

Biomekanikk diskos

Analyse struktur treningsøvelser

Kast med kule og rør/stav

Kilde: Dickwack/Knoll
Institut für angewandte Trainingswissenschaft
Leipzig

Målsetting for undersøkelsen

- Beskrive bevegelsesstrukturen av kast med rør og kuler sammenlignet med biomekaniske parameter til diskoskast
- Fastlegge en eventuell optimal vekt på rørene for å oppnå en maksimal mekanisk effekt

Kastredskap	Masse [kg]	Diameter [mm]	Lengde [mm]	Tregghetsmoment [kgm ²]
Rør lang	1,5 2,0 2,5 3,0	32-36	686-842	0,247-0,413
Rør kort	1,5 2,0 2,5 3,0	25-27	365-400	0,044-0,121
Kule	1,5 2,0 2,5 3,0	50		Max. 0,002
Diskos	2,0	220		0,016

Sportler/ Forsøk	Redskap	Masse (kg)	Lengde (m)	Utkasthastighet (m/s)	Utkastvinkel (°)
S.	Diskos	2,0	65,88	24,6	35,8
S. 02	Kort rør	3,0	38,45	19,6	42,8
		2,5			
S. 04		2,0	43,65	20,6	40,6
S. 06		1,5	49,48	22,4	42,0
H.	Kort rør	3,0	38,65	20,2	37,5
		2,5	41,40	20,7	37,1
		2,0	46,58	22,8	36,8
		1,5	50,28	22,3	36,9
O.	Kort rør	3,0	35,61		
		2,5	39,20		
		2,0	43,13		
		1,5	49,11		
S. 09	lengre rør	3,0	39,62	20,6	39,7
S. 11		2,5	43,30	20,7	41,3
S. 14		2,0	47,30	21,8	41,6
S. 16		1,5	52,20	23,7	39,5
S. 20	Kule	3,0	31,80	17,9	41,3
		2,5			
S. 22		2,0	39,80	19,4	43,7
S. 28		1,5	46,60	21,2	39,5

Sportler/ Forsøk	Redskap	Masse (kg)	Lengde (m)	Maks.akselerasjon (m/s²)	max.energi (kWatt)
S.	Diskos	2,0	65,88	87	3,14
S. 02	Kort rør	3,0	38,45	74	2,89
		2,5			
S. 04		2,0	43,65	88	2,49
S. 06		1,5	49,48	98	2,17
H.	Kort rør	3,0	38,65	66	2,57
		2,5	41,40	80	2,97
		2,0	46,58	80	2,66
		1,5	50,28	88	2,18
O.	Kort rør	3,0	35,61		
		2,5	39,20		
		2,0	43,13		
		1,5	49,11		
S. 09	lengre rør	3,0	39,62	63	2,74
S. 11		2,5	43,30	74	2,91
S. 14		2,0	47,30	84	2,8
S. 16		1,5	52,20	104	2,57
S. 20	Kule	3,0	31,80	46	1,63
		2,5			
S. 22		2,0	39,80	65	1,74
S. 28		1,5	46,60	82	1,72

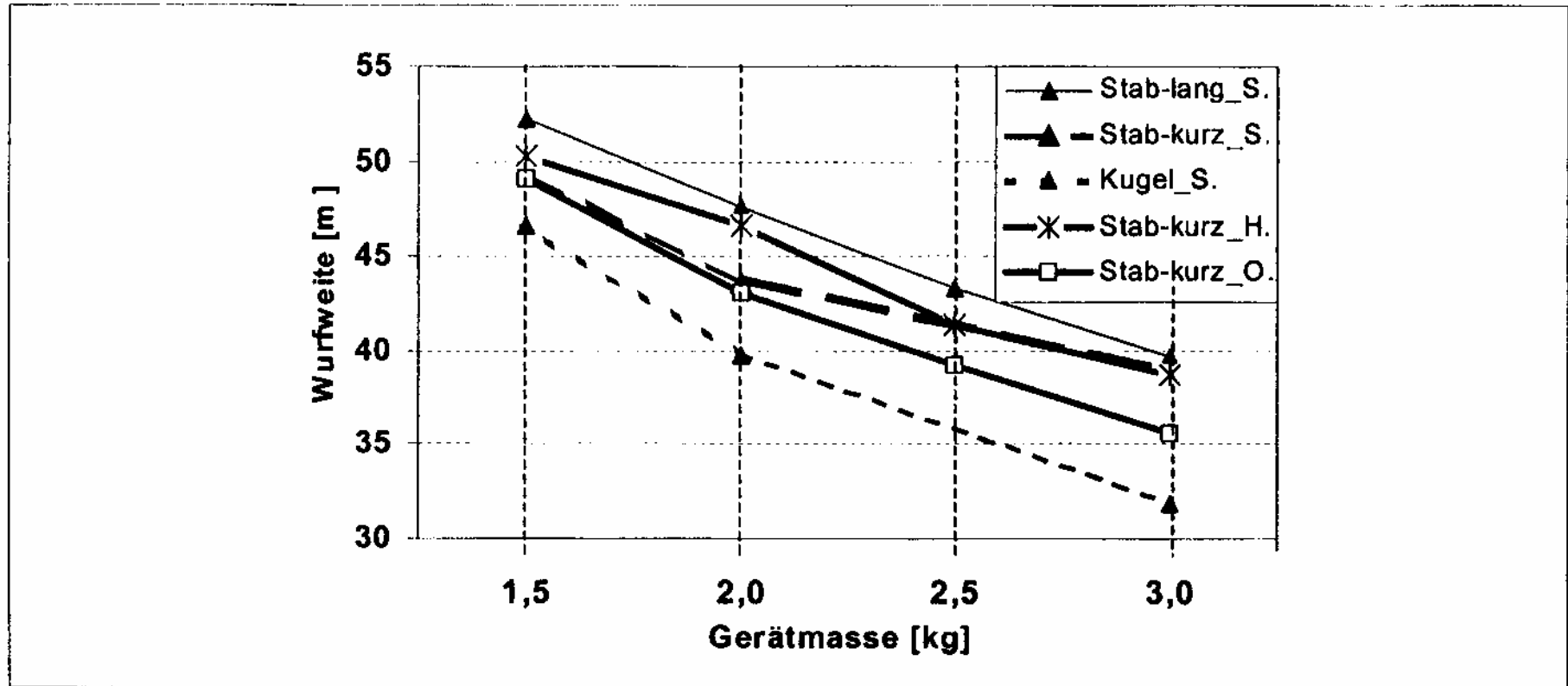


Abb. 1.wurfweite in Abhängigkeit von der Gerätmasse und der Gerätform

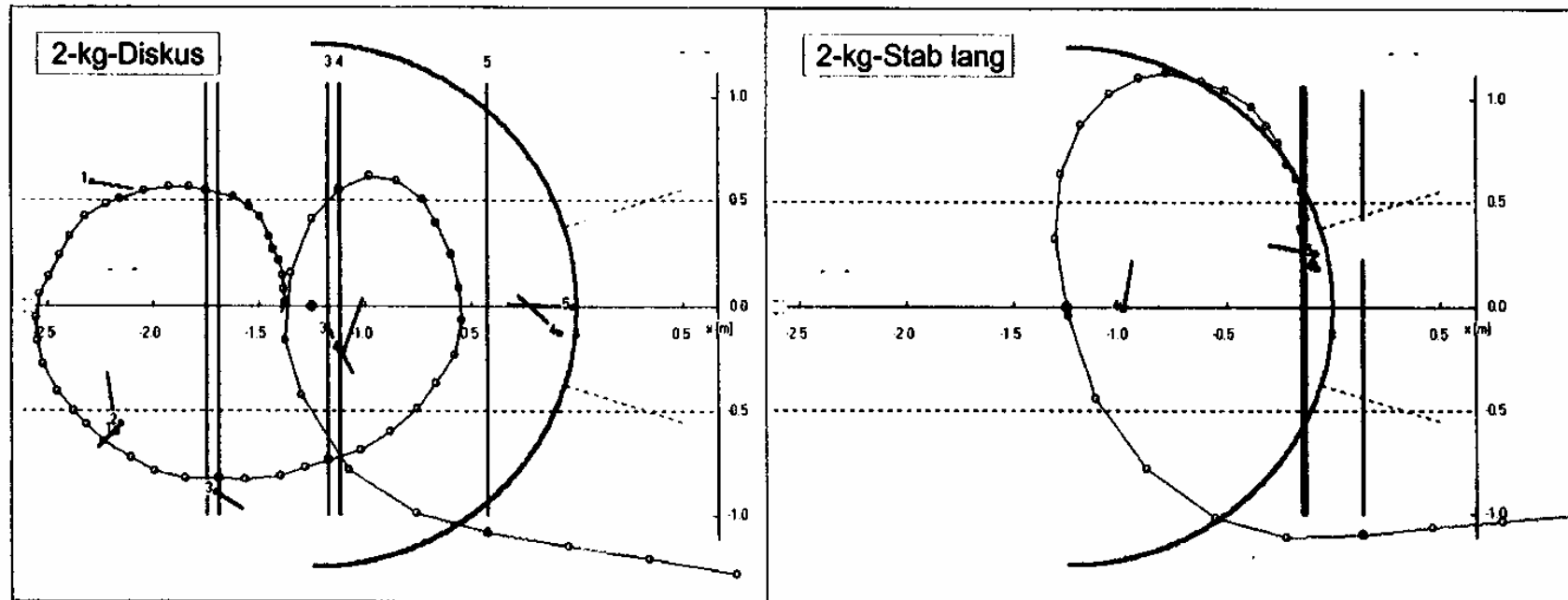


Abb. 2. Draufsicht der Bewegungsbahnen des Diskus beim Wurf aus der Bewegung und des langen 2-kg-Stabs beim Wurf aus dem Stand

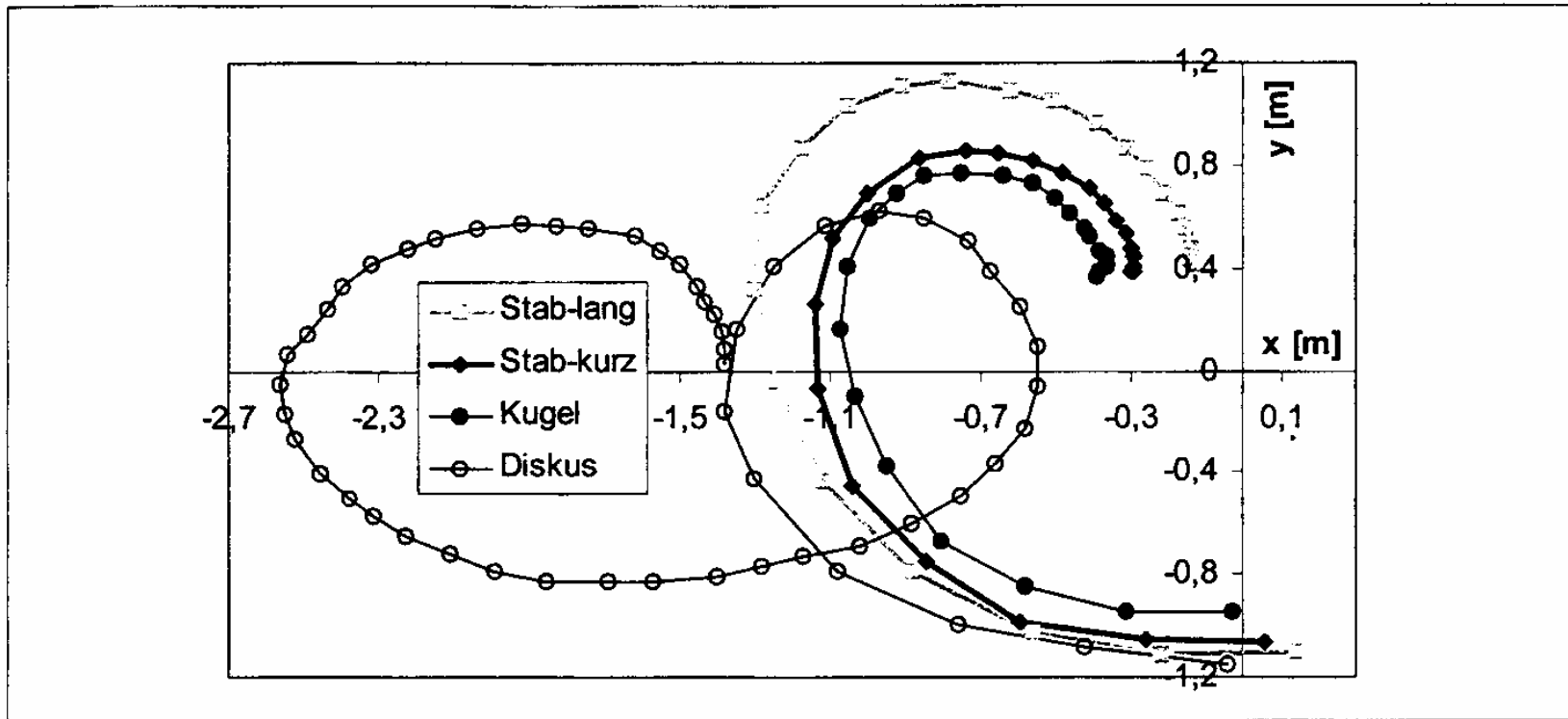


Abb. 3. Draufsicht der Bewegungsbahnen des Diskus beim Wurf aus der Bewegung und der 2-kg-Geräte langer Stab, kurzer Stab und Kugel beim Wurf aus dem Stand

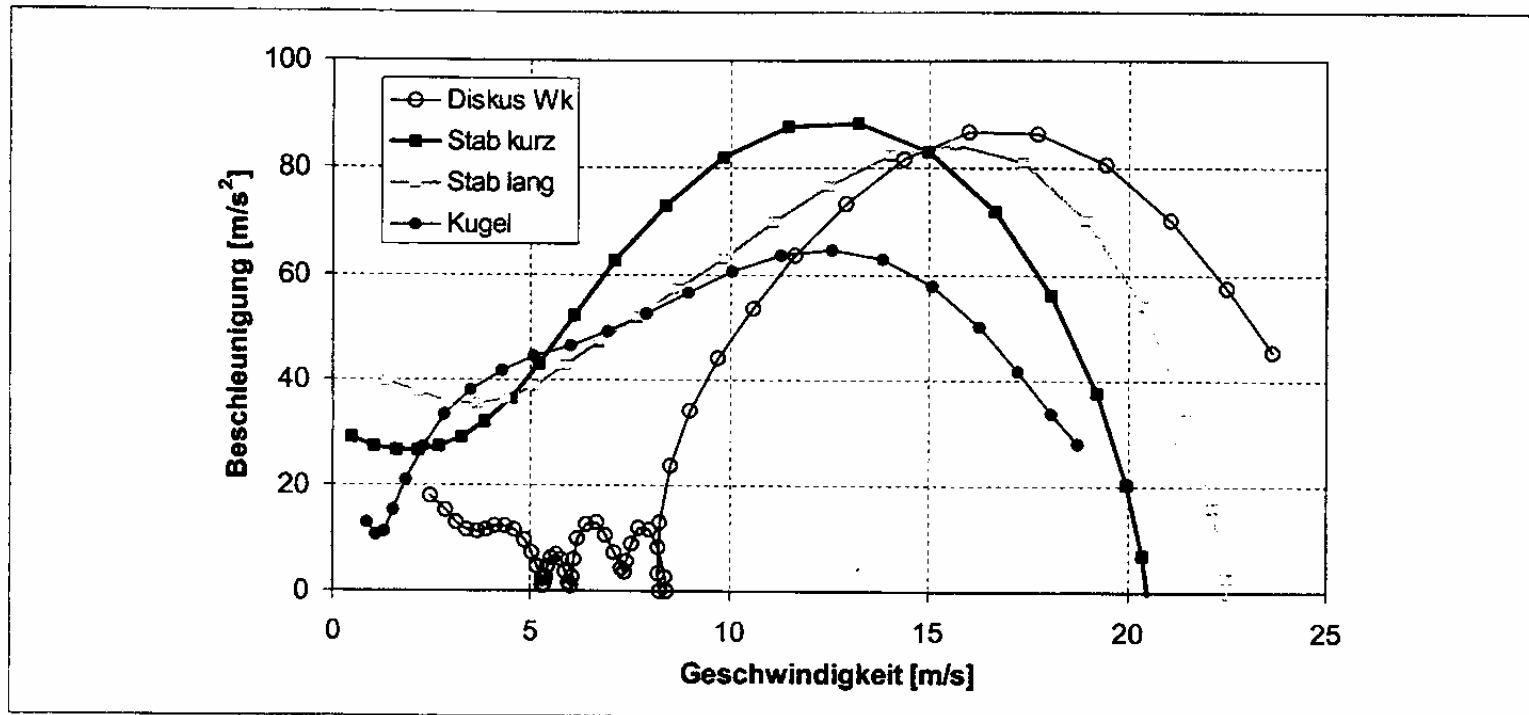


Abb. 4. Geschwindigkeits-Beschleunigungs-Verläufe beim Werfen der 2-kg-Geräte durch S.

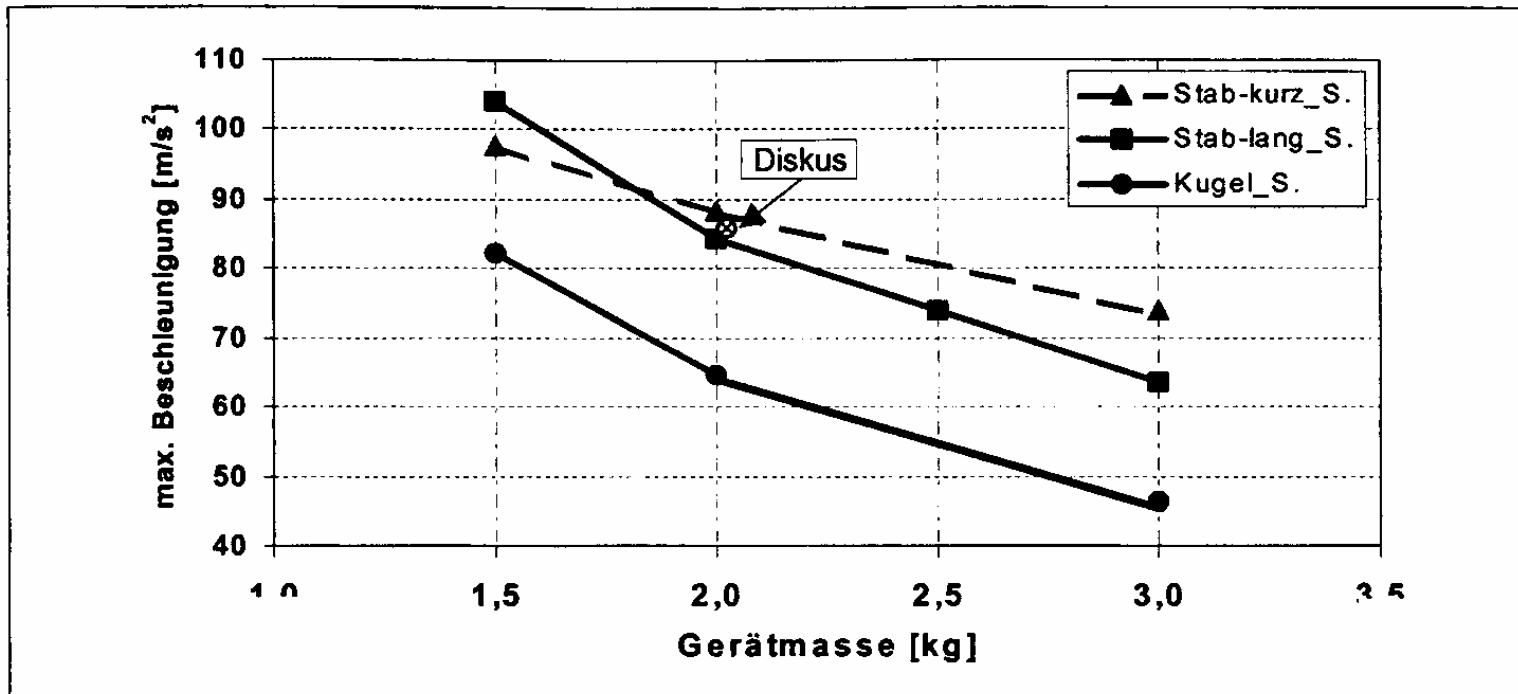


Abb. 5. Maximale Beschleunigung in Abhängigkeit von der Gerätmasse und Gerätform beim Werfer S.

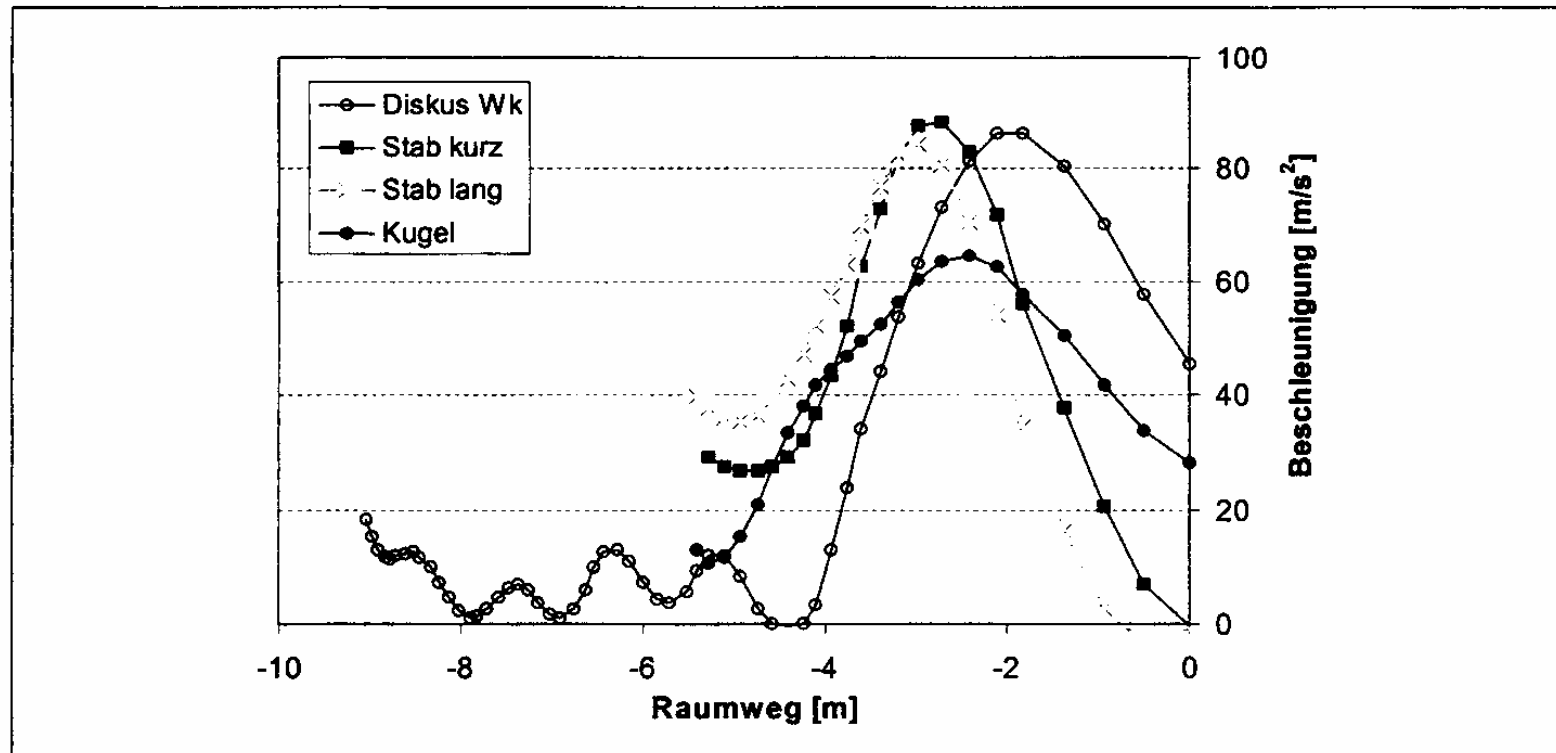


Abb. 6. Beschleunigungs-Weg-Verläufe beim Werfen der 2-kg-Geräte durch S.

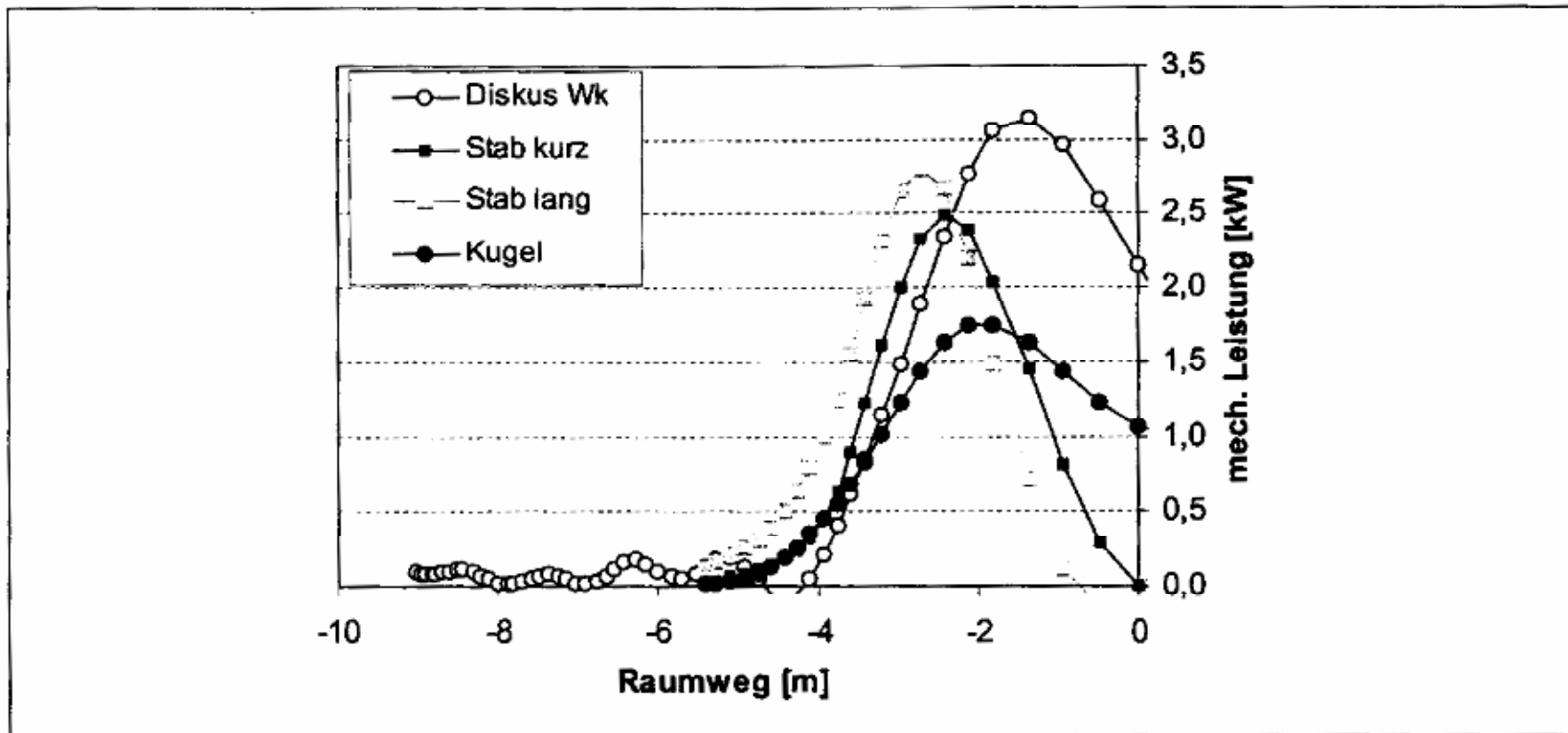


Abb. 7. Leistungs-Weg-Verläufe beim Werfen der 2-kg-Geräte durch S.

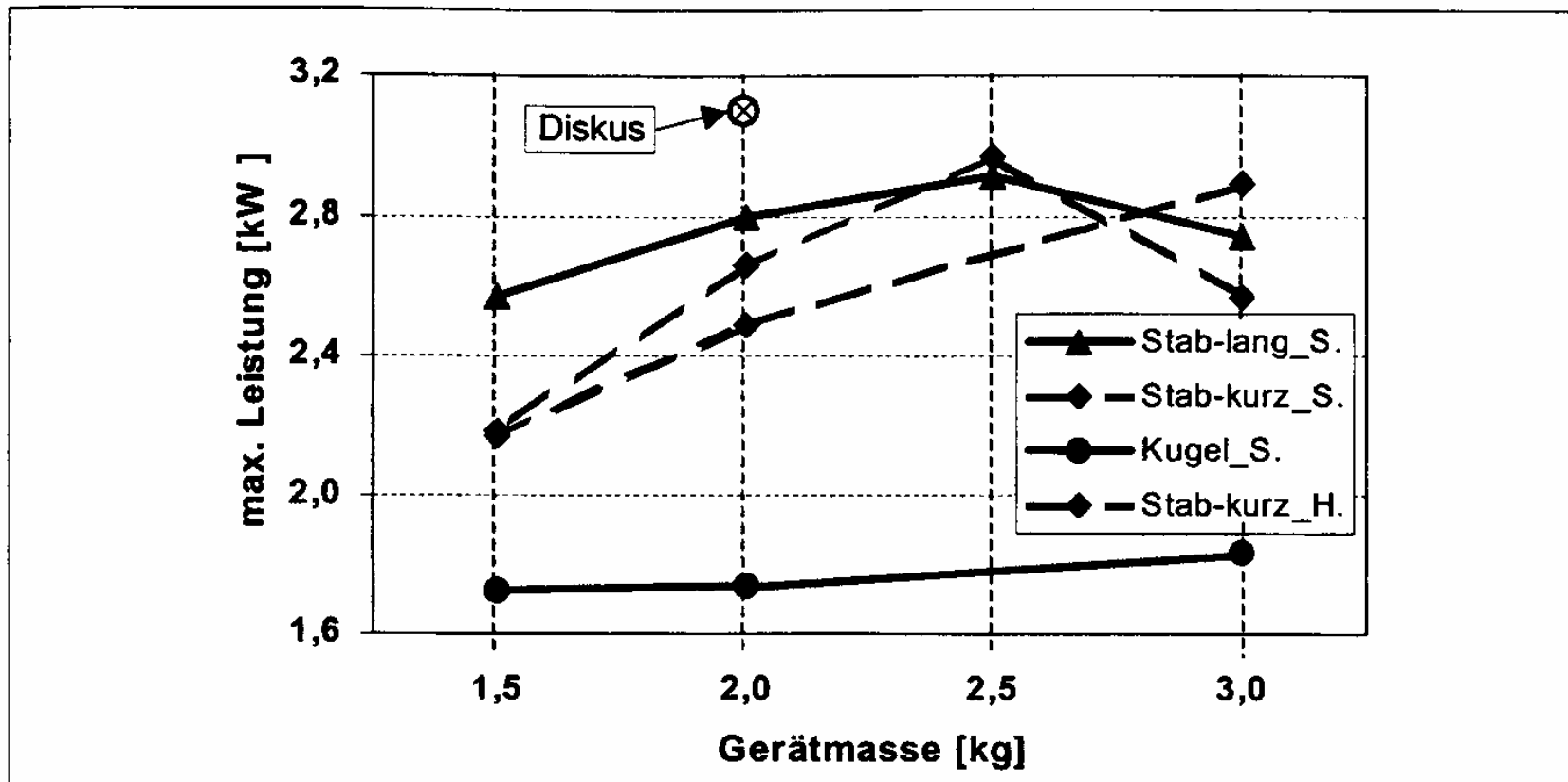


Abb. 8. Maximale mechanische Leistung in Abhängigkeit von der Gerätmasse und Gerätform bei den Werfern S. und H.

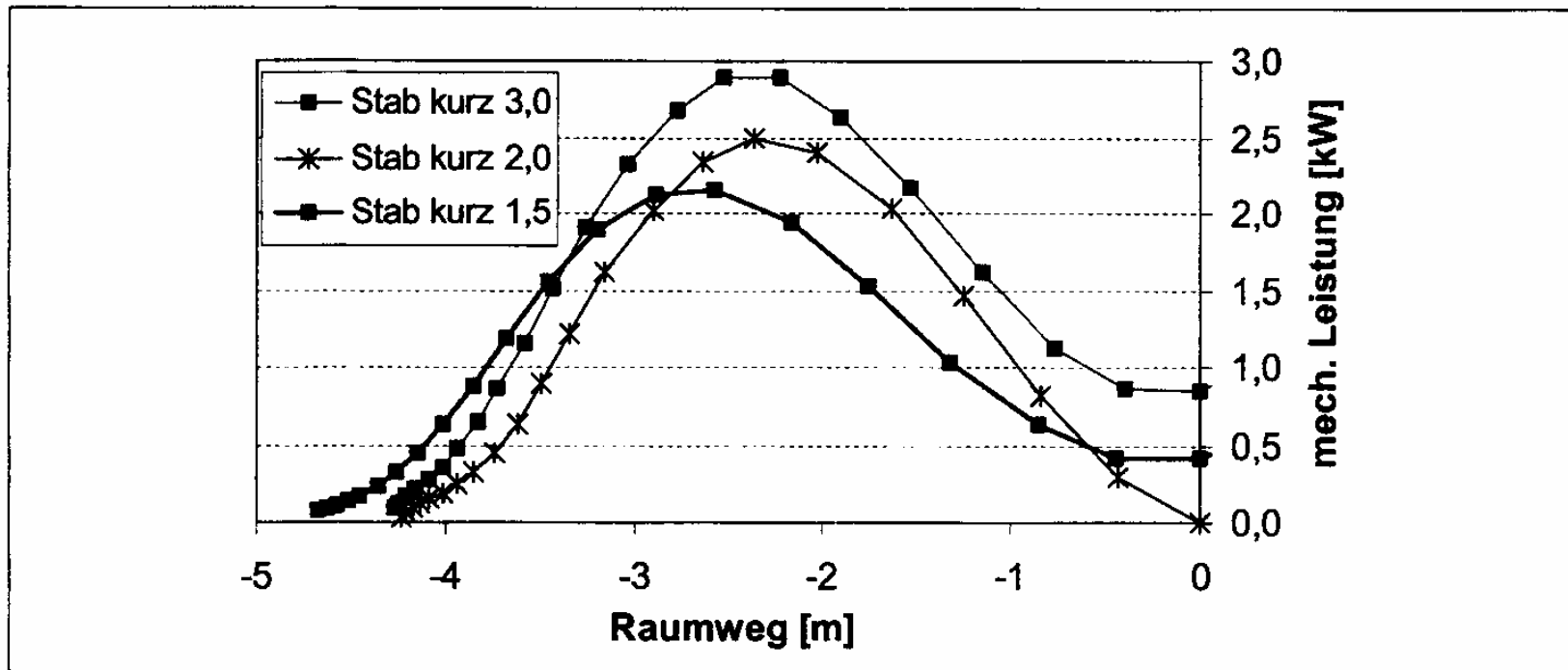


Abb. 9. Leistungs-Weg-Verläufe beim Werfen der kurzen Stäbe (1,5; 2,0; 3,0 kg) durch S.

Sammenfatning av undersøkelsen-A

- Ved treningsøvelsene stående rør- og kulekast kaster man som forventet kortere med tyngre redskap, dvs 3kg kulekast er rundt 15 meter kortere enn kast med 1,5 kg redskap.
- Når vekten og radiuslengden på redskapet øker, øker også varigheten av utkastet.
- Ved en sammenlikning av ulike redskaper med samme vekt kaster man lenger med de lengre rørene pga en større radius (betyr en lengre arbeidsvei).

Sammenfatning av undersøkelsen-B

- Ved en systematisk bruk av minst tre forskjellige tyngder er det mulig å treffe differensierte utsagn om utviklingen av den spesielle kaststyrke (prestasjonsdiagnose).
- På grunn av en radiusforlengelse oppnår man en større akselerasjon så vel med de lange som de korte rørene opptil 2,0 kg, enn ved kast med konkurranseredskap med dreining.
- På bevegelsesbanen til redskapen (rørene) befinner den maksimale akselerasjon seg, med hensyn til vei og tid, i enn annen posisjon enn ved kasting med diskos hvor den største akselerasjonen finner sted på det dypeste punkt på banen.

Sammenfatning av undersøkelsen-C

- Med hensyn til den mekaniske effekt (KW) viste det seg at det for hver enkelt utøver eksisterer en optimal vekt på et bestemt tidspunkt .(avhengig av forutgående treningsvekter/øyeblikkelige spesielle styrkenivå).
- Her vil man gjennomføre videre undersøkelser over forandringen i denne personlige HILL kurve.

Man anbefaler følgende bruk av rørkast i treningsåret:

- først korte og lange rørkast med vekter mellom 2,0 til 3,0 kg for utvikling av maksimal mekanisk effekt, deretter
- korte rør med vekt opptil 2,0 kg for utvikling av maksimal akselerasjon.
- Man anbefaler ikke bruk av kuler !

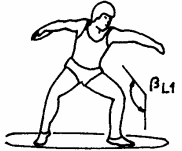
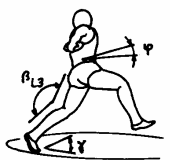

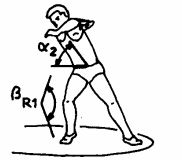
Fordeler kast med lange rør

- en forbedring av teknikken pga utkastbetingelsene og den forlengede utkasttid
- for tidlig arminnsats er vanskelig (arm langt tilbake)
- en riktig rekkefølge i benarbeidet innøves, først dreies kneet inn, deretter oppløses forvridningen av skulder/hofte fulgt av en sen arminnsats
- På grunn av den forlengede utkasttiden er det lettere å kontrollere den tekniske utførelsen

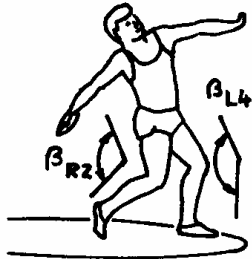
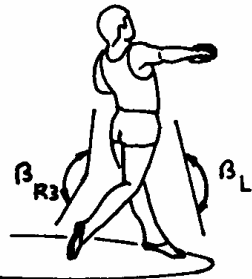
Eksempel testverdier rørkast/diskos

RØR-Tests	Måldefinisjon diskos og hjelperedskaper(meter)			
Diskos 1,75Dr	50	56	58	61
Diskos 2,0 Dr	46	50	54	57
Rør 2,5 kg Dr	50	54	55	59
Rør 2,8 kg Dr	--	--	51	55

Tabelle 5.1. Sporttechnische Anforderungen und biomechanische Parameter im Diskuswerfen

Bild	Bewegungsabschnitt	trainingsmethodische Forderungen	biomechanische Parameter
Drehbeginn			
	<i>Position</i> Wenn linkes Bein dreht und Knie sich 90 Grad zur Wurfrichtung befindet (Aufnahme von hinten)	<ul style="list-style-type: none"> - Gewichtsverlagerung auf das linke Bein - aktives Andrehen des linken Beines - Oberkörper durch linken Oberarm zurückhalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Kniewinkel $\beta_{L1} \approx 130-140^\circ$ - Bewegungsrichtung des linken Oberschenkels und des linken Arms ca. 10 Grad versetzt
Umsprungphase			
	<i>Position</i> Abdruck des linken Fußes kurz vor dem Lösen vom Boden	<ul style="list-style-type: none"> - flacher Abdruck ohne Streckung des linken Kniegelenks - Oberschenkel des rechten Beines unter der Waagerechten - schnelles Überwinden der stützlosen Phase 	<ul style="list-style-type: none"> - Abdruckwinkel $\gamma \approx 36-42^\circ$ - Kniewinkel $\beta_{L3} < 160^\circ$ - KSP-Richtung $\varphi < 10^\circ$ - vertikale Kraftkomponente $F_{zLL} > 2 G$ - horizontale Kraftkomponente $= 1 G$ - KSP-Geschwindigkeit $V_{zLL} = 1,2-0,9 \text{ m/s}$ $V_{xLL} = 1,8-2,0 \text{ m/s}$
Hauptbeschleunigungsphase			
	<i>Position</i> Setzen des rechten Fußes nach dem Umsprung	<ul style="list-style-type: none"> - Aufsetzen mit dem rechten Fußballen entgegen der Wurfrichtung - Oberkörper befindet sich über der Stützstelle - sofortiges Weiterarbeiten des rechten Beines mit leichtem Nachbeugen im Kniegelenk 	<ul style="list-style-type: none"> - Kniewinkel β_{Rc} (beim Aufsetzen) $\approx 110-125^\circ$ - Kniewinkel β_R (am Ende der Phase) $\approx 100-115^\circ$ - Körperwinkel $\alpha_1 = 130^\circ$ - vertikaler Bremskraftstoß $F_{zSR} \approx 1 G$ - vertikale KSP-Geschwindigkeit $V_{zSR} \approx 0 \text{ m/s}$
	<i>Position</i> Setzen links (Wurfauslage)	<ul style="list-style-type: none"> - schnelles und stabiles Setzen des linken Beines - Oberkörper befindet sich über dem rechten Bein - der Diskus ist, von der Seite gesehen, hinter dem Körper noch sichtbar - Spannungsaufbau vergrößern - richtige Einsatzreihenfolge der Teilimpulse (Bein, Hüfte, Schulter, Diskus) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kniewinkel $\beta_{R1} \approx 110-120^\circ$ (von hinten, vgl. Abb.) - Körperwinkel $\alpha_2 \approx 45^\circ$ - Kniewinkel links $\approx 170^\circ$ - horizontale Querkraftkomponente $F_{yR} = \text{Maximum}$ - horizontale Kraftkomponente $F_{xR} \approx 0$

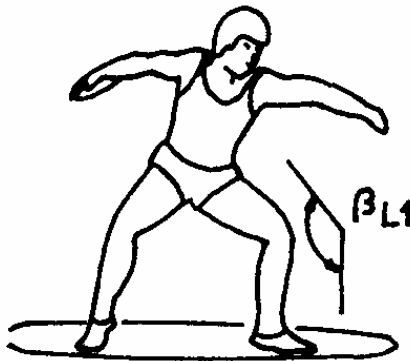
Fortsetzung Tabelle 5.1.

Bild	Bewegungsabschnitt	trainingsmethodische Forderungen	biomechanische Parameter
	<i>Position</i> Rechtes Knie zeigt in Wurf- richtung	<ul style="list-style-type: none"> - aktive Weiterarbeit des rechten Beines und stabiles Gegenstemmen des linken Beines - linkes Knie passiert nicht die Senkrechte über dem linken Fuß 	<ul style="list-style-type: none"> - Kniewinkel $\beta_{L4} \approx 170^\circ$ - Kniewinkel $\beta_{R2} \approx 125^\circ$ - horizontale Kraftkomponente $F_{XR} = \text{Maximum}$ - vertikale Kraftkomponente $F_{ZL} = \text{Maximum}$
	<i>Position</i> Abwurf	<ul style="list-style-type: none"> - explosive Beinarbeit - Abwurf leicht unter Schulterhöhe 	<ul style="list-style-type: none"> - Abflugwinkel $\alpha_o \approx 36-38^\circ$ - Kniewinkel $\beta_{R3} \approx 150^\circ$ stützlos $165-170^\circ$ - Kniewinkel $\beta_{L5} \approx 180^\circ$

G = Gewicht des Sportlers mit Diskus
X = horizontale Komponente
Z = vertikale Komponente
R = rechtes Bein
L = linkes Bein

Technik-leitbild

Drehbeginn



Position

Wenn linkes Bein andreht und Knie sich 90 Grad zur Wurfrichtung befindet (Aufnahme von hinten)

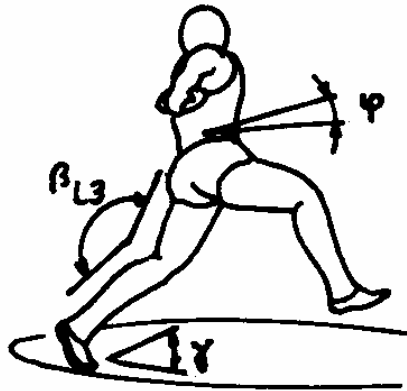
- Gewichtsverlagerung auf das linke Bein
- aktives Andrehen des linken Beines
- Oberkörper durch linken Oberarm zurückhalten
- Kniewinkel $\beta_{L1} \approx 130-140^\circ$
- Bewegungsrichtung des linken Oberschenkels und des linken Arms ca. 10 Grad versetzt

Technik-leitbild

Umsprungphase

Position

Abdruck des
linken Fußes
kurz vor dem
Lösen vom
Boden

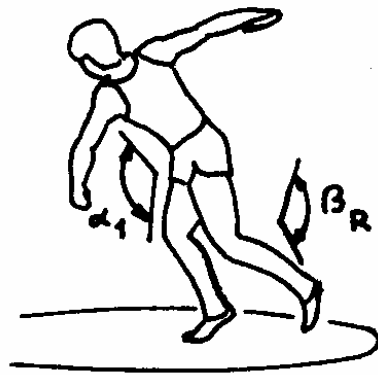


- flacher Abdruck ohne Streckung des linken Kniegelenks
- Oberschenkel des rechten Beines unter der Waagerechten
- schnelles Überwinden der stützlosen Phase

- Abdruckwinkel $\gamma \approx 36-42^\circ$
- Kniewinkel $\beta_{L3} < 160^\circ$
- KSP-Richtung $\varphi < 10^\circ$
- vertikale Kraftkomponente $F_{ZLL} > 2 G$
- horizontale Kraftkomponente = 1 G
- KSP-Geschwindigkeit $V_{ZLL} = 1,2-0,9 \text{ m/s}$
- $V_{XLL} = 1,8-2,0 \text{ m/s}$

Technik-leitbild

Hauptbeschleunigungsphase

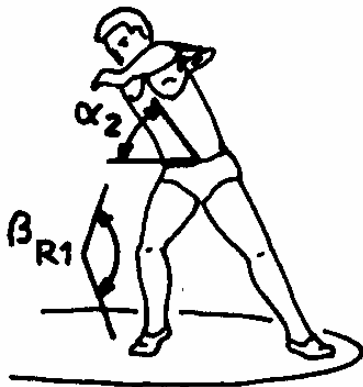


Position

Setzen des rechten Fußes nach dem Umsprung

- Aufsetzen mit dem rechten Fußballen entgegen der Wurfrichtung
- Oberkörper befindet sich über der Stützstelle
- sofortiges Weiterarbeiten des rechten Beines mit leichtem Nachbeugen im Kniegelenk
- Kniewinkel β_{R_0} (beim Aufsetzen) $\approx 110-125^\circ$
- Kniewinkel β_R (am Ende der Phase) $\approx 100-115^\circ$
- Körperwinkel $\alpha_1 = 130^\circ$
- vertikaler Bremskraftstoß $F_{zSR} \approx 1 G$
- vertikale KSP-Geschwindigkeit $V_{zSR} \cong 0 \text{ m/s}$

Technik-leitbild

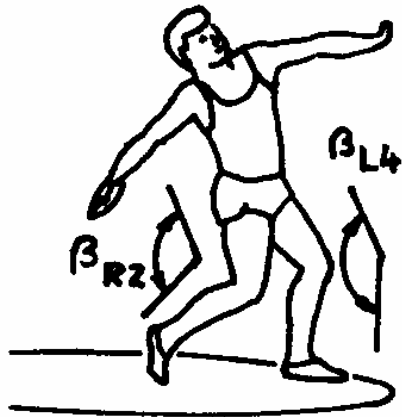


Position

Setzen links (Wurfauslage)

- schnelles und stabiles Setzen des linken Beines
- Oberkörper befindet sich über dem rechten Bein
- der Diskus ist, von der Seite gesehen, hinter dem Körper noch sichtbar
- Spannungsaufbau vergrößern
- richtige Einsatzreihenfolge der Teilimpulse (Bein, Hüfte, Schulter, Diskus)
- Kniewinkel $\beta_{R1} \approx 110-120^\circ$ (von hinten, vgl. Abb.)
- Körperwinkel $\alpha_2 \approx 45^\circ$
- Kniewinkel links $\approx 170^\circ$
- horizontale Querkraftkomponente $F_{YR} = \text{Maximum}$
- horizontale Kraftkomponente $F_{XR} \geq 0$

Technik-leitbild

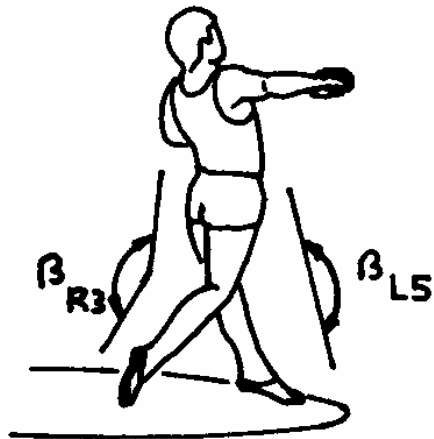


Position

Rechtes Knie zeigt in Wurf-richtung

- aktive Weiterarbeit des rechten Beines und stabiles Gegenstemmen des linken Beines
- linkes Knie passiert nicht die Senkrechte über dem linken Fuß
- Kniewinkel $\beta_{L4} \approx 170^\circ$
- Kniewinkel $\beta_{R2} \approx 125^\circ$
- horizontale Kraftkomponente $F_{XR} = \text{Maximum}$
- vertikale Kraftkomponente $F_{ZL} = \text{Maximum}$

Technik-leitbild



Position
Abwurf

- explosive Beinarbeit
- Abwurf leicht unter Schulterhöhe
- Abflugwinkel $\alpha_o \approx 36-38^\circ$
- Kniewinkel $\beta_{R3} \approx 150^\circ$
stützlos $165-170^\circ$
- Kniewinkel $\beta_{L5} \approx 180^\circ$

Technik-leitbild