

Edward Harnes var var norsk landslagstrener i spydkast på 70-tallet. Etter den tid har han bodd i Tyskland hvor han har vært tysk forbundstrener i kast. Han har oversatt en avansert artikkel om diskosteknikk

Teknikkanalyse av diskoskast på grunnlag av tredimensjonale videofilmopptak og måling av kraftutvikling ved beinarbeidet

Av: Hartmut Dickwach & Klaus Knoll fra „Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft“ nr 2/2003, side 95-103

Oversatt av: Edward Harnes

Sammenfatning:

I den treningsledsagende forskning analyserte man konkurransekast av seks topputøvere med resultater mellom 66 og 69 meter

Undersøkelsen skjedde med en tredimensjonal (3-D) videobildemålemetode og ble supplert med en synkron tredimensjonal kraftplattformmåling.

Inntil "frasparket" fra venstre akselereres diskosen sen til en hastighet på 8-9 m/s.

I hovedakselerasjonsfasen, som starter etter det høyeste punkt og har sitt maksimum nær det dypeste punkt, økes hastigheten med 15-17 m/s. Her er lengden på akselerasjonsstrekningen av stor betydning, den varierte fra 3,6 til 4,6 m. Et viktig parameter er også vinkelen mellom skulderaksen og kastarmen. I denne fasen utgjorde variasjonsbredden i knevinkelen i høyre ben (dreieben/strekkben) 100-125 Grader og i venstre ben (stembenet) 130-180 Grader. De målte vertikale krefter i denne fasen utgjorde en til en og en halv ganger kroppsvekten. De horisontale krefter i høyre ben (strekkben) beveget seg i gode kast rundt nullpunktet.

1. Innledning

Innen rammen for den treningsledsagende understøttelse for diskoskasterene i det tyske friidrettsforbundet (DLV) gjennomførte man med hjelp av moderne undersøkelsesmetoder individuelle teknikkanalyser og vant derved ny kunnskap om diskosteknikken.

2. Metoder

Undersøkelsene ble utført ved hjelp av en tredimensjonal videobilde-målemetode.

Videoopptakene med to synkroniserte kamera (50 Hz) ble analysert med en simultanmetode utviklet av DRENK og HILDEBRANDT (1999). Denne metoden i forbindelse med "dataanalyseprogram diskos"(DICKWACH & PERLT, 2001) muliggjorde; med et forsvarlig tidsforbruk og tilstrekkelig nøyaktighet, en bestemmelse av prestasjonsrelevante biomekaniske parameter samt en grafisk fremstilling av data. For teknikkanalyser i sammenheng med prestasjonsdiagnoser benyttet man i tillegg en kraftplattform. Her nyttet man en "Trigger" for å sikre tilordningen av videobilde og kraftsignal.

3. Resultater og diskusjon

De følgende utsagn og tolkninger bygger på kastforsøk til seks mannlige topputøvere med to kilo diskos og resultater mellom 66,34 og 68,86 m. (Tabell 1)

Utøver	Lengde	Utkast	Utkast	Utkast
--------	--------	--------	--------	--------

	[m]	Hastighet [m/s]	Vinkel [o]	høyde [m]
L.	66,34	25,48	31,1	1,45
V.	68,86	24,65	38,6	1,73
J.	65,88	24,6	35,8	1,48
A.	66,62	24,08	35,4	1,61
R.	68,83	25,15	34,6	1,64
M.	66,37	24,09	35,6	1,54

Tabell 1:
Prestasjonsrelevante
biomekaniske parameter

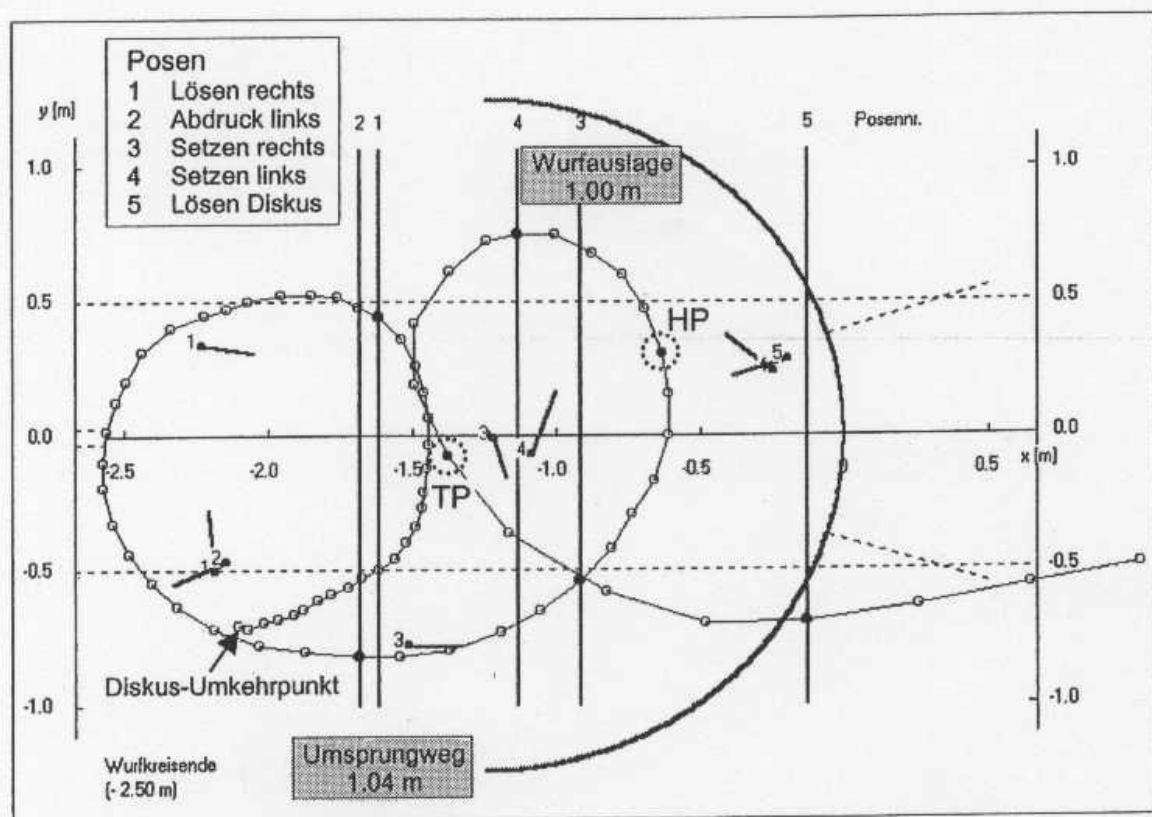
På grunnlag av et 66,37 m kast av M. drøftes utvalgte spørsmål og problemer innen diskosteknikken.

Banen til diskosen vises i figur 1 sett ovenifra. De loddrette linjene markerer følgende viktige posisjoner i kastbevegelsen.

- Posisjon 1: høyre fot løftes
- Posisjon 2: fraspark venstre fot¹
- Posisjon 3: landing høyre fot
- Posisjon 4: landing venstre fot
- Posisjon 5: diskosen forlater hånden

Denne oversiktstegningen viser i tillegg de tilhørende fotstillinger og lengden på dreieskrittet og utkaststillingen.

Figur 1: Diskosbanen ovenifra



Viktig for en vurdering av teknikken er:

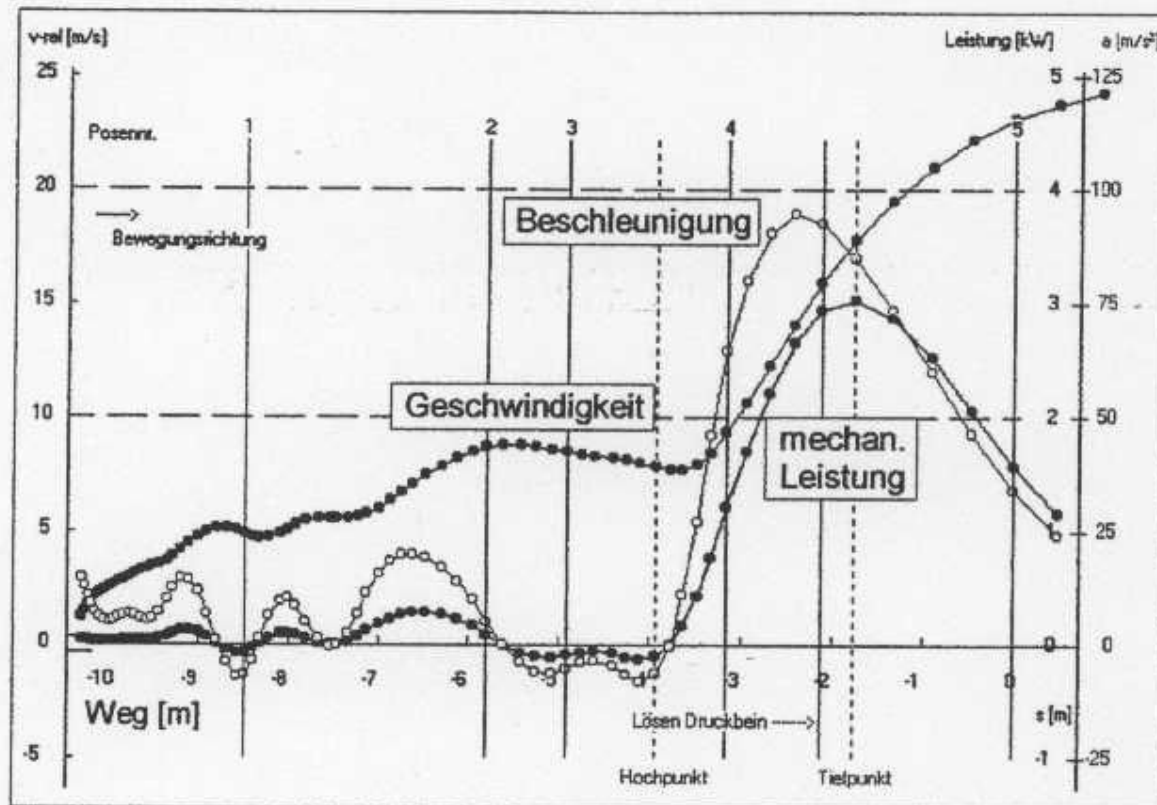
¹ ("myk strekning av venstre ankelledd" HARNES 1973,s.121)
metodisk beskrivelse for å unngå et hopp

- De rettlinjede fotsporene i forbindelse med kroppens bevegelse fremover,
- Utnyttelsen av hele diameteren til kastringen og
- Posisjonen til høyeste og laveste punkt på diskosbanen

Fra siden kan man best se utkastvinkelen, høyeste og laveste punkt på diskosbanen samt en horisontal linje som utgjør 60 % av kroppshøyden til kasteren. Etter vår nåværende erkjennelser går vi ut fra at (mannlige kastere) høydepunktet til diskosen ligger 0,35-050 m over og det dypeste punkt 0,30-0,40 m under denne horisontale linje. Derved består et utjevnet forhold, noe som skaper gunstige forutsetninger for en utkastvinkel mellom 30 til 40 grader. Til temaet optimale utkastvinkel henvises til en studie av HILDEBRAND og DICKWACH (2003)

De prestasjonsrelevante parametere hastighet, akselerasjon og mekaniske prestasjon, alle i tangential retning, fremstilles i fig 2 for den av diskosen tilbakelagte omkretsbane. Koordinatene starter ved utkastøyeblikket, dvs. idet diskosen forlater hånden. De fem loddrette posisjonslinjene muliggjør tilordningen.

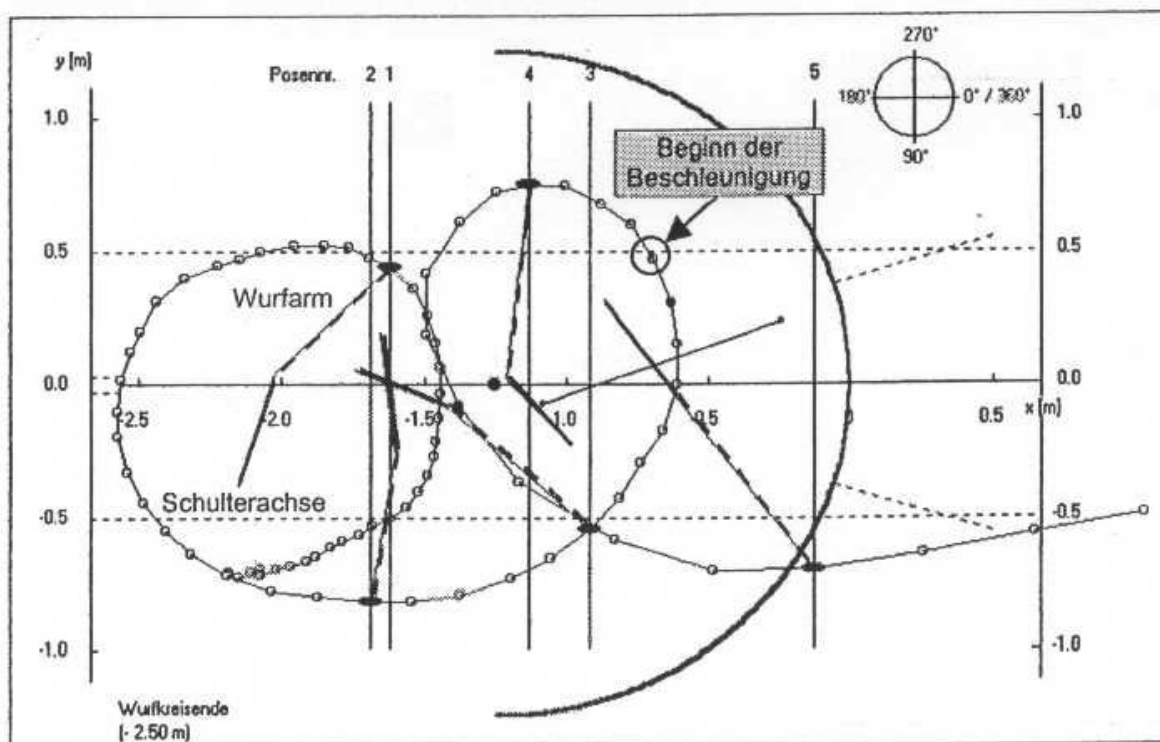
- Opptaktbevegelsen og den innledende dreiebevegelse akselererer diskosen frem til Pos. 2 (fraspark venstre fot) opp til en banehastighet på 7,8 til 9,1 m/s, i dette kastet 8,8 m/s.
- I det etterfølgende "dreiesteg" (flatt hopp) og pga skulderen holdes tilbake, synker banehastigheten til et relativt minimum - i dette tilfellet 7,7 m/s- noe som ikke må være i hvert tilfelle.
- Fra dette minimum starter hovedakselerasjonen, dvs. starten ligger hos alle kasterne mellom Pos. 3 (landing høyre fot) og Pos 4 (landig venstre fot) og etter det høyeste punkt. Den maksimale akselerasjon av diskosen skjer i området omkring det laveste punktet på diskosens omkretsbane. I denne sammenheng må bemerkes at på dette tidspunktet også høyre ben/fot (dreieben/strekken) ikke lenger har bakkekontakt hhv. At foten er klappet opp (hælen er hevet) slik at ingen kraftvirkning mot bakken er mulig lenger. Deretter blir diskosen brakt på utkasthastighet mens akselerasjonen synker.



Figur 2: Hastighet(m/s) (Geschwindigkeit), Akselerasjon (m/s^2) (Beschleunigung) og mekaniske prestasjon(kW) til diskosen på omkretsbanen. (Løsen Druckbein=høyre fot løftes; Hochpunkt og Tiefpunkt =høyeste og laveste punkt på diskosbanen.)

- Fra hastighetsminimum mellom Pos 3 og Pos 4 (landing høyre og venstre fot) øker hastigheten i hovedakselerasjonsfasen inntil utkastet med 15,2 til 17,3 m/s. Enkelte kvinnelige diskoskasterne oppnår riktignok på grunn av en 2 m/s lavere begynneshastighet en høyere akselerasjon, her over 18 m/s².
- En sammenlikning av de beste akselerasjonsverdiene (Område 86-114 m/s²) hos de seks kasterne viser at hastighetsøkningen i utkastet ikke utlukkende bestemmes av størrelsen på den maksimale akselerasjon. De målte akselerasjonsstrekninger beveget seg mellom 3,56 og 4,63 m og viser at en kortere maksimalakselerasjon kan oppveies av en lengre akselerasjonsvei.

I det følgende avsnitt diskuteres diskoskasterens (kropp-)delbevegelser. Viktig i dette bevegelsesmønster er posisjonen til kastarm og skulderakse (se Fig. 3; kastarm ----). Disse vinklene viser (beskriver) hvor langt diskosen holdes tilbake i løpet av kastet og dette blir i praksis sett som et kriterium for god teknisk utførelse. Med hensyn til resultatene i hovedakselerasjonsfasen interesserer i første rekke vinklene fra Pos 3 (høyre fot lander). Gjennomsnittsverdier for kastarmens posisjon utgjør ved Pos 3 (høyre fot lander). 42 grader, ved Pos 4 (venstre fot lander) 276 grader og ved utkastet av diskosen 53 grader.



Figur 3: Omkretsbanen til diskosen, skulderakse og kastarm sett ovenifra. (Posenr.=posisjonsnummer; Beginn der Beschleunigung=start akselerasjon; Wurfarm=kastarm; Schulterachse=skulderakse; Wurfkreis=kastring 2,50 m)

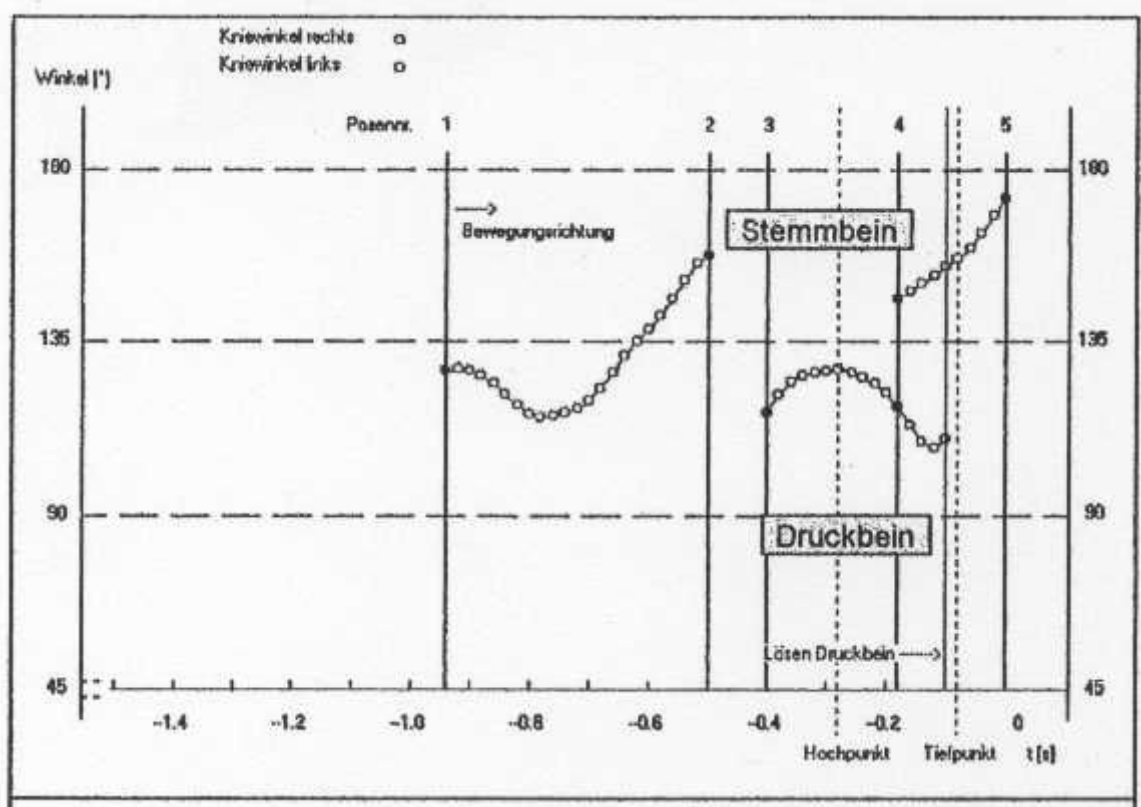
Fra de seks kastene beregnet vi følgende gjennomsnittsverdier for banevinkelen fram til utkastet:

- Fra "høyre fot lander" 331 °
- Fra "venstre fot lander" 204 °.

Med hensyn til begynnelsen av hovedakselerasjonsfasen nyttes en banevinkel på 264 °, denne varierte imidlertid ved de enkelte forsøkende med $\pm 30^\circ$, noe man indirekte kunne se pga de forskjellige lange akselerasjonsveiene.

På grunnlag av denne fremstillingen kan man avlede en ytterligere kriterium for en god diskosteknikk, nemlig vridningen mellom kastarm og skulderakse og mellom skulder- og hoftetakse, men dette vill vi her ikke utdype videre.

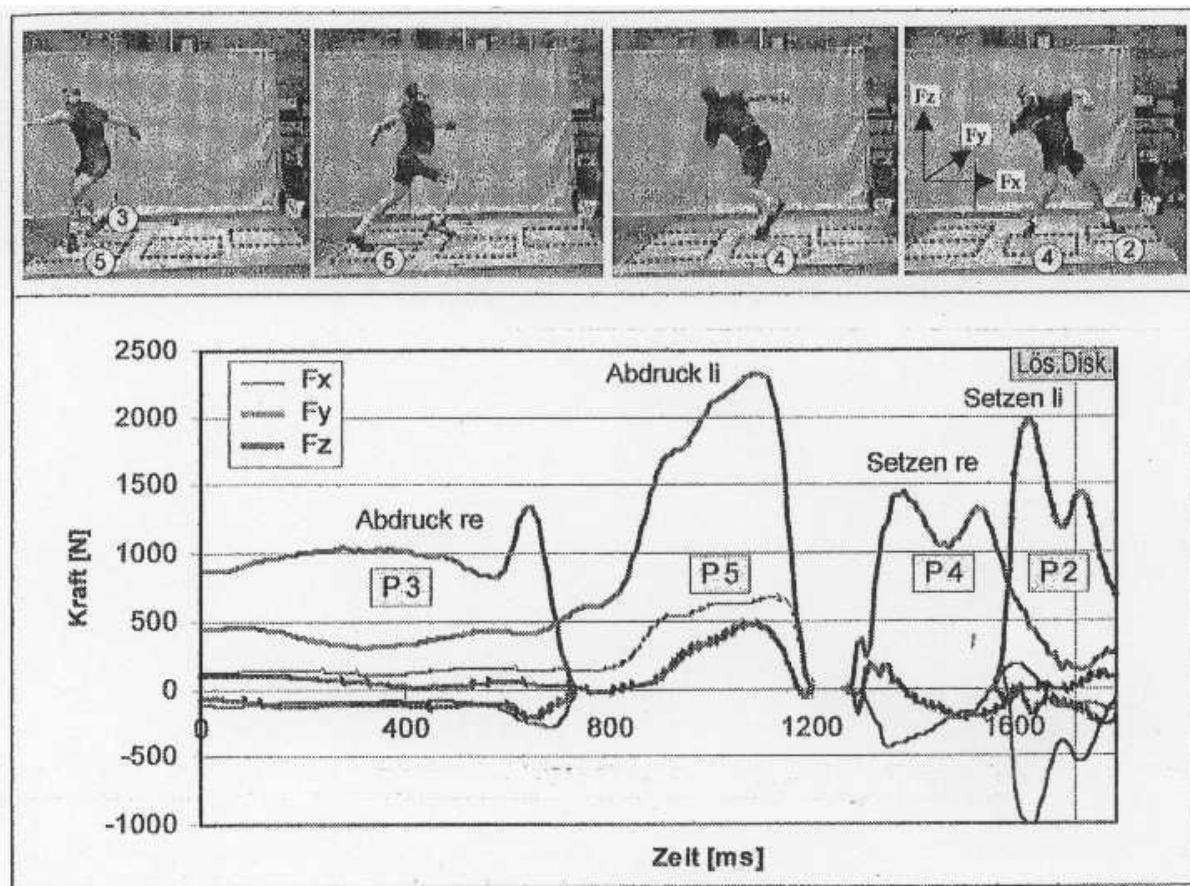
Et videre viktig problem består i bearbeidet og de knevinklne som oppstår her. I Fig. 4 vises vinkelendringene over tid for knevinkelen i dreiben(høyre) og stemben (venstre), med start fra det øyeblikk hvor høyre fot løftes.



Figur 4: Knevinkel-tid forløp til dreieben (høyre) og stemben(venstre) ved bakkekontakt.

- Høyre ben settes ned med en knevinkel på 117° . Denne vinkelen øker til 128° under dreiningen mens man samtidig gir litt etter i ankelleddet. Venstre ben settes ned med en vinkel på 118° og reduseres deretter til 107° . I denne tidsfasen løser høyre ben seg fra bakken, slik at den knestrekningen som følger her ikke kan utvikle noen kraft mot undergrunnen. "Arbeidsområdet" til høyre ben er med en knevinkel mellom 107 og 128 grader svært innskrenket, dvs. at den ofte diskuterte benstrekking har med hensyn til en forhåpet kraftvirkning ingen betydning.
- Stembenet tilfredsstiller heller forventningene til en strekking idet knevinkelen etter landingen av venstre fot øker fra 126 til 172 grader. På samme måte som i kulestøt (DICKWACH 2002) ser man her forskjellige "arbeidsmåter" og vinkelområder for begge benene. Mens høyre ben (dreieben) er aktiv i en sektor på 100 til 125 grader, arbeider stembenet (venstre ben) i utkastet i vinkelsektoren fra 130 til 180 grader.

Med hjelp av en kraftplattform er det mulig å gjøre differensierte utsagn om benarbeidet. Målestasjonen diskoskast ved IAT (Institut für Angewandte Trainingswissenschaft) Leipzig muliggjør med kast imot et nett måling av kraftutviklingen mot grunnen på fire kraftplattformer. Man registrerer de vertikale (F_z) og horisontale krefter (F_x , F_y) hver for seg, som vist på figur 5. Man ser her tidsforløpet til kraftutviklingen av de tre komponentene, her vises en teknikkanalyse til en av de seks undersøkte kastere.

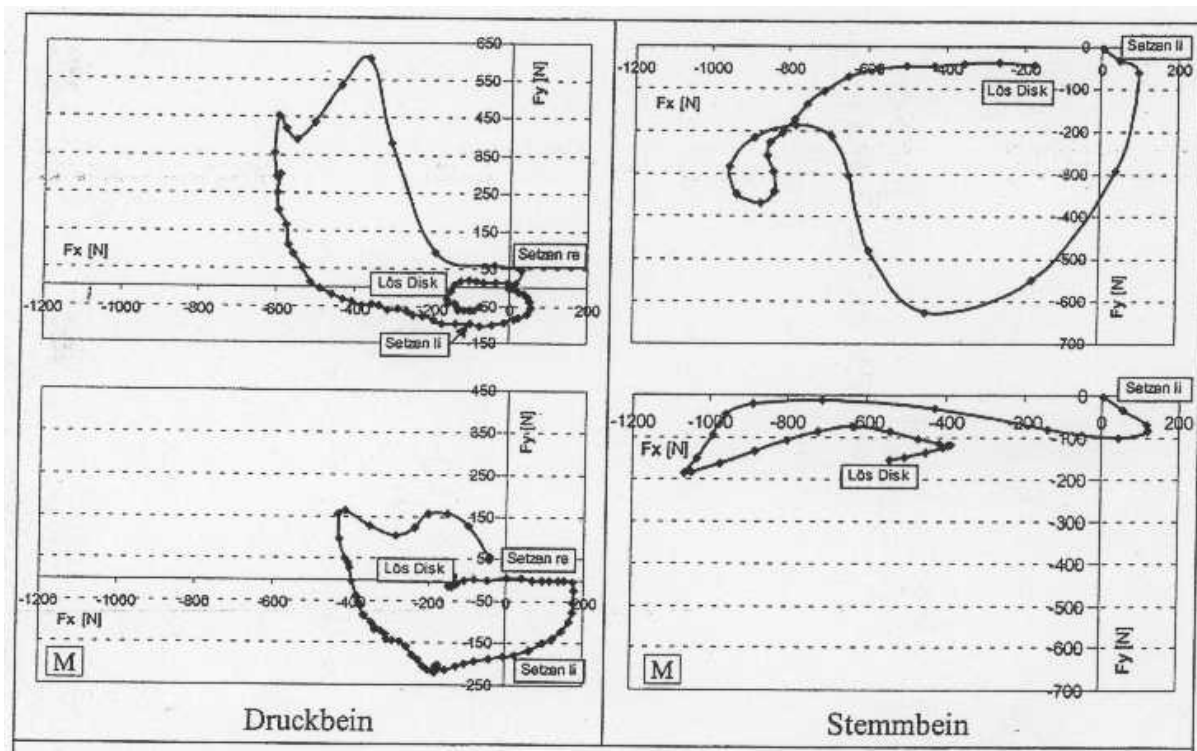


Figur 5: Tidsforløpet til kraftutviklingen mot grunnen ved et diskoskast

De fet trykte kurvene fremstiller de vertikale krefter, de andre de horisontale krefter. Etter opptaktbevegelsen forlagres kroppsvekten fra høyre til venstre ben og høyre ben skyver ifra på plattform 3. I den etterfølgende et bens støttefasen utvikles, i forbindelse med en aktiv ("sleng-") innsats av høyre ben, med venstre fot et kraftig fraspark med en kraftutvikling som tilsvarer den dobbelte kroppsvekt. I de horisontale komponenter dominerer den fremover rettede kraft i forhold til den side-rettede kraften i retning mot midten av kastringen.

Etter det flate hoppet (steget) fremover, dreier kasteren videre på høyre ben og utvikler herved bare en kraft på størrelsen med kroppsvekten. Dette forklarer indirekte også den i videoanalysen målte lave arbeidsvinkel i kneleddet på høyre ben. Vi kommer senere inn på de horisontale krefter. Fra det øyeblikk hvor venstre foten (stembenet) lander ser vi en steil kraftøkning i stembenet på over en-og-enhalv ganger kroppsvekten. Samtidig bremses fremover bevegelsen kraftig, noe som vises i den horisontale komponenten.

Tilslutt følger et par bemerkninger om kraftutviklingen i bena i løpet av utkastet. Her synes de horisontale krefter å være spesielt interessante. For å tydeliggjøre de forskjellige artede arbeidsart til høyre(dreieben) og venstre(stemben) ben fremstilles disse krefter i en såkalt "vektordynamogram" (se Fig. 6)



Figur 6: Sammenligning av de horisontale krefter hos to diskoskasterere. (Den beste kasteren ser vi på de to underste bildene, markert med bokstaven M.)

Hos kasteren M. ser vi at høyre ben (I fig.6 "Druckbein") ved landingen ikke arbeider noe særlig imot bevegelsesretningen. Først i den avsluttende del oppnås en viss positiv kraft fra høyre ben. Sammenlignet med dette er de bremsene krefter i stembenet (venstre) mer enn dobbelt så store (mot bevegelsesretningen), slik at man her virkelig må si at begrepet "stemben" tiltreffer.

Etter vår nåværende kunnskapsnivå kan man tilstemme HILDEBRAND(2001) når han sier at høyre bens arbeid er fordelaktig når de horisontale krefter under dreiningen forblir på et lavt nivå og fordeler seg omtrent symmetrisk rundt nullpunktet i koordinatsystemet. Sammenligner man disse verdiene med verdiene til en teknisk sett svakere kaster, ser man en tydelig forskjell i størrelsen av den horisontale bremsende kraft F_x og den imot dreieretningen virkende tverrkraft F_y . (Fig. 6, øverste bilde til venstre)

Når man betrakter kraftverdiene for stembenet til disse to kasterne, kan man si at de har omtrent like høye horisontale kraftverdier mens man i øverste bilde til høyre ser at den dårligere kasteren har en større tverrkraft.

Her må vi imidlertid gjøre visse innskrenkninger når det gjelder våre tolkninger av de horisontale krefter frem til nå, disse har en hypotetisk karakter hvor vi ikke kan snakke om en vitenskapelig bevis for en optimale tekniske løsning. Vi hadde egentlig forventet å finne mer direkte forbindelser hhv enklere relasjoner mellom kraftvirkningen mot bakken og de krefter som akselerer diskosen.

4. Avslutning

Den her beskrevne fremgangsmåte har stått sin prøve både når det gjelder å vinne kunnskap om teknikken i diskoskast og ved kommunikasjonen med trenere og aktive. Uavhengig fra dette er det uomtvistet at man i fremtiden også må fordype ytterligere spørsmål om en optimal teknikk. Her tenker vi for eksempel på relasjonene mellom kraftvirkningen mot bakken og de krefter som akselerer diskosen så vel som diskosens stilling bak ryggen(vinkelen mellom skulderakse og kastarm), kroppsspenningen mellom hofte og skulderakse (diff. Hofte-og skulderakse) og deres rolle i akselerasjonen av diskosen.

Litteratur

Dickwach, H. (2002) Zur Angleittechnik im Kugelstoßen auf der Grundlage der biomechanischen Wettkampfanalysen und leistungsdiagnostischer Untersuchungen. Referat zur 7. Tagung der DSV-Kommission Leichtathletik am 10./11, 10.2002 in Bad Blankenburg

Dickwach, H. & Perlt, B. (2001). Auswertprogramm Diskuswerfen. Unveröffentlichtes Manuskript. Leipzig. Institut für Angewandte Trainingswissenschaft.

Drenk, V, & Hildebrand, F. (1999), Simultane Bildmessungen und Nutzung virtueller Körpermodelle. Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft', 6 (2), 69-86.

Hildebrand, F, (2001). Wurftechnik aus der Sicht der Biomechanik Unveröffentlichtes Manuskript. Leipzig:. Institut für Angewandte Trainingswissenschaft.

Hildebrand, F. & Dickwach, H. (2003) Flugverhalten des Diskus und Weiten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Windbedingungen. Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft', 10 (1), 56-69.

Bemerkning fra oversetteren:

Jeg synes det er synd at denne artikkelen ikke inneholdt en figur sett fra siden.

I farten fant jeg ingen bedre enn denne fra Wolfgang Schmidt i skuffen:

En sammenligning fra to kast 51,56 1971 og 68,06 i 1976.

