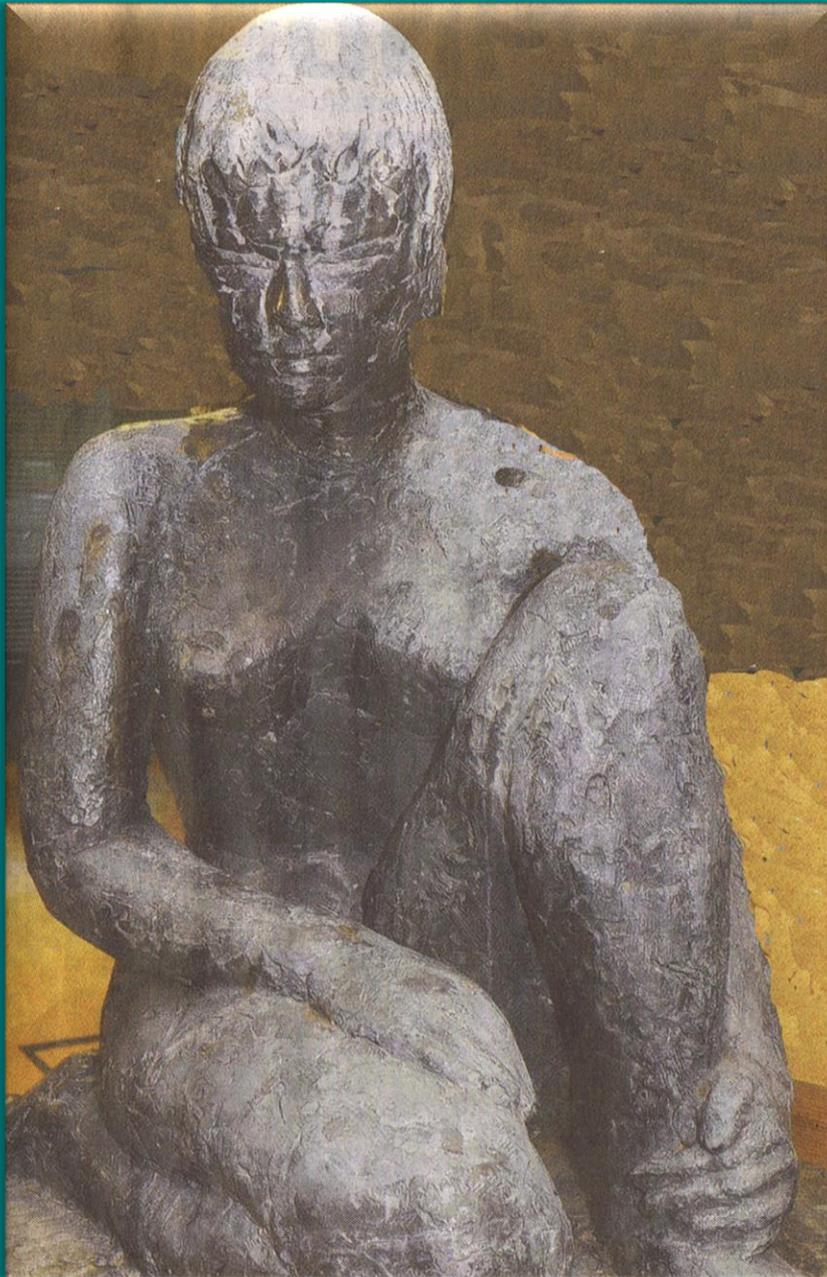




DAVID (1938)
von Giacomo Manzù



„Ruhepositionen“ bei kleinsten
Kniewinkelstellungen



Ruhende Person bei kleinsten
Kniewinkelstellungen

Die „tiefe“ Kniebeuge ist auch eine kniegelenksschonende Ruheposition



Funktionelle und biomechanisch-orthopädische Betrachtung
verschiedener Kniebeugevarianten

Kniebeuge-Varianten mit (Hantel) Zusatzbelastung



Viertel-Kniebeuge

- ca. 110°-140° (Ø 125°) Kniewinkel
- ca. 40% größere Lasten vs. tiefe Kniebeuge möglich



Halbe Kniebeuge

- ca. 90°-100° Kniewinkel
- ca. 30% größere Lasten vs. tiefe Kniebeuge möglich

Kniebeuge-Varianten mit (Hantel) Zusatzbelastung

(Ganze) = Parallele Kniebeuge



- Oberschenkel bodenparallel; Kniegelenkwinkel: 60° - 70°
- Kniegelenksbelastung geringer als bei der vermeintlich gering belastenden 90° - 100° halben Kniebeuge

Tiefe Kniebeuge



- Hockposition: Beckenachse unterhalb Knieachse
- Kniewinkel: bis ca. 40° - 45° (Oberschenkelrückseite liegt nicht auf Unterschenkel)
- keine Krümmung im lumbosakralen Übergang
- „physiologische“ Langzeit-Position vieler Naturvölker
- geringste Kniegelenksbelastung vs. halbe u. parallele Kniebeuge

Benennung nach A. Gottlob: Differenziertes Krafttraining, Urban & Fischer 2001; modifiziert u. ergänzt von H. Allmann

Die Kniebeugevarianten u. Kniewinkel basieren auf Videoanalysen von Gewichthebern

Maximalkrafttraining der Bein-Hüft-Streckmuskulatur mit der freien Langhantel mittels
tiefe Frontkniebeuge (n=20)
tiefe Nackenkniebeuge (n=20)
Viertel-Nackenkniebeuge (n=20)
und die Transferwirkung auf die Schnellkraftleistung der Sprungformen
Counter-Movement-Jump (CMJ) und **Squat-Jump (SJ)**

Training

1. 8 Wochen Hypertrophie (progressiv- submaximale Lasten mit 75-85% Maximalkraft
2. 2 Wochen Maximalkraft- bzw. IK-Training (hohen Lasten mit 90-98% Maximalkraft (MK)

Ergebnis

1. Signifikante Steigerung der dynamischen MK in allen Kniebeugevarianten
2. Tiefe Kniebeugen (Front/Nacken) erzielten signifikante u. nahezu gleiche Schnellkraftzunahmen der Sprungleistung/Sprunghöhe im CMJ und SJ und damit der Bein-Hüft-Streckmuskulatur
3. MK-Zunahme in Viertel-Nackenkniebeuge (NKB1/4) bewirkte **keine (!)** Schnellkraftzunahme der Sprungleistung/-höhe im CMJ und SJ

Zahlreiche weitere Trainingsstudien bestätigen die hohen Transfereffekte der **tiefen** und **parallelen** Hantel-Kniebeuge auf das Schnellkraftvermögen der Bein-Hüft-Streckmuskulatur im Countermovement Jump (CMJ) und Squat Jump (SJ).



Tiefe Kniebeuge
Kniewinkel bis 40°-45°

Häkkinen et al., 1981
Häkkinen & Komi, 1983, 1985
Kojedal et al., 2009
Shimp-Bowerman et al., 2000
Wirth et al., 2011
Adams et al., 1992
Augustsson et al., 1998
Baker et al., 1994
Berger, 1963
Giorgi et al., 1998
Hennessy & Watson, 1994
Hernandez & Salazar-Rojas, 2004
Hoff, Berdahl & Braten, 2001
Hunter et al., 1987
McCarthy et al., 1995
O'Shea & O'Shea, 1989
Stone et al., 1979
Stowers et al., 1983
Szymanski et al., 2010
Venable et al., 1991



Parallele Kniebeuge
Kniewinkel 60°-70°

Untersuchungen mit Fußballspielern mit einem Krafttraining in der **halben** und **1/4 Kniebeuge** zeigten **keine** signifikanten Zunahmen der Schnellkraft der Bein-Hüft-Streckmuskulatur und im CMJ und SJ.



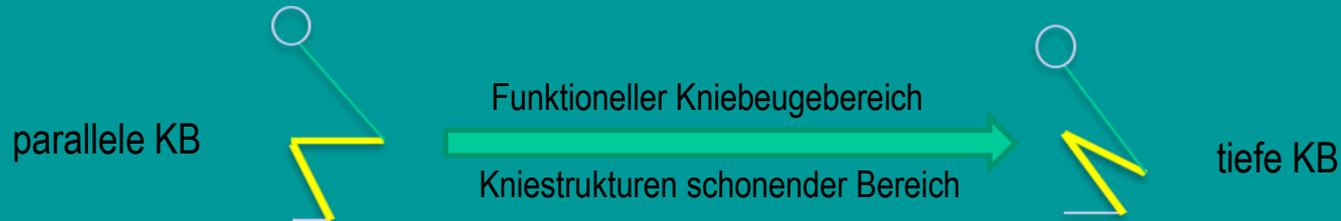
Halbe Kniebeuge
Kniewinkel 90°-100°

Chelly et al., 2009
Gorostiaga et al., 1999
Hoff & Helgerud, 2003
Kotzamanidis et al., 2005
Maio Alves et al., 2010
Rønnestad et al., 2008
Ugrinowitsch et al., 2010
Cormie et al., 2010
Schmidtbleicher et al., 2012

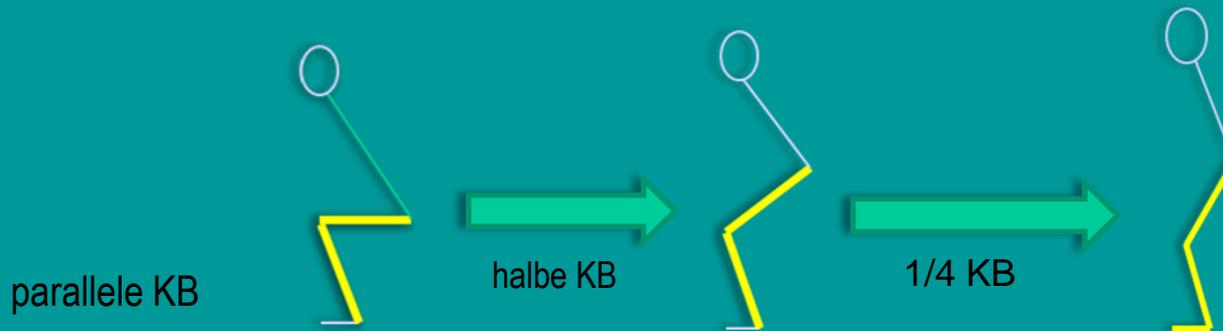


Viertel Kniebeuge
Kniewinkel 110°-140°, Ø 125°

Die **funktionell** effektiven Kniebeugen für höchsten Transfer der erworbenen Maximalkraft als Schnellkraft der Bein-Hüft-Strecker sind die Kniebeugen von „**parallel**“ **abwärts** bis „**tiefe**“ **Kniebeuge** mit zunehmendem Transfereffekt.



Von „**parallel**“ **aufwärts** über „**halbe**“ und „**viertel**“-Kniebeuge ist der Kraft-Transfereffekt zunehmend gering.



Trainingsrelevantes Fazit

Nur Krafttraining in **tiefer bis paralleler Kniebeuge** erweist sich **funktionell** und **biomechanisch** als grundlegende Trainingsmaßnahme für eine hocheffektive Schnellkraftzunahme der Bein-Hüft-Streckmuskulatur zur Realisierung eines maximal-explosiven Kraftstoßes im CJM und SJ bei **maximal möglicher Knieschonung!**

Der CMJ korreliert hochsignifikant mit dem Antritt und der Sprintbeschleunigung

Die freie, tiefe Hantelkniebeuge mit Belastungen ab 85% aufwärts des 1-RM erweist sich nach internationaler Praxiserfahrung als ein hoch effektives Trainingsmittel zur Verbesserung der Sprint- und Sprungkraft und somit der Sprintschnelligkeit!

Als Testübung nur für den erwachsenen Spieler mit langjähriger Hantelerfahrung und stabiler Rumpfmuskulatur!

Ein Fußballspieler der Spitzenklasse sollte eine maximale Leistung in der tiefen Kniebeuge von **1,5 – 1,7 x Körpergewicht** mindestens haben. Dies gilt bes. für den „genetischen“ **Sprintertyp**.

Ein Transfer der Maximalkraft durch tiefes (Hantel)Kniebeugtraining auf die Sprung- und Sprintleistung, denn

SPRINTEN entwickelt sich aus SPRINGEN

muss zeitnah durch technikkontrollierte Sprung- und Sprintübungen zur neuronalen Muskelansteuerung in den realen Gelenkwinkeln begleitet werden.

Horizontale Sprungformen sind die besten Transferübungen in den Sprint.

Auch in der Spielperiode muss die tiefe Kniebeuge zur Erhaltung des Maximalkraftniveaus beibehalten werden und sollte nicht durch andere Übungen ersetzt werden (z.B. durch ausschließlich plyometrische Sprungformen)

Übungen nach der Schnellkraftmethode – geringe Lasten mit maximal hoher Beschleunigung – nur dann, wenn das Maximalkrafttraining (IK-Training) mit hohen Lasten weiter beibehalten wird.

TRUGSCHLUSS

Von vielen Trainingswissenschaftlern propagiert

Da die maximalen Schnellkrafteinsätze in der realen, sportartspezifischen Sprung- u. Sprintbewegung in **großen** Knie-Hüft-Winkeln (Gelenkwinkelbereich der Zielbewegung) erfolgen, sollte ein Krafttraining auch in diesen Winkelbereichen stattfinden.

Praxis: Die großen Trainingswinkel setzen keine ausreichenden Schnellkraft-Transferreize.

Zatsiorsky (2000)

Wenn das Kraftmaximum nur auf einem kurzen Abschnitt der Bewegungsamplitude entwickelt wird, besteht auch keine Notwendigkeit, die Maximalkraft über den gesamten Bewegungsbereich zu trainieren. ■

Maximal- und reaktivkrafttrainierte Bein-Hüft-Strecker und Sprungkraft



Foto: Baumann

J.Klinsmann trainierte bis 2x/Woche explosiv-maximal Bein-Hüft-Strecker an Schrägpresse aus ca.90° Kniewinkel (bis 310kg) in Kombination mit reaktiven vertikalen und horizontalen Sprungformen (Trainingsgruppe H. Allmann).



J.Klinsmann trainierte bis 2x/Woche explosiv-maximal Bein-Hüft-Strecker an Schrägpresse aus ca.90° Knie-winkel (bis 310kg) in Kombination mit reaktiven vertikalen und horizontalen Sprungformen. (Trainingsgruppe H. Allmann)

Foto: Baumann

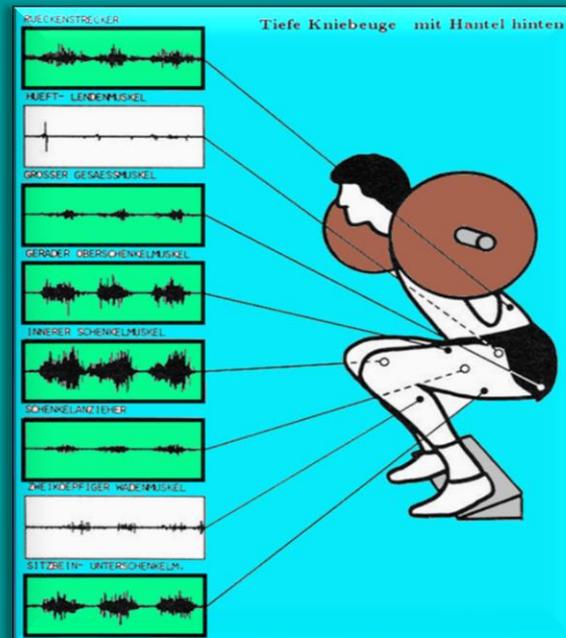
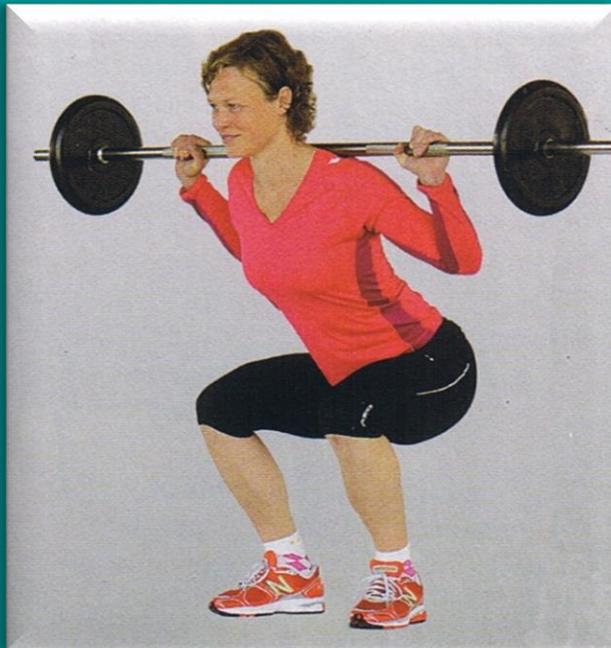
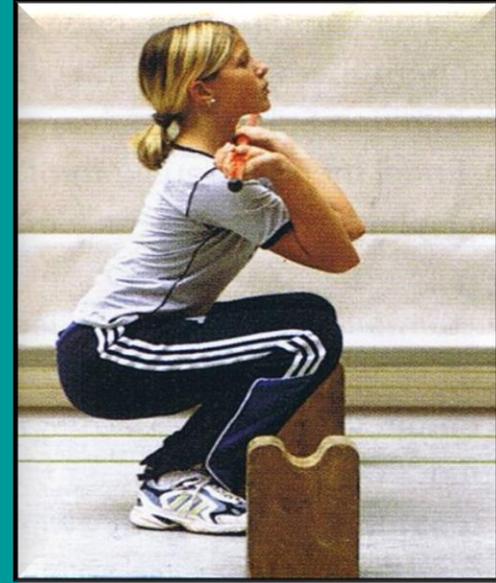
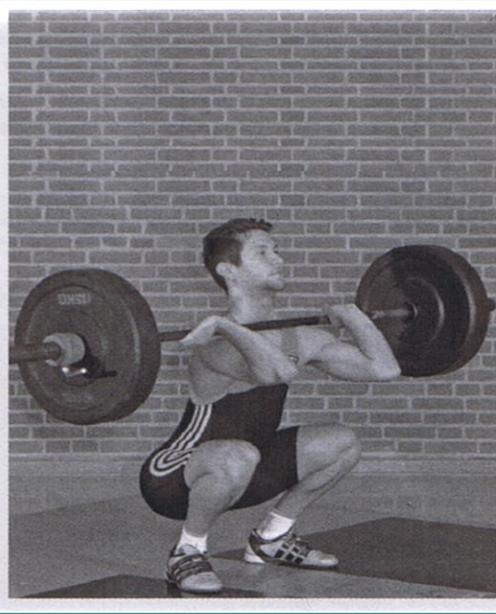
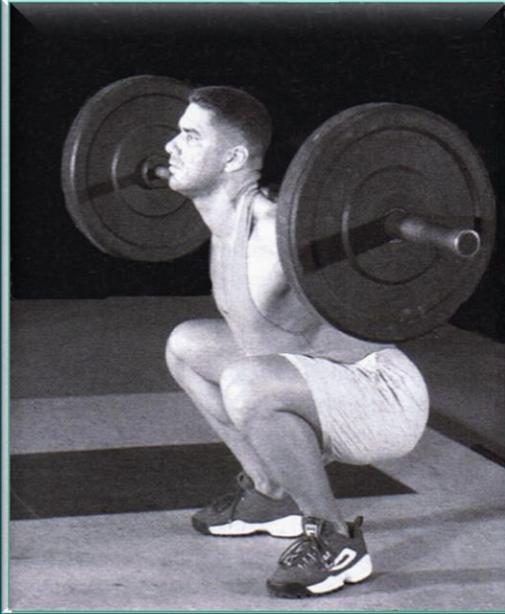


J.Klinsmann trainierte bis 2x/Woche explosiv-maximal Bein-Hüft-Strecker an Schrägpresse aus ca.90° Kniewinkel (bis 310kg) in Kombination mit reaktiven vertikalen und horizontalen Sprungformen.

(Trainingsgruppe H. Allmann)

Foto: Baumann

Technik und Varianten im (Hantel)Kniebeugetraining

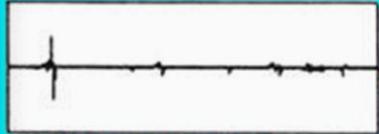


Tiefe Kniebeuge mit Hantel hinten

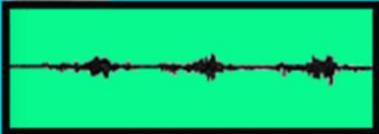
RUECKENSTRECKER



HUEFT- LENDENMUSKEL



GROSSER GESAESSMUSKEL



GERADER OBERSCHENKELMUSKEL



INNERER SCHENKELMUSKEL



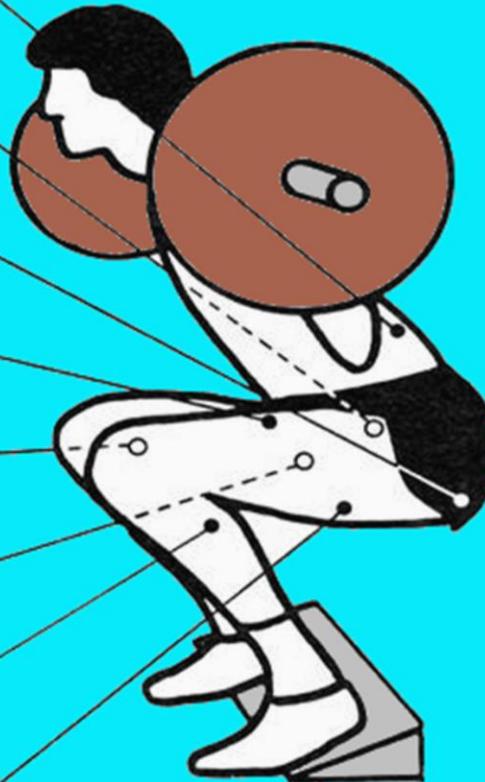
SCHENKELANZIEHER



ZWEIKOEPPFIGER WADENMUSKEL



SITZBEIN- UNTERSCHENKELM.



Parallele Kniebeuge

Trainierte Muskeln:

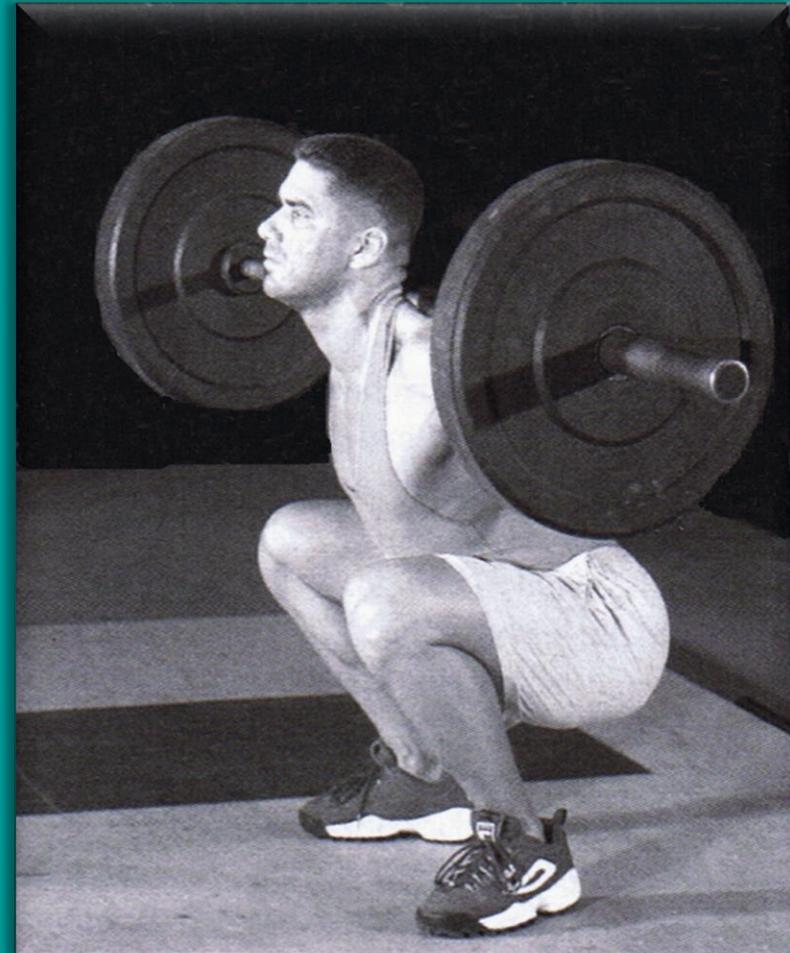
- vordere OS-Muskeln
- hintere OS-Muskeln
- Rückenstrecker
- Gesäßmuskeln
- Adduktoren

Hinweis:

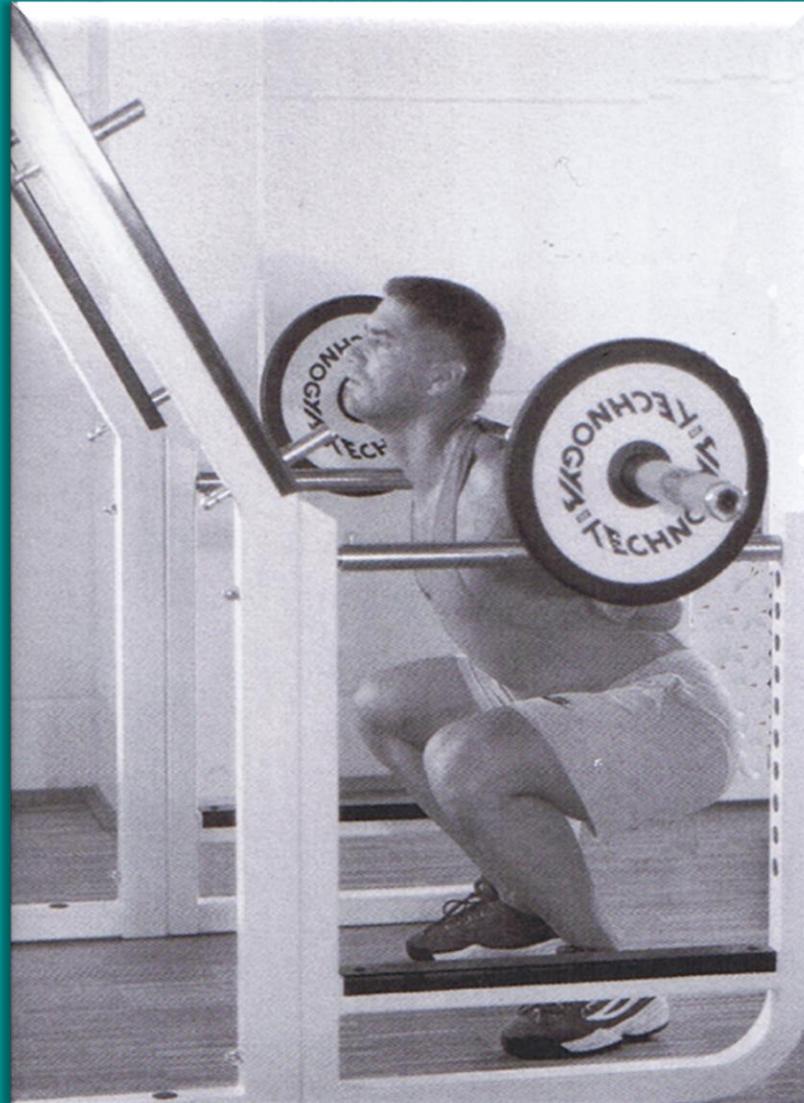
bei tieferer Kniebeuge höhere Aktivierung des großen Gesäßmuskels und Schenkelanziehers

Freie Hantel-Tief-Kniebeuge

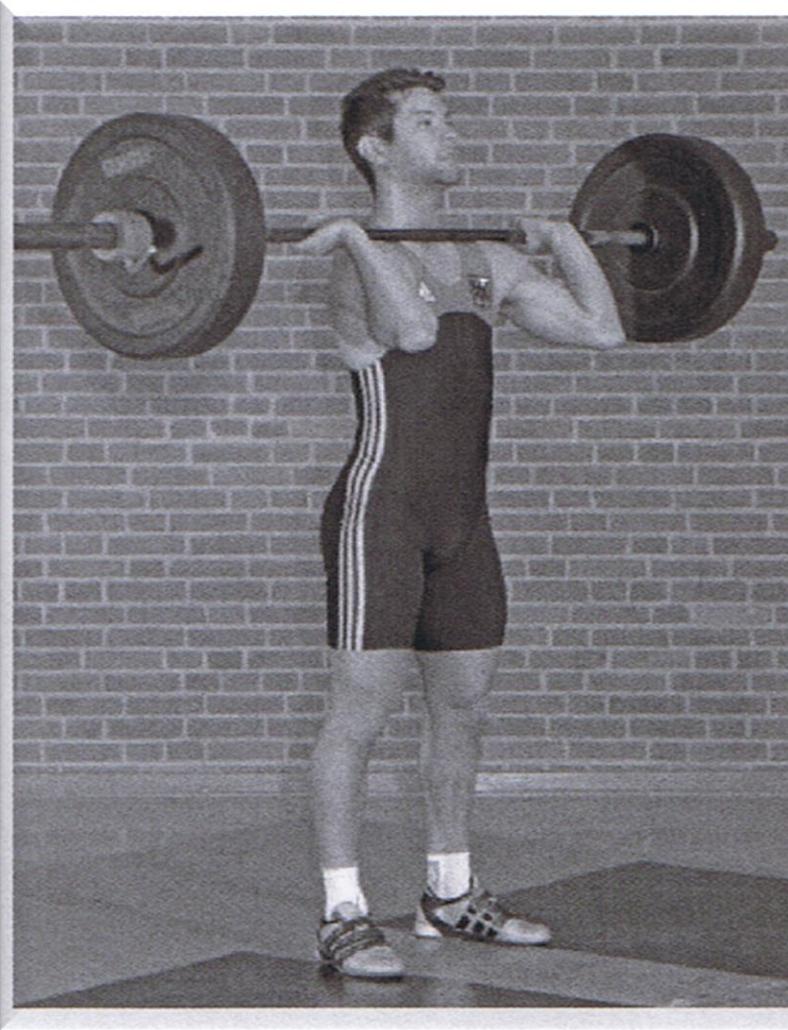
- nur für sehr Geübte mit längerer Erfahrung, guter Technik und stabilem Rumpf !!!
- tiefe KB gelenkschonender als halbe KB
- Hockposition: Beckenachse tiefer als Knieachse
- gerader Rücken ; ganzer Fuß belastet



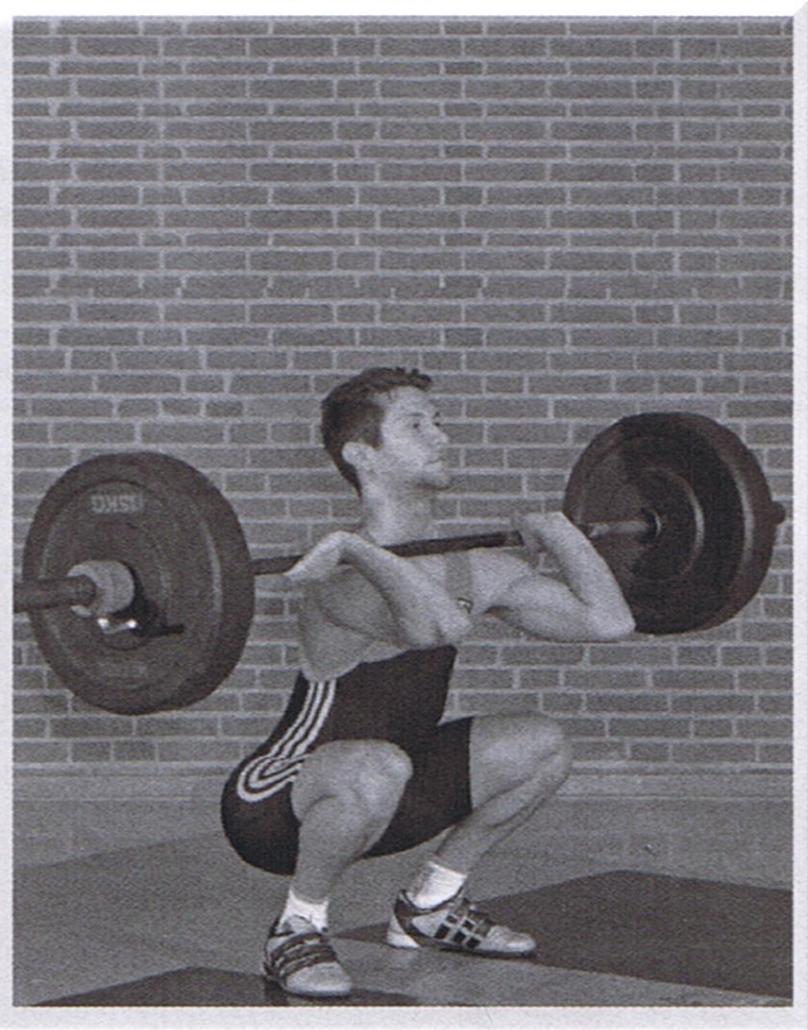
Gerätetechnische Sicherheit bei Training/Test der (tiefen) Kniebeuge durch höhenverstellbare Notablage an einem Kniebeuge-Stufenständer



Trainings-/Testübung „Kniebeuge vorn“ = „Frontkniebeuge“

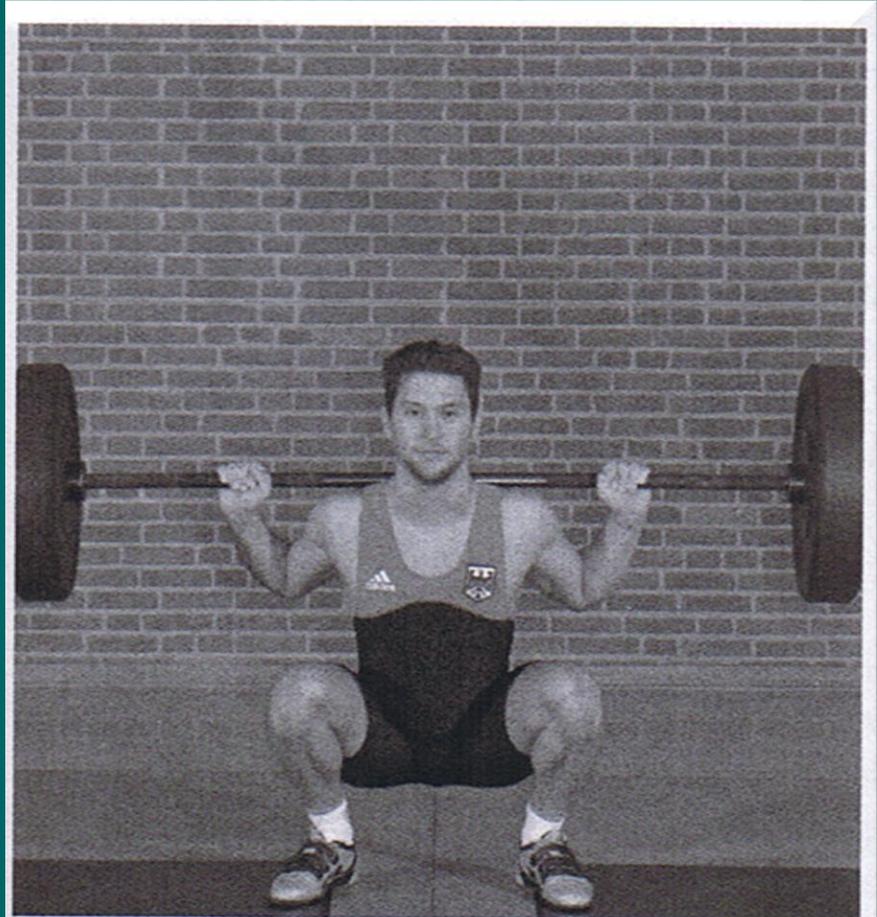
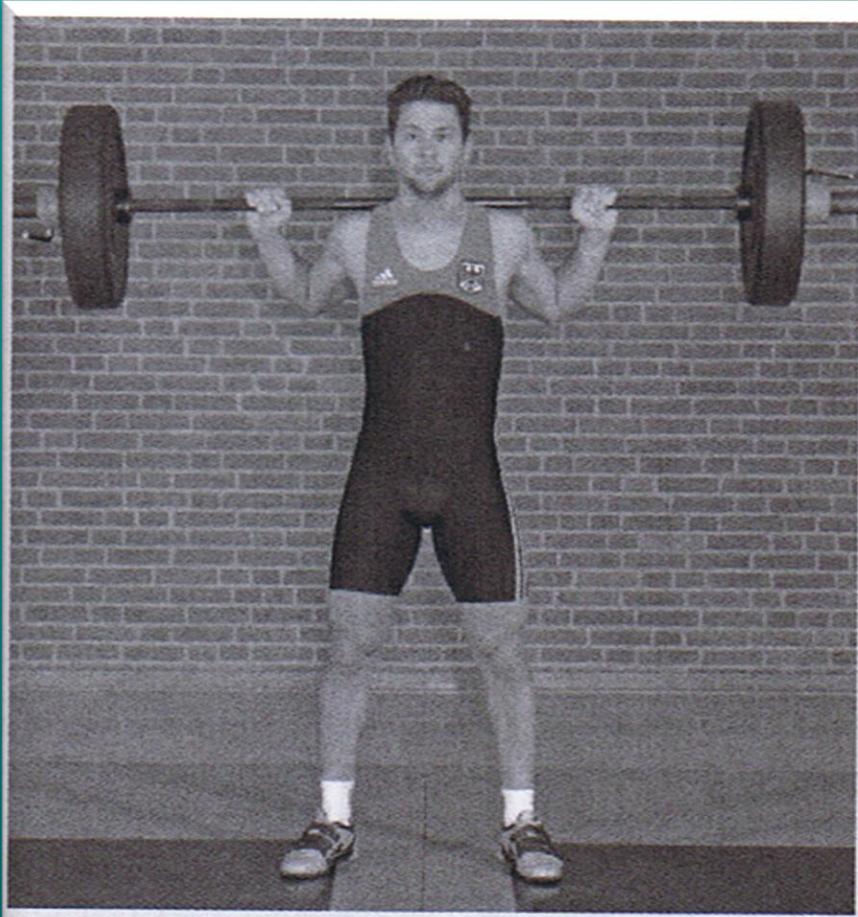


Hantel aus dem Ständer auf Schultern vorn ablegen
Ellenbogen zeigen nach vorne oben
hüftbreite Fußstellung; Fußspitzen zeigen leicht nach außen
Hände umschließen fest die Hantel



Absenken in die tiefe Hocke auf ganzem Fuß
ständige Körperspannung, aufrechter Oberkörper
Ellenbogen bewusst nach vorne oben schieben
Hantellast muskulär ohne Gelenkansschlag abbremsen
relativ langsam absenken u. dynamisch aufstehen
bei geringer Sprunggelenkbeweglichkeit Ferse durch Keil erhöhen

Trainings-/Testübung „Kniebeuge hinten“ = „Nackenkniebeuge“

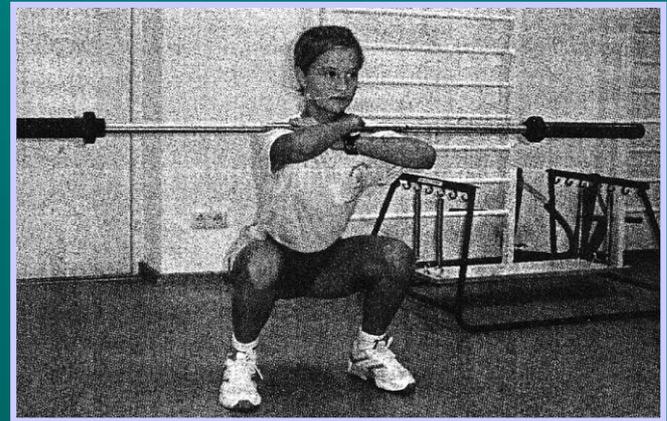
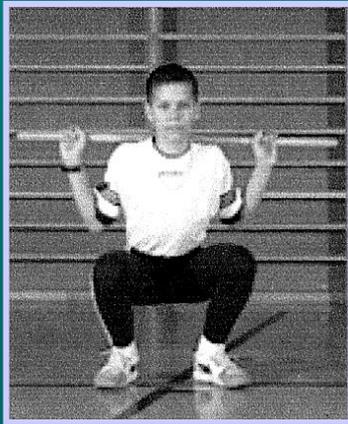


Hantel aus dem Ständer auf den Nacken ablegen, evtl. mit „Stangenpolster“
hohe Körperspannung, aufrechter OK, ganzer Fußkontakt
ständige muskuläre Spannung des Rumpfes (Bauch- u. Rückenmuskulatur)
etwas über hüftbreite Fußstellung; Fußspitzen zeigen leicht nach außen
Hand-Stangenfassung über Schulterbreite

Relativ langsame Absenkung in die tiefe Hocke auf ganzem Fuß
Oberkörper (OK) bleibt stets aufrecht
Hantellast in tiefer Hocke muskulär ohne Gelenkansschlag abbremsen
betont dynamische Streckbewegung in den Stand
Knie bleiben immer außen(!)
bei zu geringer Fußgelenkbeweglichkeit Fese durch Keil erhöhen
ganzer Fuß am Boden bestimmt die Tiefe der Hockposition

Tiefe Kniebeuge - Grundtechnik

- Hüftbreite Stellung
- Füße zeigen leicht nach außen
- Gerader, aufrechter Oberkörper (mögl. Fehlerquelle!)
- Blick leicht vor-aufwärts
- Tiefe Position: ca. 45°- 60° Knie-Innenwinkel, Hüfte unterhalb Knie, kein Kontakt Oberschenkel-Wade
- Fersen am Boden (mögl. Fehlerquelle! Oft zu geringe Fußgelenkbeweglichkeit)
- Lendenwirbelsäule stabil (mögliche Fehlerquelle!)
- Kniebeugen „über den Zehen“ (bei Streckung Knie nicht nach innen!)
- Stab / Hantel im Nacken oder vorne auf den Schultern



Besondere Beobachtungspunkte bei paralleler bis tiefer Kniebeuge

Die unterschiedlichen Beinstellungen bes. in der konzentrischen Streckphase lässt eine Abschätzung des muskulären Defizits und der Belastungshöhe zu.



Proband zeigt Schwäche der **Hüftabduktoren** auf und eine zu hohe, momentane Last über den Beinen auf.

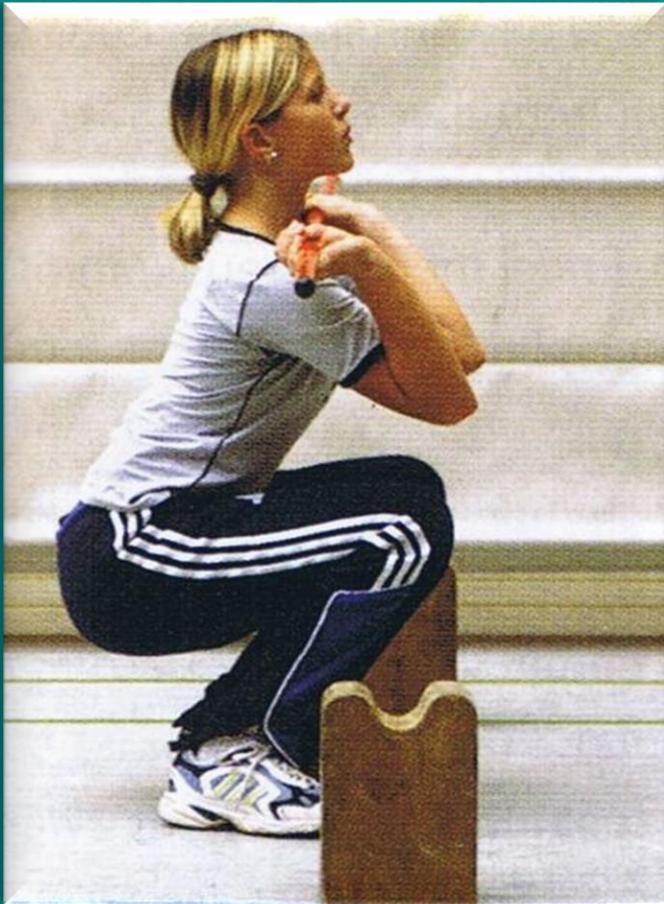
Proband zeigt keine muskulären Schwächen

Proband zeigt deutliche Schwäche der **Hüftadduktoren** und eine zu hohe, momentane Last über den Beinen

(Tiefe) Kniebeuge

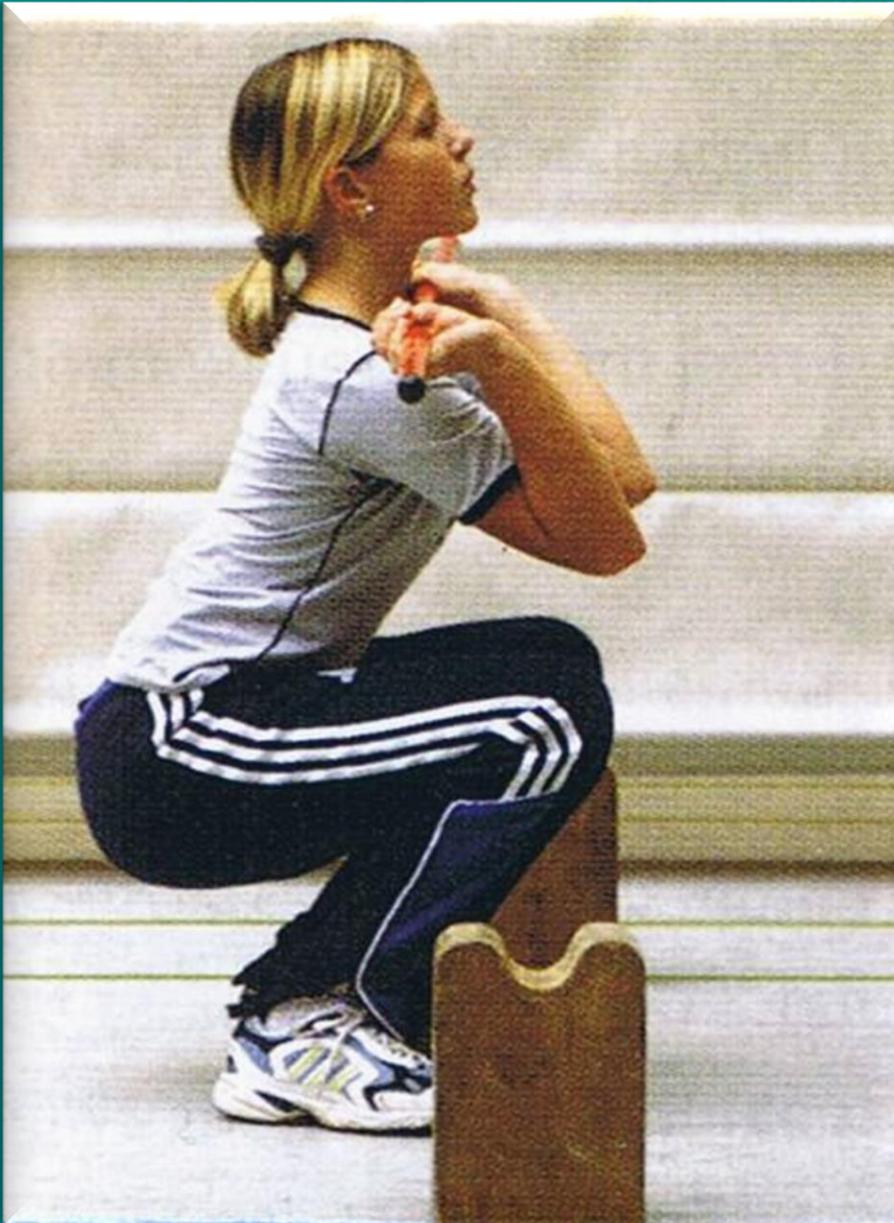
- Trainingsbeginn: 11/12 J. (1. Pubeszenz-Phase)
- Art der KB: Frontkniebeuge
Holzstab – später Hantelstange – liegt vorne auf Schultern
Griff schulterbreit
Ellbogen / Oberarm horizontal oder Kreuzgriff
Grundtechnik wie beschrieben (siehe „Tiefe Kniebeuge – Grundtechnik“)
- Voraussetzung: starke Rückenmuskulatur (richtet Rumpf auf, verstärkt u. stabilisiert Lendenlordose, verhindert Entlordosierung)
starke Bauchmuskulatur (Zusammenspiel mit Rückenmuskulatur zur Aufrechterhaltung der anatomisch-natürlichen Lendenlordose)
Sprunggelenksbeweglichkeit (Fersen-Boden-Kontakt in tiefer Beugeposition möglich)
- Stabilisierungs- / Gleichgewichtshilfe: Fersenkeil (öffnet Sprunggelenkwinkel, erleichtert Schwerpunkt über Stützfläche, geringere Hüftgelenksbeugung, Rumpf bleibt in aufrechter Position u. stabilisiert die Lendenlordose)
- Bei guter Grundtechnik: Hantel(Stange) ersetzt Holzstab
- Weitere Stärkung der Bauch- und Rückenmuskulatur
- Evtl. Verbesserung der Sprunggelenksbeweglichkeit

Hanteltraining kann schon mit 11/12 Jahren begonnen werden:



- ▶ nach mehrjähriger, allseitiger Grundkraftausbildung
- ▶ bei geplantem, längerem Techniktraining mit geringen Lasten
- ▶ ohne orthopädische Auffälligkeiten
- ▶ bei korrigierten Beinlängendifferenzen (sonst Fehlbelastungen der Wirbelsäule)
- ▶ bei Beachtung der biologischen Entwicklung

Hanteltraining kann schon mit 11/12 Jahren begonnen werden



Diagnostik möglicher Beinlängendifferenz

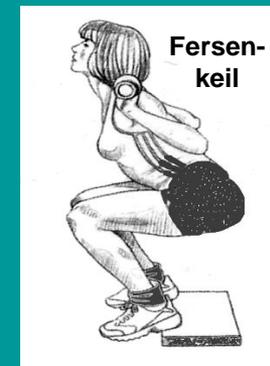
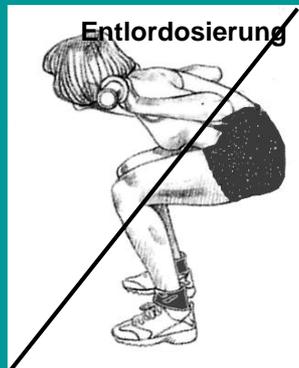
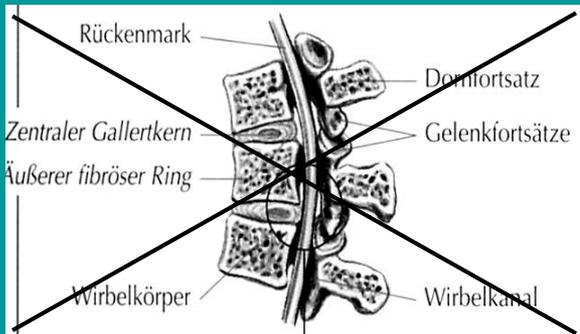
Selbst kleine Beinlängendifferenzen können mechanische und neuromuskuläre, schmerzhaft Veränderungen im Bewegungsapparat bes. Wirbelsäule degenerativer Art bewirken.

Sie sollten frühzeitig diagnostiziert und mit Ausgleich durch entsprechende Schuheinlagen und physiotherapeutische Behandlung der dreidimensionalen Funktion der Wirbelsäule korrigiert werden.

Tiefe Kniebeuge

Häufige Fehler und Hauptursachen

- Beckenkipfung nach hinten in tiefer Position
- Zu starke Rumpf-Vorneigung u. Beugung in Hüftgelenken
- Becken weicht beim Strecken nach hinten aus
- Folge: Entlordosierung der Lendenwirbelsäule (hohes Verletzungsrisiko; Gefahr des Wirbelgleitens des 5. LW)
- Seitliches Ausweichen des Beckens und Nach-Innen-Kippen der Knie bei zu hoher Last
- Hauptursachen: zu hohe Last bei zu schwacher Rumpf-, insb. der Rückenmuskulatur; ungenügende Stabilisierung der Lendenlordose in tiefer Position und beim Strecken



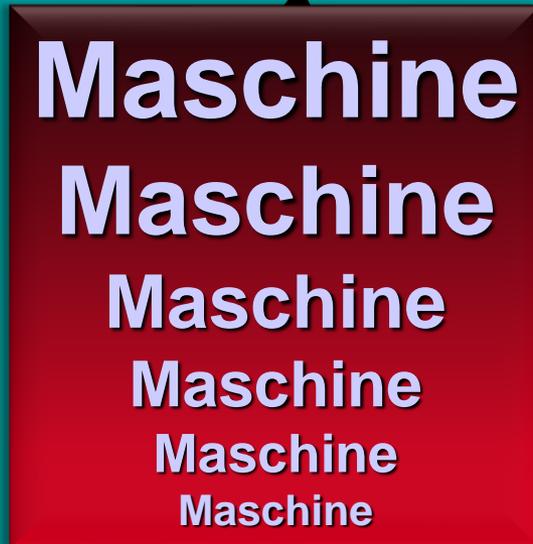
Krafttrainingsmittel im Altersverlauf

ab 11/12 bis ca. 18 Jahre

Maschine + Hantel

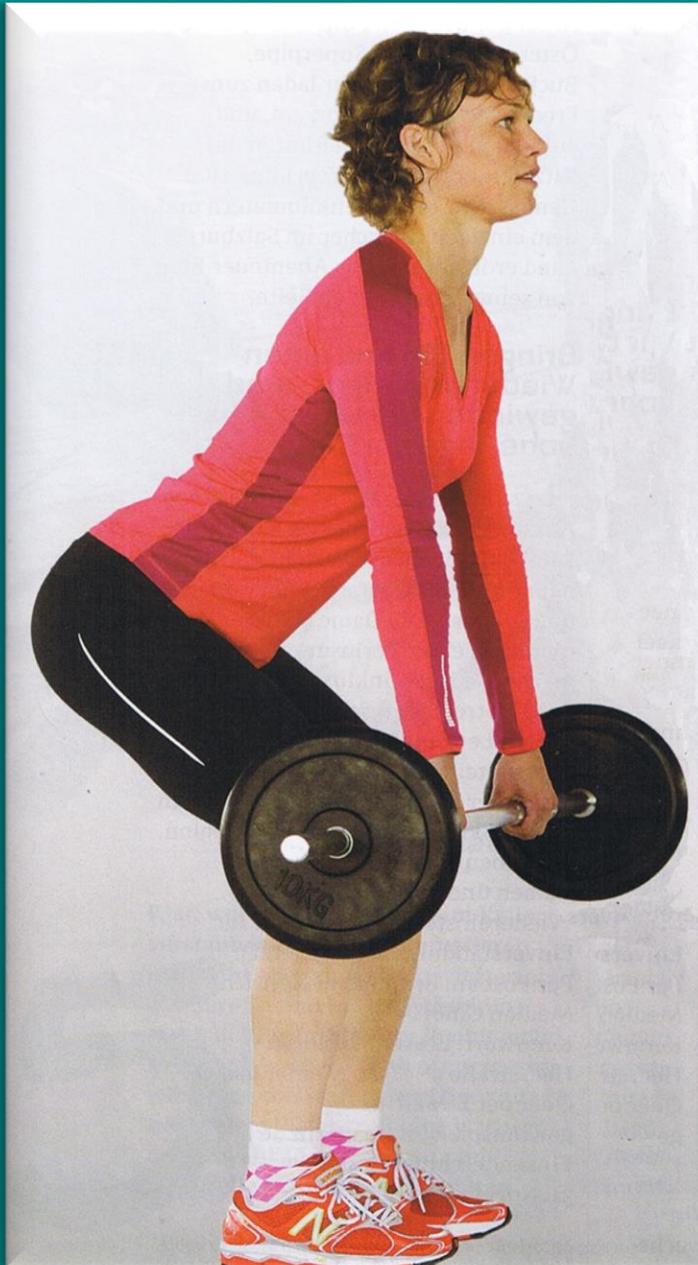
(Maximal) Krafterwerb

Langhantel Technikerwerb



parallel





„Kreuzheben“

als rumpfstabilisierende und vorbereitende Ganzkörperübung für die **tiefe Kniebeuge**

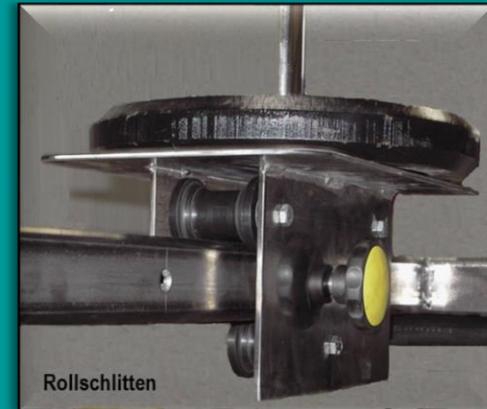
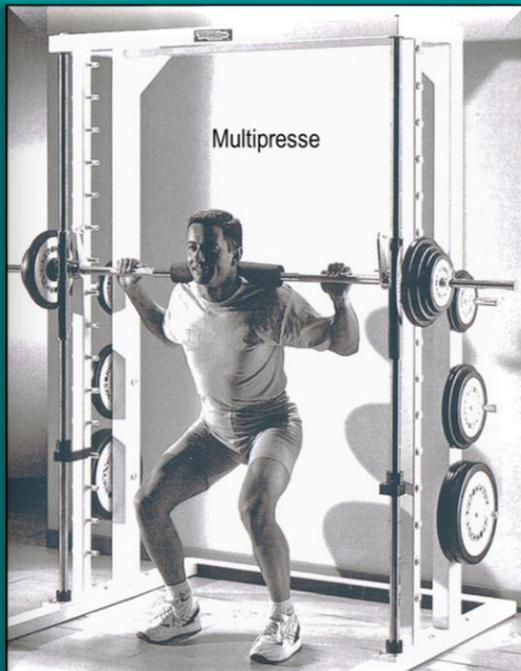
Muskeln

- großer Rückenstrecker
- Gesäßmuskulatur
- Quadrizepsmuskulatur
- Ischiocrurale Muskulatur
- Oberschenkeladduktoren

Ausführung

Aus Kniebeuge Hantel (am Boden oder hängend) bis Knie- und Hüftstreckung mit langem Arm anheben.
Stand hüftbreit, ganze Fußsohle, leichtes Hohlkreuz,
Bauchmuskulatur angespannt

„Geführte“ Beinstreckgeräte



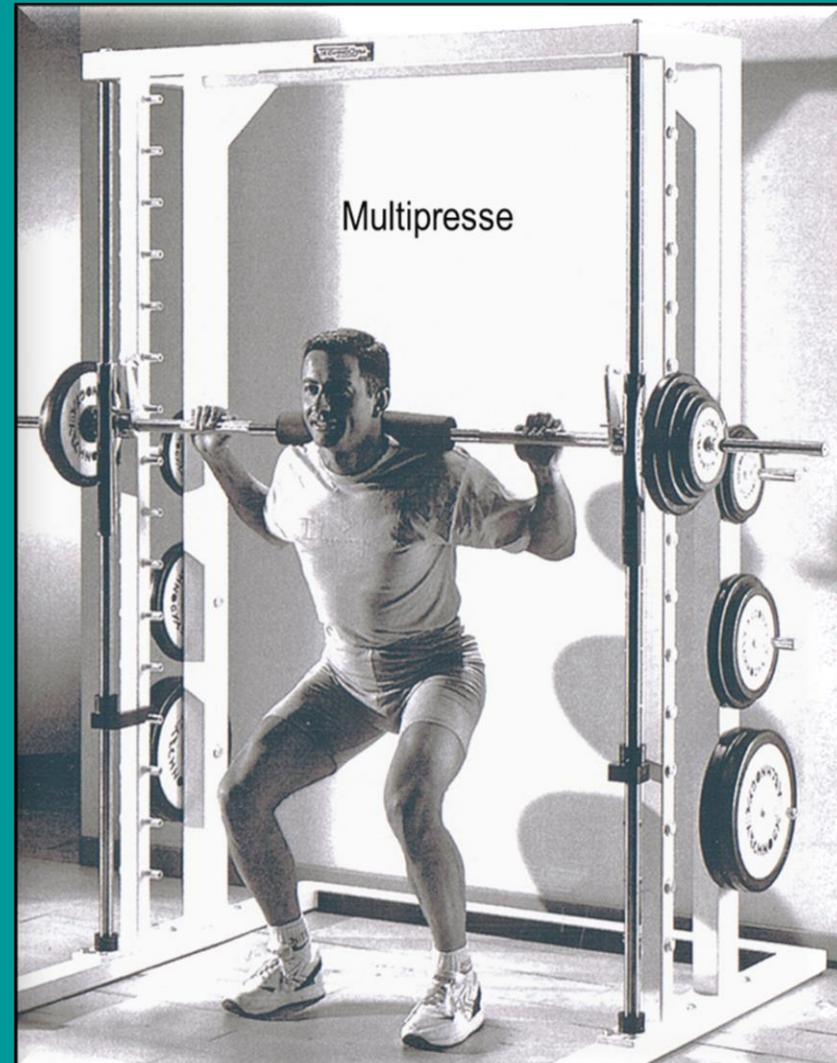
Entwicklung H. Allmann

Geführte Hantel- Kniebeuge

„Geführte“ Hantel-Kniebeuge

1. gute Fixierung der Testperson
2. geeignet für weniger Geübte
3. nahezu verlustfreie (Maximal-)Kraftentwicklung
4. Kniebeugetechnik relativ einfach
5. Lastablage vorzeitig und gefahrlos möglich

Im Bild: halbe Kniebeuge
Kniwinkel ca. 90°



Balkenhantel nach H. Allmann



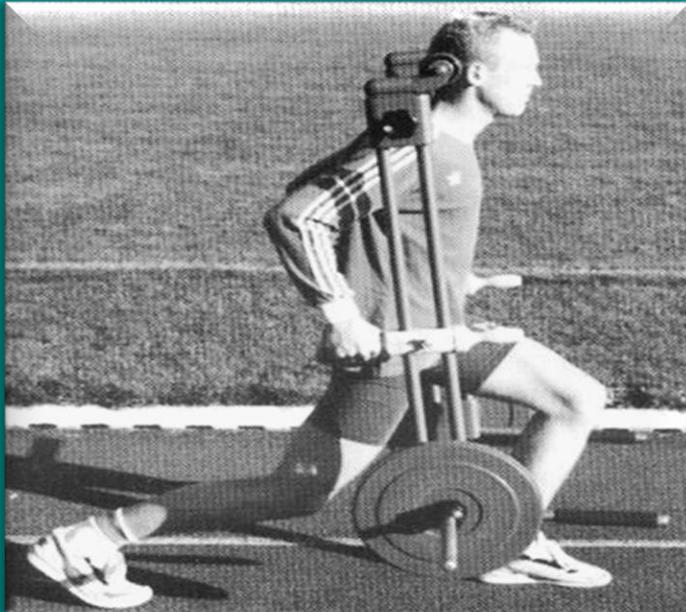
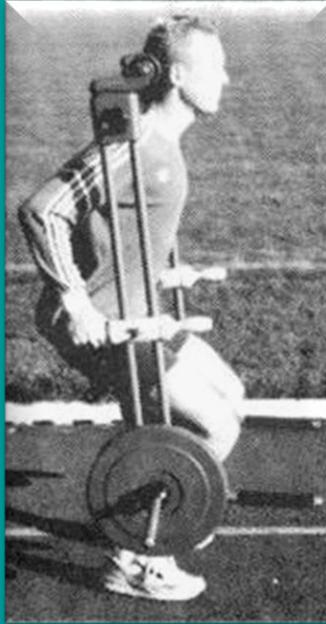
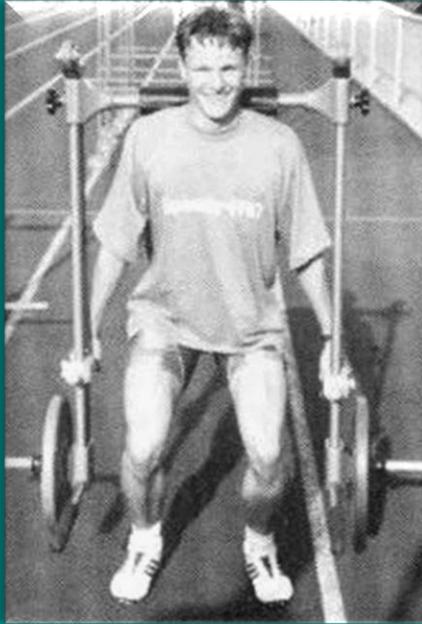
Kernübung: Tiefe Kniebeuge mit Polster-Schulterauflage; Rollschlitten verändert Lastmoment



Balkenhantel-Training
„tiefe Kniebeuge“ Grazer AK
(mit Trainer Otmar Glauning)

Balkenhantel Version 1 ohne Rollschlitten
im Stadiongeländer eingehängt

„Freie“ Beinstreckgeräte



Pendelhantel

Ideales Übergangsgerät zur freien Langhantel

[Video](#)

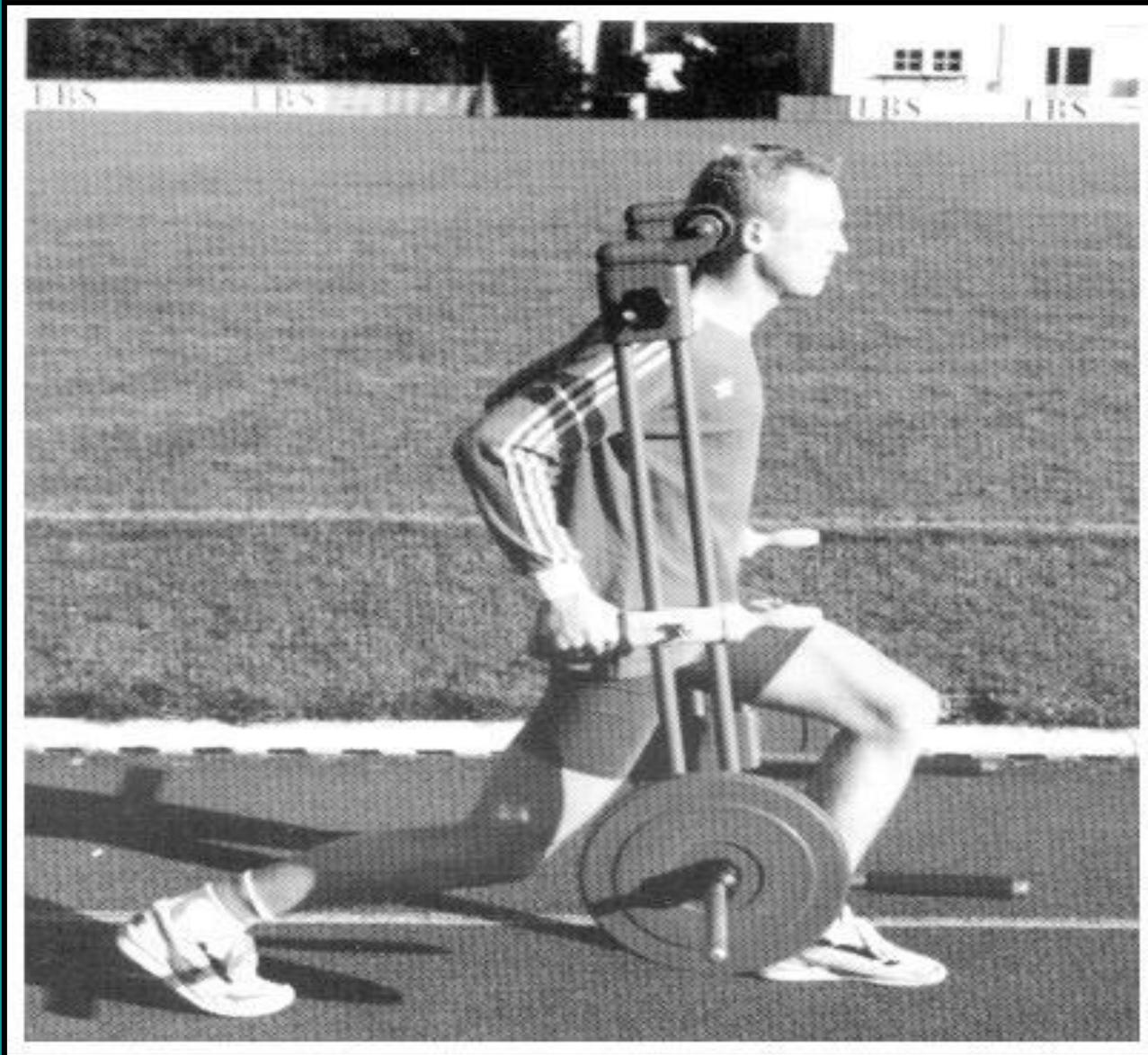


Film R. Mouchbahany, genehmigte Überlassung

- durch tiefen Hantelschwerpunkt stets aufrechter Rumpf;
- tiefe Hantelgriffe entlasten den Schultergürtel
- bestes Einsteigergerät zum freien Langhanteltraining



Pendelhantel



Zwischen der Sprintleistung über 10m-30m und der am Körpergewicht relativierten Maximalkraft der Bein-Hüft-Streckerkette bzw. tiefen Kniebeuge besteht ein hochsignifikanter, positiver Zusammenhang.

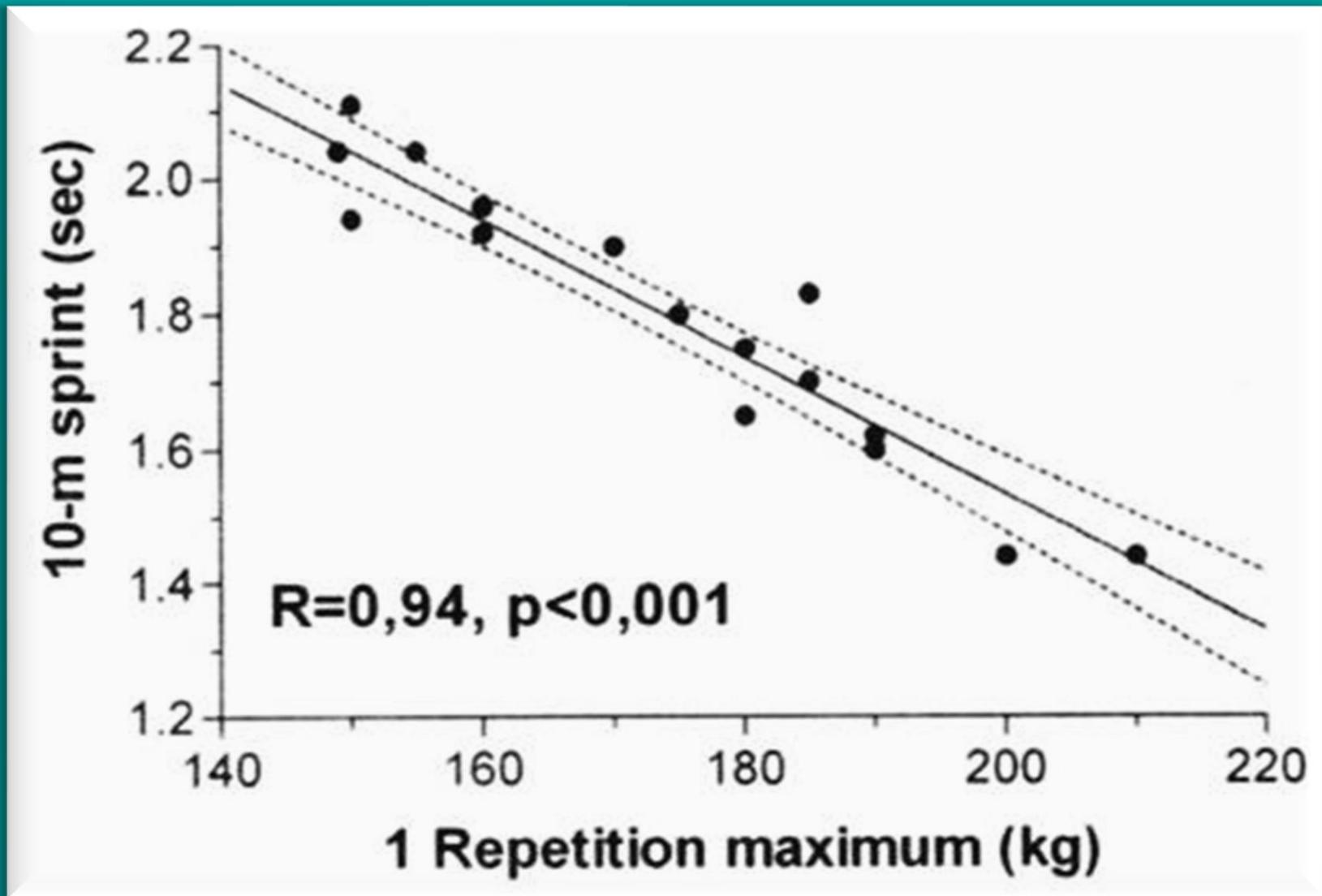
Unterschiedliche Ausprägungen ergeben sich durch den „genetischen“ Typ (Ausdauer/Sprint) und das Maximalkraft-Ausgangsniveau.

Meinungsgleich mit folgende Autoren

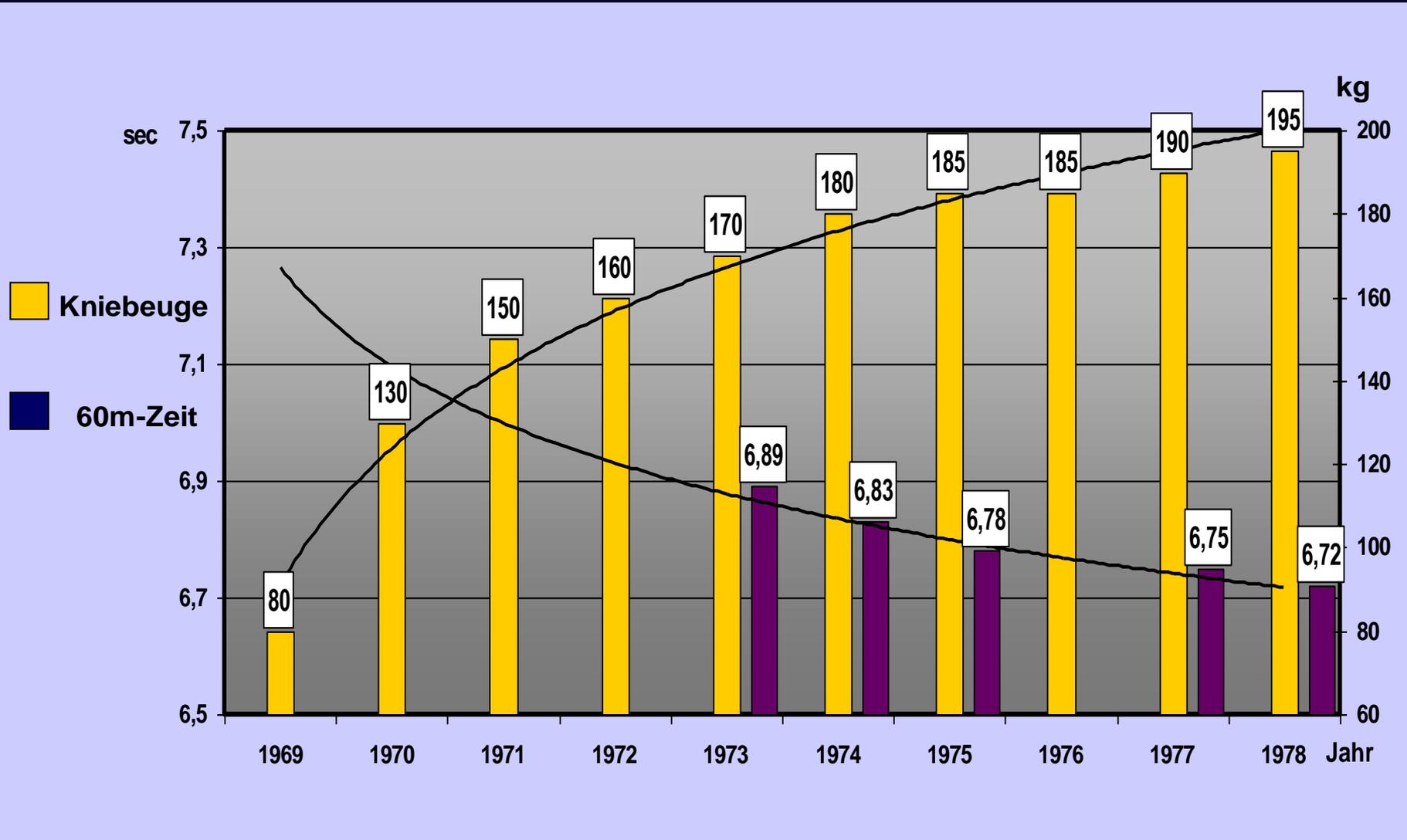
Pickering, 1966	Taingahne & Sleivert, 2000
Bührle & Schmidtbleicher, 1977	Hennessy & Kilty, 2001
Polhemus et al., 1980	Hoff et al., 2001
Allmann, 1984, 1985	Bret et al., 2002
Lüchtenberg, 1988	Helgerud et al., 2003
Heyden, Droste & Steinhöfer, 1988	Hoff & Helgerud, 2003
Mero, 1988	Morin & Belli, 2003
Alexander, 1989	Steinhöfer, 2003
Hedrick, 1993	Sheppard, 2004
Young, 1993	Wisloff et al., 2004
Meckel et al., 1995	Cunha et al., 2007
Hoff & Almasbakk, 1995	
Young, McLean & Ardagna, 1995	
Almasbakk & Hoff, 1996	
Delecluse, 1997	
Blazevich & Jenkins, 1998	
Stone et al., 1998	
Kukulj et al., 1999	
Hoff & Berdahl, 2000	

Nur 5 deutsche von 26 Publikationen!

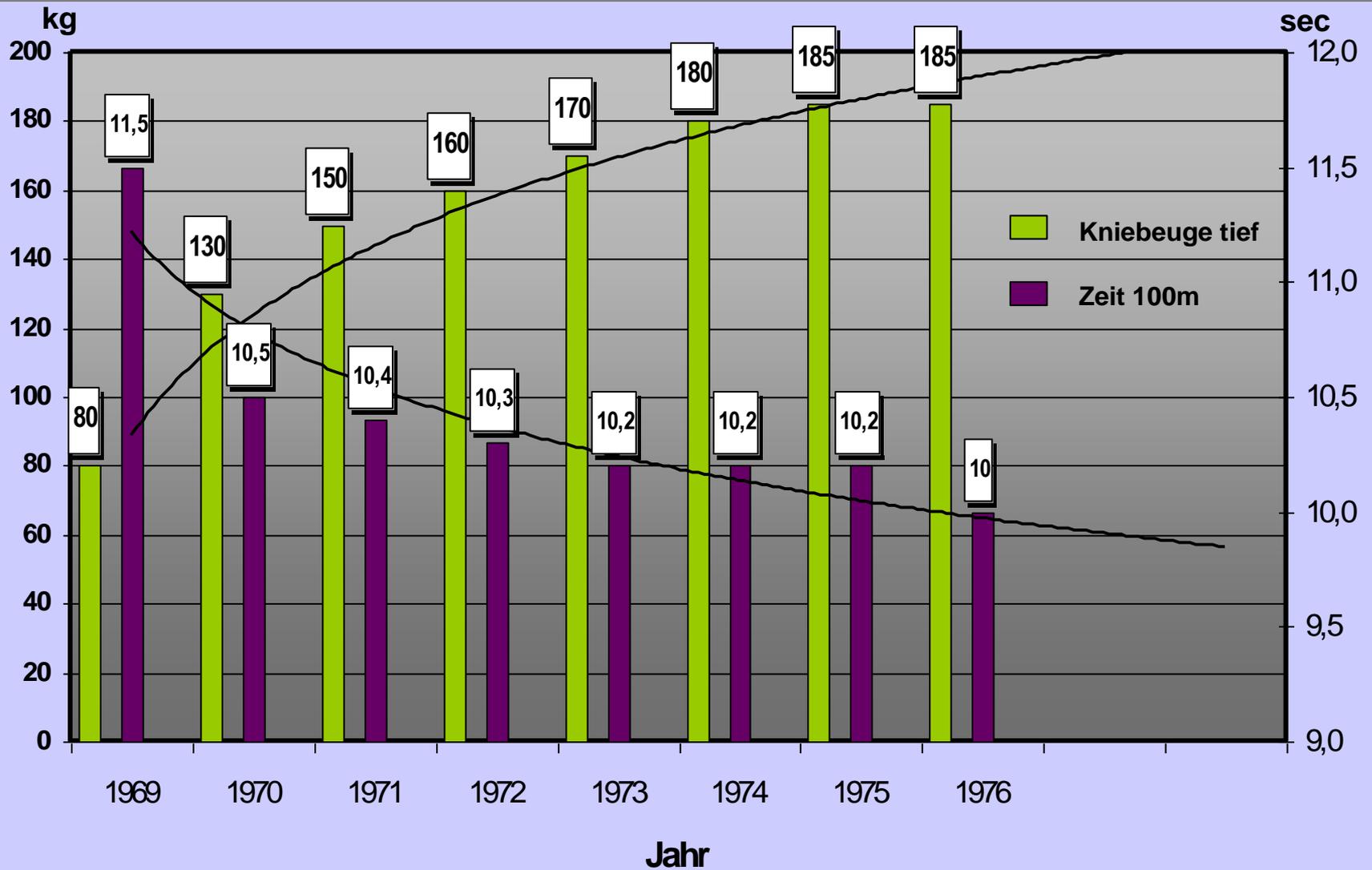
Korrelation zwischen der **Kniebeuge-Maximalkraft** und der **10m - Sprintleistung** bei Profi-Fußballspielern.



Leistungsentwicklung „Tiefe Kniebeuge“ und 60m-Sprintzeit eines leichtathletischen Sprinters



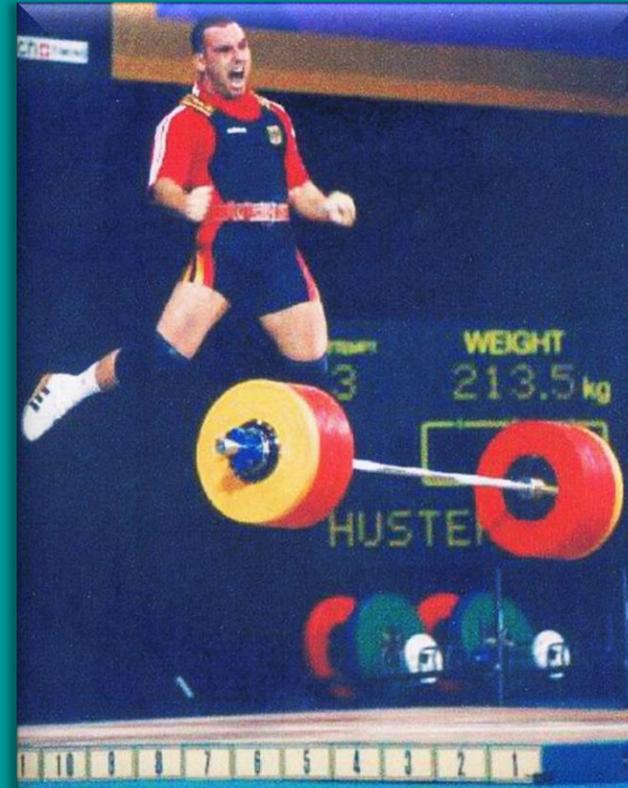
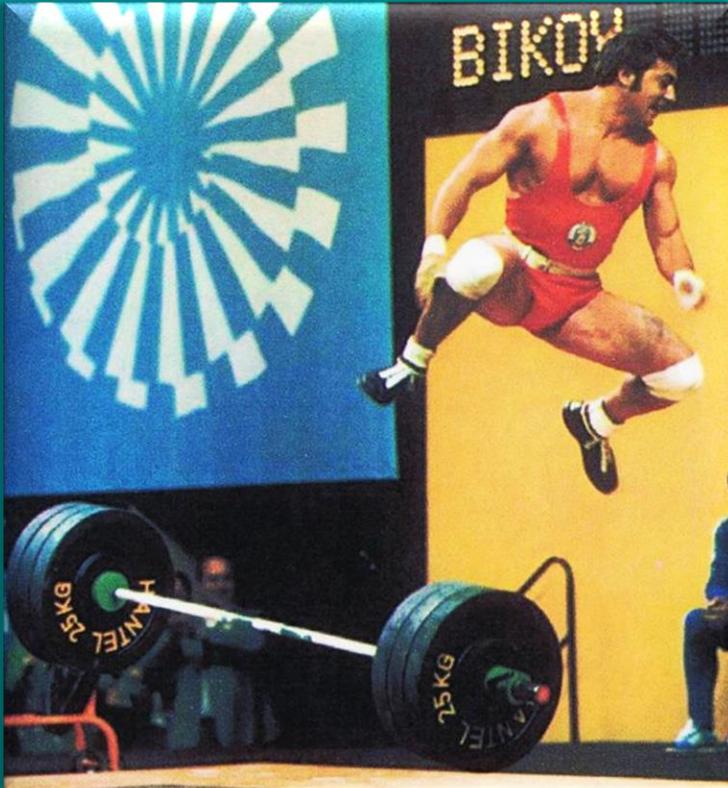
Leistungsvergleich „Tiefe Kniebeuge“ (kg) und 100m-Zeit (sec) eines leichtathletischen Sprinters



Die tiefe Kniebeuge (TKB) in anderen (Einzel)Sportarten

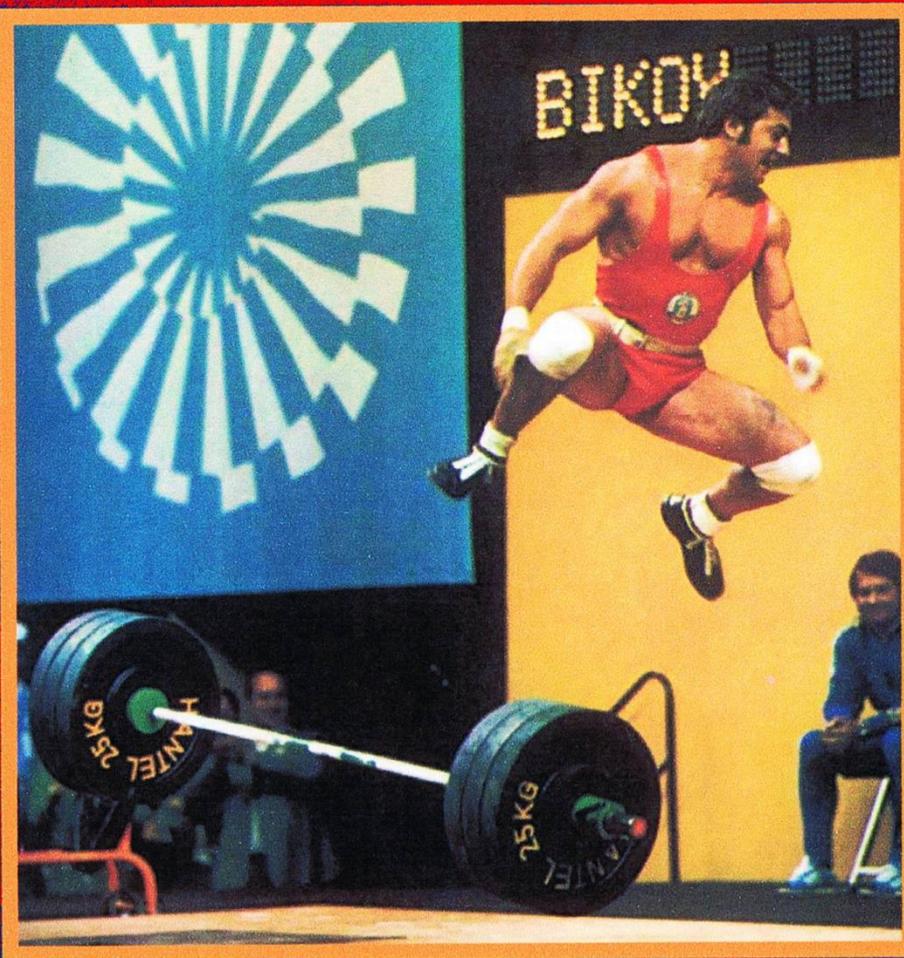
Gewichtheben

- Die Gewichtheber sind die klassischen **Tiefkniebeuger**.
- Die TKB ist notwendiges und zentrales Technikelement der Zielübung Stoßen und Reißen; hier werden tiefste Hockstellungen erreicht.
- Die technisch richtige TKB gilt nicht als ursächlichen Verletzungsgrund.
- Die TKB ist Hauptfaktor für hohe vertikale und horizontale Sprung- und Sprintleistungen sowie für hohe Schnellkraftleistungen.



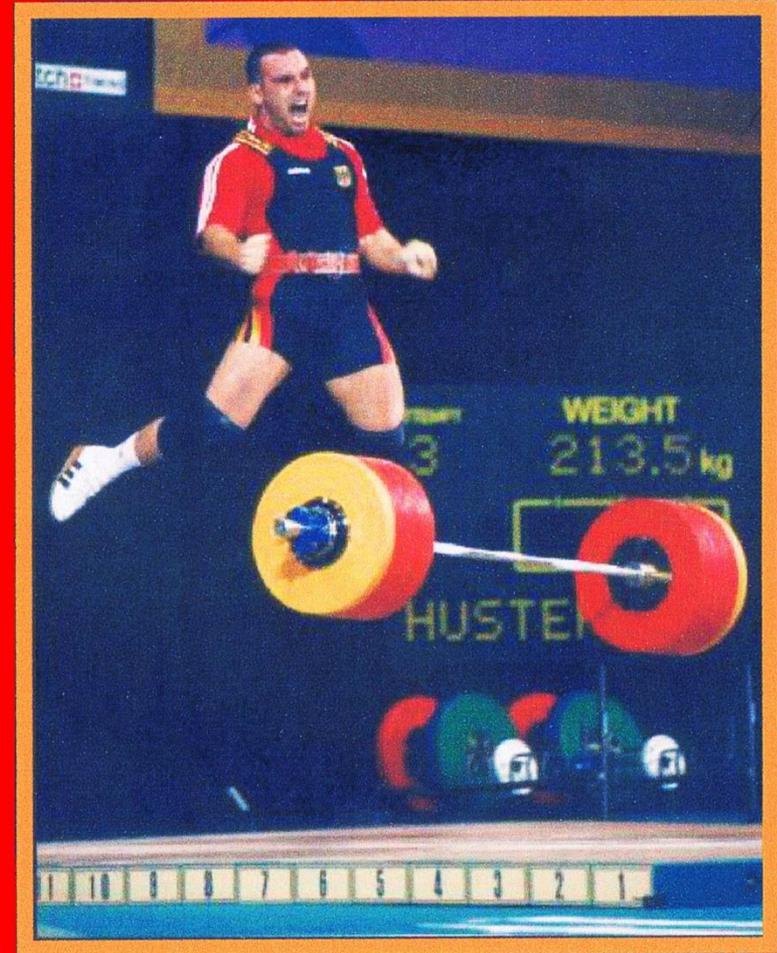
Quelle siehe
nächste Folie

Sprungkraft maximalkrafttrainierter Gewichtheber



Gewichtheber arbeiten stets aus der **tiefen** Kniebeuge!

Genehmigte Quelle: D. Schmidtbleicher: *Konditionelle Anforderungsprofile im modernen Fußball*, 2009



Die tiefe Kniebeuge (TKB) in anderen (Einzel)Sportarten

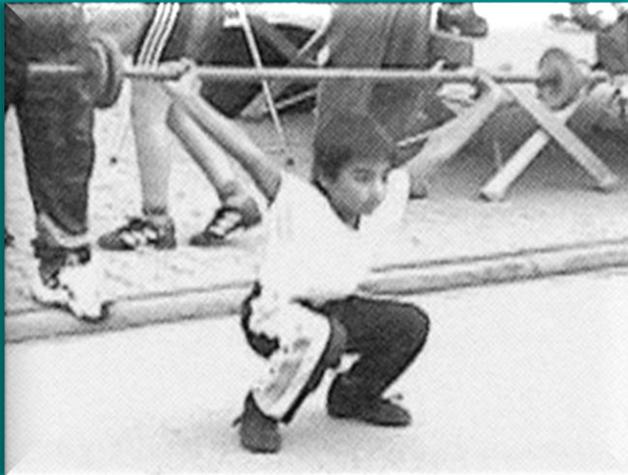
Gewichtheber erbringen hohe Schnellkraft- und Schnelligkeitsleistungen:

Counter-movement jump:	848 ms / 88 cm
Dropjump:	197 ms / 757 ms / 70 cm
30 m – Hochstart:	3,8 – 3,9 s
30 m – fliegend:	2,9 – 3,0 s

Die Sprung- und Sprintleistungen vieler Gewichtheber werden nur selten von den Spitzenfußballspielern erreicht, obwohl Gewichtheber kein Sprint-/Sprungtraining absolvieren. Über 30m sind sie oft schneller als leichtathletische Sprinter! (Test und Augenschein H.Allmann)

Die tiefe Kniebeuge (TKB) in anderen (Einzel)Sportarten

- Jump-and-Reach-Test: Mang (Weltklassegewichtheber) und Mögenburg (Hochsprung Olympiasieger) während ihrer Wettkampfzeit: Mangs relative Sprunghöhe im Reichhöhen-Test übertraf die von Mögenburg.
- Gewichtheber schieben Bob mit Höchstgeschwindigkeit
- Gewichtheber gewinnen 30m-Sprint gegen gute Sprinter (Testbeobachtung Allmann)
- Schon im frühen Nachwuchsalter ist unter heranwachsenden Gewichthebern beim Umsetzen und Reißen die parallele bis tiefe KB (Hockposition) ein technisches Basiselement
- „Auch das müssen Kinder lernen, in der **Hockposition** die Arme gestreckt zu fixieren“ (Reißübung mit leichter Hantelstange (in: M. Zawieja/K. Oltmann „Kinder lernen Krafttraining“. S.48. (Allmann: Nur für künftige Gewichtheber? Für andere (Ball)Sportarten z.B. Spielsportler wie Fußball umstritten!))



10jähriger beim Reißen



18jähriger beim Reißen in tiefster Hockposition

Die tiefe Kniebeuge (TKB) in anderen (Einzel)Sportarten

Leichtathletik

Zur Ausprägung der Maximalkraft u. Schnellkraft der Bein-Hüft-Streckmuskulatur ist für Springer (vertikal / horizontal) und Sprinter die tiefe Hantel-KB eine zentrale Königsübung. Im Spitzenbereich werden maximale Lasten von ca. 160 – 200kg als 1RM bewältigt.

Tiefe KB mit hohen Lasten wurden in Russland mit Beginn der 1960er, in Deutschland mit Beginn der 1970er Jahre (Sprinttrainingsgruppe um H. Allmann) erfolgreich durchgeführt.

Tiefe KB werden nicht nur zur mittel-/langfristigen Ausprägung der Maximal- und Schnellkraft, sondern auch unmittelbar vor Wettkämpfen (1 Tag oder ca. 30 Min. vorher - 3x3 Wdh. mit 90 % 1RM - als neuronales Stimulanz) durchgeführt.

Fußballspieler der Oberklasse sollten eine maximale tiefe KB (1RM) von mindestens 1,5 – 1,7 x Körpergewicht erreichen (Spitzen-Hochspringer: 1,8 – 2,0 x Körpergewicht)

Für (Spitzen)Hochspringer sind neben reaktiven Zubringerübungen die tiefe KB die Kernübung für hohe Steigleistung (in Abhängigkeit von der vertikalen Absprunggeschwindigkeit)

Die tiefe Kniebeuge (TKB) in anderen (Einzel)Sportarten

Ausgewählte Leistungen von Spitzenhochspringern

Valerie Brumel (UDSSR, Ex-Weltrekordler 1963, 2,28m mit „alter“ Straddle-Technik)

Tiefe KB: 193 kg, Umsetzen: 125 kg, Weitsprung: 7,41m, 100m: 10,80 sec

Dietmar Mögenburg (Olympiasieger 1984, 2,36m, 1985)

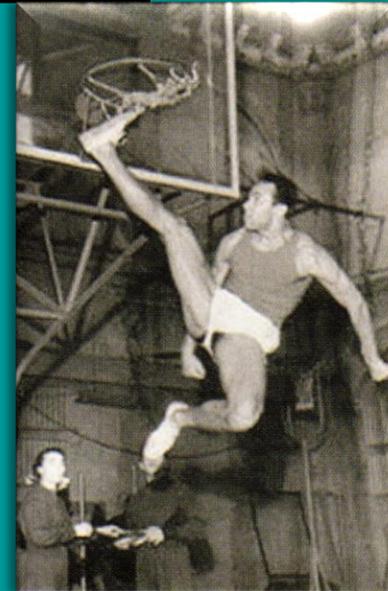
Tiefe KB: 145 kg, Umsetzen: 115 kg, Weitsprung: 7,86 m, 100m: 10,86

Patrik Sjöberg (Hochsprung 2,42 m, 1987)

Tiefe KB: 140 kg, Umsetzen: 90 kg

Javier Sotomayor (2,45 m, 1993, aktueller Weltrekord 2014)

Tiefe KB: 180 kg



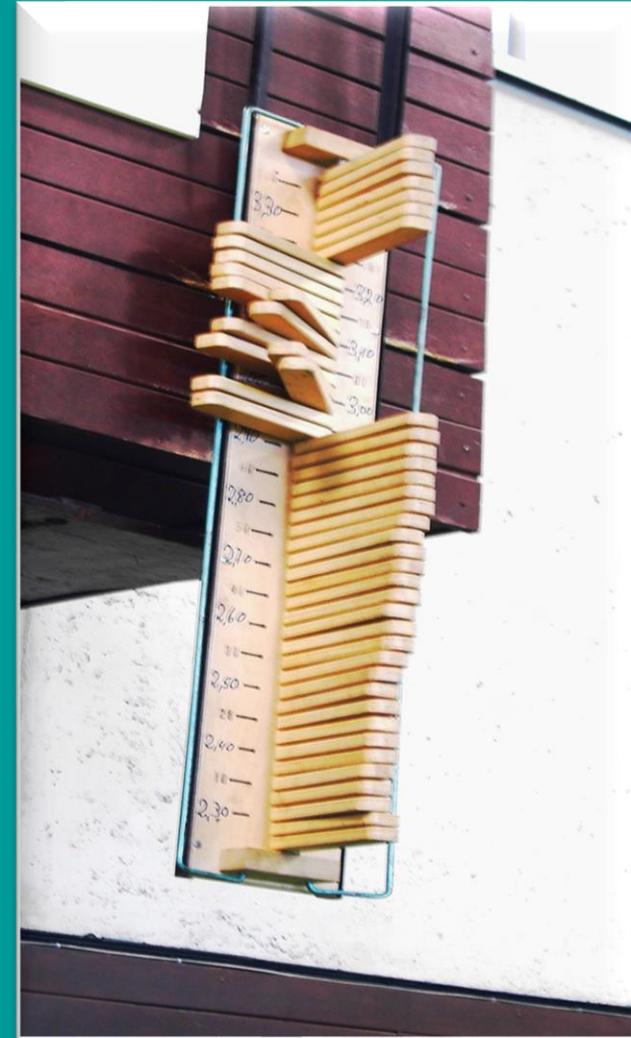
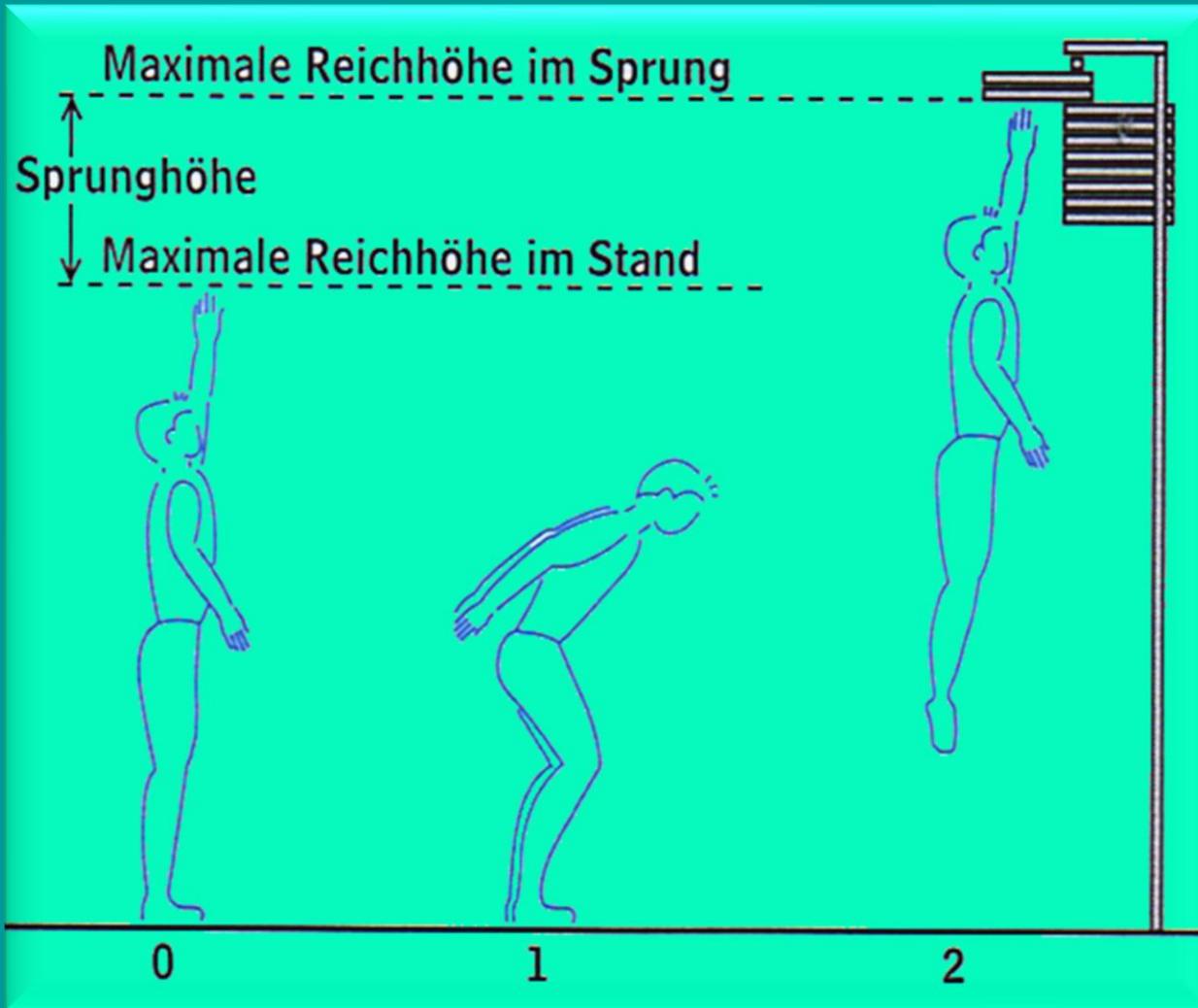
Waleri Brumel

Genehmigter Abdruck aus
Leichtathletiktraining, 7(2014)

Haupt-Trainingsmittel für hohe Steigleistung

Tiefe KB, Umsetzen, reaktive Sprungformen (5-er Sprung re/li), Verkürzung der BKZ, Jump-and-Reach-Test, gerade, einbeinige Hocksprünge auf Höhe mit Anlaufschritten

Jump-and-Reach-Test zur Bestimmung der maximalen Sprunghöhe mit dem Vertical Challenger



Beidbeiniger oder einbeiniger Absprung aus 1-2 Schritten Anlauf

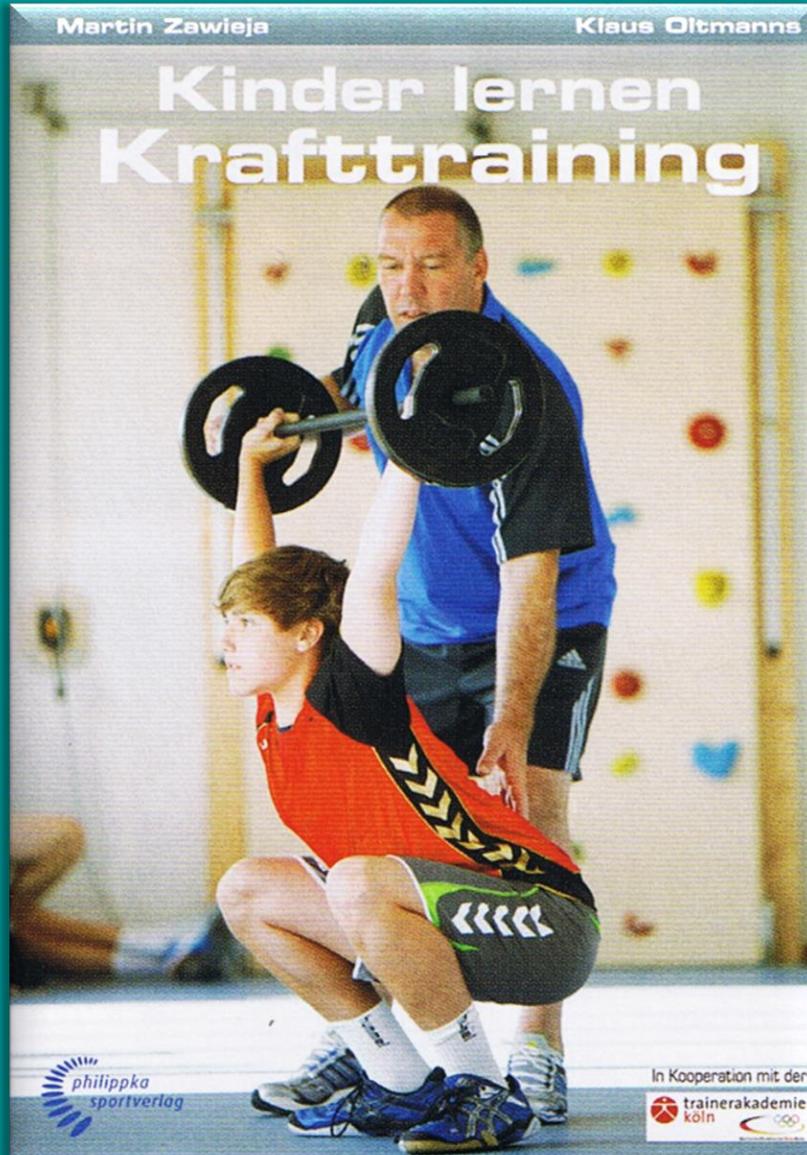
Jump-and-Reach-Bord = Vertical Challenger



Sprunghöhen-Testgerät

Basisausbildung Krafttraining für Kinder, Schüler und Jugendliche

Nach Martin Zawieja und Klaus Oltmanns (Autoren)



„Kinder lernen Krafttraining“ schließt als eine der wenigen Literaturquellen die Lücke der technisch-methodischen Praxisanweisungen im Nachwuchskrafttraining mit dem Mittel der freien Hantel.

Es ist ein kinder-/ jugendangepasstes Langhantel-Lernbuch für den Nichtfachmann und versucht, die „Ängste“ vor diesem Trainingsmittel, auch in Spielsportarten wie z.B. Fußball, zu nehmen.

Aus trainingspraktischen und trainingsorganisatorischen Gründen in kritischer Pro-Contra-Diskussion in der trainingswissenschaftlichen Literatur - insbes. für den Fußball-Nachwuchs (siehe Leistungssport 2+4 (2014) und kritische Diskussion in Datei: „Krafttraining im Fußball-Nachwuchs“)

Vortrag und Praxisdemonstration Martin Zawieja , Langhanteltraining im Nachwuchsbereich beim ITK Fußball des BDFL 2010 in Düsseldorf.