

IVO-RAPPORT B-206, TEVENS IPP-PUBL.320

DE METAPODIA ALS VOORSPELLERS VAN  
FORMAAT EN GEWICHT BIJ RUNDEREN

*The metapodia as predictors of size and weight  
in cattle*

P.L. Bergström en L.H. van Wijngaarden-Bakker

januari 1983

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek "Schoonoord"  
Dribergseweg 10 D, Zeist tel. 03404-17111

Albert Egges van Giffen Instituut voor Prae- en  
Protohistorie van de Universiteit van Amsterdam  
Singel 453, Amsterdam tel. 020-525 4325

## INHOUD

	<u>blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. MATERIAAL EN METHODEN	4
3. RESULTATEN	8
3.1. Maatindexen van de <i>metapodia</i> in verband met de bepaling van de sexe	8
3.2. Het soortelijk gewicht van de <i>metapodia</i>	14
3.3. Het gewicht van de <i>metapodia</i> in relatie tot het totaal botgewicht in het karkas	19
3.4. De lengte van de <i>metapodia</i> en de hoogtematen van het levende dier	21
3.5. De hoogtematen van het levende dier en het levend gewicht	26
4. DISCUSSIE	30
5. SAMENVATTING/SUMMARY	36
6. VERANTWOORDING	38
7. LITERATUUR	39
8. APPENDICES	
8.1. Oorspronkelijke gegevens van de <i>metapodia</i>	41
8.2. Aanvullende gegevens van het proefmateriaal	43
8.3. Gegevens van Jersey-stiertjes	44

DE METAPODIA ALS MOGELIJKE VOORSPELLERS VAN FORMAAT EN GEWICHT BIJ  
RUNDEREN

Drs. P.L. Bergström, Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek "Schoonoord"  
te Zeist

Dr. L.H. van Wijngaarden-Bakker, Albert Egges van Giffen Instituut  
voor Prae- en Protohistorie te Amsterdam

1. INLEIDING

Archeologische vondsten van runderen beperken zich meestal tot losse skeletdelen of botfragmenten. Slechts zelden wordt een compleet skelet *in situ* aangetroffen. De skeletdelen die tot de etensresten van de prehistorische mens behoren zijn veelal stukgeslagen om het beenmerg te bemachtigen. Een uitzondering hierop vormen de botten die distaal van de *carpus* en *tarsus* zijn gelegen met de *metapodia* als grootste botten. Hetzij door de geringe opbrengst aan smakelijk merg of omdat ze bij het villen aan de huid werden gelaten en bij het later verwijderen van de huid niet als bruikbaar werden beschouwd, worden deze skeletdelen meest nog intact aangetroffen.

De osteometrie vormt een belangrijk onderdeel van het arbeidsterrein van de archeozoöloog. Uit de lengte- en breedte-maten van individuele botten kan men zich moeilijk een beeld vormen van de afmetingen van het betreffende dier. Daarom wordt algemeen als vergelijkingsmaat van de schouder-(=schoft-)hoogte uitgegaan. Deze hoogtemaat wordt dan uit maten van afzonderlijke botten berekend (v.d.DRIESCH & BOESSNECK, 1974).

Door diverse auteurs is getracht om uitgaande van recent materiaal omrekeningsfactoren af te leiden voor berekening van hoogtematen uit botmaten. Een eventueel verband met het lichaamsgewicht wordt dan meest weer via de hoogtemaat gelegd. Voorzover wij konden nagaan heeft slechts één auteur (MATOLCSI, 1970) gepoogd rechtstreeks uit het gewicht van de *metapodia* in combinatie met andere parameters van de *metapodia* het lichaamsgewicht te berekenen.

Het materiaal dat voor het afleiden van de omrekeningsfactoren ten dienste stond was blijkens de diverse publikaties zeer heterogeen,

gerekend naar ras en herkomst. Het betroffen dele materiaal van slachtingen doch voor een ander deel skeletmateriaal uit verzamelingen. De publikaties geven doorgaans niet aan hoe met name bij het laatstgenoemde materiaal het verband tussen maten van skeletdelen of eventueel gewichten daarvan en de bijbehorende hoogtematen of het lichaamsgewicht werd gelegd.

De mogelijkheid bestond om bij een mestproef met stiertjes van twee Nederlandse rassen die door het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek werd uitgevoerd, ook de *metapodia* te verzamelen. Helaas bereikte ons een verzoek dienaangaande pas nadat reeds met slachten was begonnen. Bij mestproeven van het I.V.O. worden de *metapodia* niet als routine in het onderzoek betrokken, zodat het aantal dieren waarvan *metapodia* zijn verzameld kleiner is dan het totaal aantal dieren uit de proef. Tevens zijn deze dieren helaas niet gelijkelijk verdeeld over de behandelingsgroepen. Toch werd het zinvol geacht aan de hand van dit materiaal, dat beperkingen kent omdat het dieren in de groei-fase betreft en slechts één sexe omvat, de relatie tussen parameters van de *metapodia* enerzijds en lichaamsgewicht en hoogtemaat anderzijds te bestuderen.

Voor het afleiden van omrekeningsfactoren is men aangewezen op recent materiaal. Men kan zich afvragen of het terecht is om ervaringen opgedaan bij recente runderen over te brengen op prehistorische gedomesticeerde runderen of zelfs op het oerrund. Een afdoend antwoord is op deze vraag niet te geven maar toch zijn er wel gegevens die naar onze mening aanwijzingen in deze richting leveren.

Uit meerdere bronnen blijkt dat de onderlinge gewichtsverhouding tussen spieren, botten en vetweefsel in het karkas in relatie tot ras of type uiteenloopt. Dit is een gevolg van selectie direct op arbeidsprestatie of vleesproductie dan wel indirect als gevolg van selectie op melkproductie.

De vrij extreme verschillen in type tussen rassen doen vermoeden dat deze verschillen ook in de verdeling van het gewicht van de individuele spieren en botten over resp. het spier- en botaandeel in het karkas terug te vinden zouden zijn. Er zijn diverse onderzoeken (BERGSTRÖM 1974, 1978; BERG & BUTTERFIELD 1976) waaruit blijkt dat ook bij vrij extreme typeverschillen de relatieve groei van de individuele spieren

binnen het totaal spiergewicht in sterke mate eenzelfde patroon volgt en dat dientengevolge de verschillen in spiergewichtsverdeling uitermate gering zijn. De botfractie in het karkas heeft door de lage algehele commerciële waarde en de zeer geringe waardeverschillen tussen individuele botten steeds weinig aandacht gekregen bij vleesproductieonderzoek. Op grond van nog niet geheel afgeronde studies over de botgewichtsverdeling blijkt echter dat voor de botfractie eenzelfde tendens naar voren komt als voor de spierfractie. Ook hier zijn verschillen tussen rassen en typen gering. Het meest markante aspect van de botfractie zijn de divergenties die kunnen optreden tussen botlengte en botgewicht doch deze strekken zich uit tot het skelet als geheel en blijken de gewichtsverhouding tussen de afzonderlijke botten nauwelijks te beïnvloeden.

Gezien het feit dat rassen die in geheel verschillende richtingen werden geselecteerd en die uiterlijk ook vrijgrote verschillen in type laten zien in de gewichtsverdeling van de componenten van de structurele weefsels zo weinig uiteen lopen, lijkt het aannemelijk dat ook over grotere tijdsintervallen de hierbij geldende wetmatigheden zijn behouden. Dit zou betekenen dat er geen bezwaren zijn tegen het gebruik van recent materiaal voor het afleiden van omrekeningsfactoren bij prehistorische vondsten. Het lijkt aannemelijk dat aan de bovengenoemde aspecten functionele behoeften van voor een gegeven gewicht voldoende sterke constructie van het organisme alsmede voldoen aan de behoeften van locomotie ten grondslag liggen. In het tijdsbestek waarover het hier gaat zijn in de levenswijze van runderen geen grote veranderingen opgetreden die aanpassingen nodig maakten.

## 2. MATERIAAL EN METHODEN

Het materiaal van de proef omvatte 90 FH (zwartbonte-) en 90 MRIJ (roodbonte-)stierkalveren die werden aangekocht op een leeftijd van ca. 1 week. De proef werd uitgevoerd in 2 opeenvolgende jaren en de aankoop was zodanig dat materiaal uit de verschillende fokgebieden aanwezig was. De dieren volgden vanaf aankomst tot 13 weken het bij het I.V.O. proeven gebruikelijke opfokschema met een melkvervangend preparaat, kalverbrok en hooi. Na deze opfokperiode op een gewicht van ca. 90 kg werden de dieren verdeeld over 3 voerniveaus; te weten ad libitum kracht voer, 80 % ad lib. en 60 % van ad lib. De lagere voerniveaus werden berekend uit voorgaande proeven qua voederwaarde opname op levend gewichtsbasis. Voor beide rassen werden gelijke normen aangehouden en voor beide rassen gelijk. De ad lib. voeropname voor de FH-dieren was iets hoger dan voor de MRIJ-dieren, wat inhield dat t.o.v. de ad lib. gevoerde groepen de lagere niveaus voor de FH-dieren een iets sterker beperking inhielden dan voor de MRIJ-dieren. Voor het hier besproken deel van het onderzoek heeft dit vrijwel geen consequenties. Van elk ras en voerniveau werden dieren geslacht op eindgewichten van 380, 440 en 500 kg. Deze gewichten, met name de twee laatstgenoemde, liggen in de range van commercieel belangrijke eindgewichten.

De dieren zijn regelmatig gewogen en in het laatste deel van het groeitraject zowel als bij aflevering gemeten. Van elk dier werd de rechter karkashelft volledig uitgesneden in individuele spieren, botten en vetdepots, volgens de EEG-referentie methode (WILLIAMS & BERGSTRÖM, 1980). Van een aantal lange beenderen werden lengte- en breedtematen bepaald. Dit betrof steeds een lengtemaat zodanig dat de bijdrage aan de schoft- of kruishoogte het best tot zijn recht kwam en de breedtematen van de pijpbeenderen waren steeds de kleinste breedten op de diaphysen. Dit alles behoort tot de standaard procedure bij meer gedetailleerde proeven met mestdieren.

De *metapodia* worden als regel niet in het onderzoek betrokken. Zij maken deel uit van de afvalfractie. Bij de hier besproken proef zijn de rechter *metacarpi* en *metatarsi* voor zover nog mogelijk verzameld en voor nader onderzoek ingevroren.

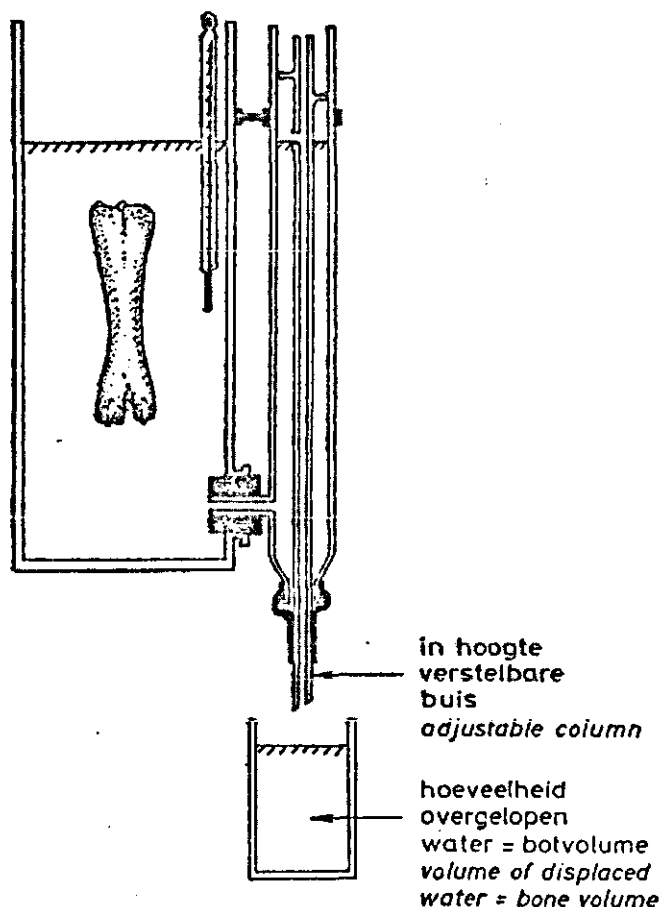
De *metapodia* zijn exclusief *periosteum* en resten van gewrichtskapsels doch inclusief kraakbeenelementen op gewrichtsvlakken en inclusief het beenmerg gemeten en gewogen. Er dient echter te worden opgemerkt dat de overige skeletdelen in het karkas in rekening zijn gebracht inclusief beenmerg, periosteum en direct aan de botten verbonden

delen van gewrichtskapsels, dus als een beenderaandeel in de zin van het slagersbedrijf. Dit betekent dat zowel de *metapodia* als de rest van de botten in het karkas als verse botten een iets hoger gewicht hadden dan alleen uit de harde botmassa volgt.

Na ontdooien zijn de volgende maten aan de botten genomen:

- grootste lengte (GL)<sup>x)</sup> x) aanduiding vlg.
- grootste breedte proximaal (Bp) von den Driesch
- grootste breedte distaal (Bd) (1976)
- kleinste breedte diaphyse (KD)

Verder is het gewicht van de botten bepaald en werd het volume gemeten zoals in figuur 1 is aangegeven. Uit de beide laatst genoemde gegevens kon het soortelijk gewicht worden berekend.



Figuur 1. Apparatuur voor meting van het volume van botten.  
Equipment for measuring the bone volume.

De aantallen dieren waarvan *metapodia* in het onderzoek zijn opgenomen zijn in tabel 1 weergegeven. *Metapodia* van twee dieren met pathologische

afwijkingen zijn niet meeberekend. Verder gaf van nog een ander dier alleen de *metatarsus* verwerkbare gegevens en werden van een vierde dier de *metapodia* niet meeberekend op grond van onzekere identificatie.

Tabel 1. Aantallen dieren waarvan *metapodia* in het onderzoek zijn betrokken, gerekend naar ras, voerniveau en eindgewicht.

Numbers of animals of which *metapodia* have been measured.

Eindgewicht Weight	Ras Voer- niveau	Breed Feeding level	FH			MRIJ		
			ad lib.	80 %	60 %	ad lib.	80 %	60 %
380 kg			4	5	10	4	5	9
440 kg			5	9	10	3	10	9
500 kg			10	9	5/6	10	9	10

In tabel 2 is ter oriëntatie de chronologische leeftijd van de dieren uit de diverse behandelingsgroepen weergegeven. Er moet echter worden bedacht dat de variatie in leeftijd voor het bereiken van het gestelde gewicht groot was met name bij de dieren van het 60 % voerniveau waar binnen de 500 kg groep zelfs een variatie van ruim 7 maanden bestond.

Tabel 2. Gemiddelde leeftijd bij aflevering van de dieren.

Average age at slaughter.

Eindgewicht Weight	Ras	Breed Feeding niveau	Breed Feeding level	FH			MRIJ		
				ad lib.	80 %	60 %	ad lib.	80 %	60 %
380 kg				334 dgn	384 dgn	492 dgn	318 dgn	368 dgn	455
440 kg				374	467	612	376	435	552
500 kg				426	537	781	436	502	675.

Bij het bovengenoemde materiaal lag het zwaartepunt van het onderzoek. Daarnaast kon nog als aanvulling gebruik gemaakt worden van *metapodia* van een groep Jersey-stiertjes uit een groeiritmeproef. Hierbij werden dieren geslacht vanaf geboorte tot ca. 300 kg levend gewicht. Ook bij deze proef werd een karkashelft volledig uitgesneden. Verder waren van een vrij omvangrijk materiaal waarbij karkasdissecties werden uitgevoerd van de vier lange pijpbeenderen uit de ledematen (*radius/ulna*, *humerus*, *tibia/fibula* en *os femoris*) een lengtemaat en de kleinste breedte



op de diaphyse beschikbaar omdat deze als routine worden verzameld. In enkele gevallen zijn ook deze gegevens gebruikt waar ze ons inziens tot een beter begrip konden bijdragen.

Statistisch werd het materiaal onderzocht met een variatieanalyse vlgs. SPSS 10 programma. Als hoofdeffecten zijn het eindgewicht, voerniveau (beide discontinue) en ras opgenomen. Naast eventuele significante hoofdeffecten ( $P < 0,05$ ) zijn eventuele interacties berekend. Hoewel in enkele gevallen significante interacties optraden, waren deze vrijwel nooit op logische wijze in te passen omdat zij niet systematisch met de proeffactoren in relatie waren te brengen. Om tot een afronding te kunnen komen, is daarom in enkele gevallen geen rekening gehouden met de interacties en zijn voerniveaus steeds samengenomen.

### 3. RESULTATEN

#### 3.1. Maatindexen van de *metapodia* in verband met de bepaling van de sexe

Een onderdeel van de identificatie van archeologische vondsten is de vraag tot welke sexe de desbetreffende dieren hebben behoord. De proef omvatte slechts intacte manlijke dieren, zodat geen directe vergelijking mogelijk is tussen stieren, ossen en vrouwelijke dieren. Wel kon worden nagegaan of ras, voerniveau en eindgewicht invloed hebben gehad op de voor de bepaling van de sexe gebruikte maatindexen.

NOBIS (1954) stelde vast dat bij runderen de index berekend uit de grootste proximale breedte en grootste lengte van de *metacarpus* zowel als van de *metatarsus* geslachtsdimorfisme liet zien en om deze reden zou kunnen dienen voor het bepalen van de sexe bij archeologische vondsten. De methode vond navolging en er werden ook andere indexen aangegeven (FOCK, 1966; DOESSNECK et al., 1971 ; HOWARD, 1962).

Voor ons materiaal werden voor *metacarpus* en *metatarsus* de volgende indexen berekend:

$$\begin{array}{ll} - \text{index 1} = \frac{\text{kl.br. diaphyse}}{\text{grootste lengte}} \times 100 & \left( \frac{\text{min.width diaphyse}}{\text{max.length}} \times 100 \right) \\ - \text{index 2} = \frac{\text{kl.br. proximaal}}{\text{grootste lengte}} \times 100 & \left( \frac{\text{min.width proximal}}{\text{max.length}} \times 100 \right) \\ - \text{index 3} = \frac{\text{kl.br. distaal}}{\text{grootste lengte}} \times 100 & \left( \frac{\text{min.width distal}}{\text{max.length}} \times 100 \right) \end{array}$$

De waarden hiervan zijn per behandelingsgroep (ras, voerniveau, eindgewicht) als gemiddelde met st.afw. in tabel 3 gegeven.

Er bleken significante effecten van het voerniveau voor index 3 van de *metatarsus* ( $P < 0,05$ ) en van het eindgewicht voor index 1 van beide *metapodia* aantoonbaar. Voor alle indexen van beide botten was echter het raseffect sterk significant ( $P < 0,001$ ). Hoewel niet steeds duidelijk en significant laten de indexen gemiddeld een tendens zien tot stijging met toenemend gewicht. Bij Jersey-stiertjes, geslacht vanaf geboorte tot ca. 300 kg levend gewicht (zie tabel 4), kwam deze tendens ook naar voren, hoewel de dieren van de groep van 180 kg levend gewicht hier niet goed aansloten bij de overige slachtmomenten.

Tabel 3. Indexen berekend aan de *metapodia* bij FH- en MRIJ-stiertjes van 3 verschillende voerintensiteiten en geslacht op 3 verschillende eindgewichten.  
Indices of the *metapodia* of Dutch Friesian and Dutch Red and White young bulls.

voerniveau/ feeding level ras / breed eindgewicht/ weight	ad lib.		80 %		60 %		ad lib.		80 %		60 %	
	FH	FH	FH	FH	FH	FH	MRIJ	MRIJ	MRIJ	MRIJ	MRIJ	MRIJ
	380	440	500	380	440	500	380	440	500	380	440	500
<i>Metacarpus</i>												
index 1	17,4	17,4	19,1	18,0	19,0	19,2	17,6	18,5	20,4	20,7	22,6	21,8
st.dev.	1,2	1,7	1,1	0,9	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	1,8	0,8	1,6
index 2	35,4	36,0	35,9	35,7	36,3	34,7	35,2	35,5	36,8	38,8	39,1	38,0
st.dev.	1,5	1,4	1,4	1,2	1,2	1,7	1,0	1,5	0,8	0,9	1,4	1,7
index 3	33,2	33,8	34,0	33,1	34,3	33,6	32,9	33,4	34,1	36,5	38,8	36,9
st.dev.	0,7	1,4	1,0	0,7	1,0	1,1	0,9	1,4	1,3	1,1	1,1	1,6
<i>Metatarsus</i>												
index 1	14,6	14,0	14,6	13,5	14,7	14,5	13,5	14,5	14,4	16,1	16,9	16,2
st.dev.	1,5	0,6	1,1	0,9	0,7	0,8	0,6	1,3	0,9	1,4	0,1	0,9
index 2	26,3	27,0	26,8	27,0	27,7	26,3	26,4	27,1	26,1	30,1	30,3	28,9
st.dev.	0,7	0,8	1,4	2,2	1,6	0,8	0,7	1,4	1,3	0,9	1,2	1,7
index 3	27,9	28,4	28,5	28,0	28,6	28,1	28,1	28,3	27,8	30,7	31,8	30,8
st.dev.	1,1	0,5	1,1	0,5	1,3	1,0	1,2	1,2	1,4	0,7	0,8	1,1

Tabel 4. Indexen berekend aan de *metapodia* van Jersey-stiertjes geslacht op verschillende leeftijden of gewichten (totaal aantal dieren = 16) (voor verdere gegevens zie appendix).  
Indices of the *metapodia* in Jersey young bulls.

leeftijd/ age (weeks)	1 week	13 weken	32 weken	49 weken
gewicht/weight	24 kg	70 kg	180 kg	300 kg
<i>Metacarpus</i>				
index 1	12,8	13,0	12,4	16,1
st.dev.	1,3	0,7	1,7	0,7
index 2	28,8	31,4	30,6	32,3
st.dev.	1,1	1,1	1,0	0,5
index 3	28,1	29,1	28,6	30,9
st.dev.	0,7	1,1	0,8	1,1
<i>Metatarsus</i>				
index 1	9,8	9,8	10,3	12,5
st.dev.	1,0	0,5	0,4	0,9
index 2	22,7	23,7	23,4	23,8
st.dev.	1,5	0,3	0,2	0,7
index 3	24,4	25,7	25,2	26,3
st.dev.	1,0	0,7	0,7	0,7

Aan de hand van een voorgaande proef met FH-stiertjes en vaarsjes is een met index 1 vergelijkbare index voor *radius* en *tibia* uitgerkend. De waarden zijn in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5. De index  $\frac{\text{kl.br. diaphyse}}{\text{gr. lengte}} \times 100$  voor *radius* en *tibia* bij FH-halfbroers en halfzusters. Per cel zijn er 5 dieren, dus een totaal van 30  $\sigma\sigma$  en 30  $\text{Q}\text{Q}$ .  
Index 1 for *radius* and *tibia* in Dutch Friesian half-sibs.

s t i e r t j e s			v a a r s j e s			leeftijd/ age (weeks)
lev.gew./ live weight	index <i>radius</i>	index <i>tibia</i>	lev.gew./ live weight	index <i>radius</i>	index <i>tibia</i>	
40 kg*	16,1	13,5	35 kg*	15,5	12,4	1 wk.
90	16,0	12,8	90	14,9	12,2	13 wkn.
200	16,5	13,2	165	15,7	12,6	25 wkn.
300	16,6	13,3	240	15,5	12,7	35 wkn.
400	17,4	13,5	315	16,4	13,0	48 wkn.
500	17,6	13,7	390	16,4	13,1	64 wkn.

\* nuchter kalf.

Dieren van beide sexen op dezelfde horizontale lijn zijn van vrijwel gelijke leeftijd.

De index voor *radius* en *tibia* heeft de laagste waarde steeds op ca. 3 maanden. Het beeld sluit aan bij dat van de Jerseys wat de metapodia betreft, zodat mag worden aangenomen dat een toename van de index met leeftijd of gewicht steeds optreedt. Het effect was over de door onze proef bestreken gewichtsmarge kennelijk toch te klein om duidelijk naar voren te komen.

De invloed van het voerniveau was blijkbaar gering, gezien de uitkomsten van de variantieanalyse. Verrassend duidelijk waren daarentegen de effecten van het ras, verrassend daarom omdat ca. 80 jaar geleden op basis van kleur, geschraagd door maten, een scheiding naar rassen werd gemaakt uit dezelfde uitgangspopulatie. In fig. 2a is de index 1 van de *metacarpus* uitgezet tegen het levend gewicht en in fig. 2b dezelfde index tegen het *metacarpus* gewicht. Tevens is in fig. 2a de marge uit het gemiddelde aangegeven voor materiaal van verschillende oorsprong. De regressievergelijkingen in fig. 2a zijn voor:

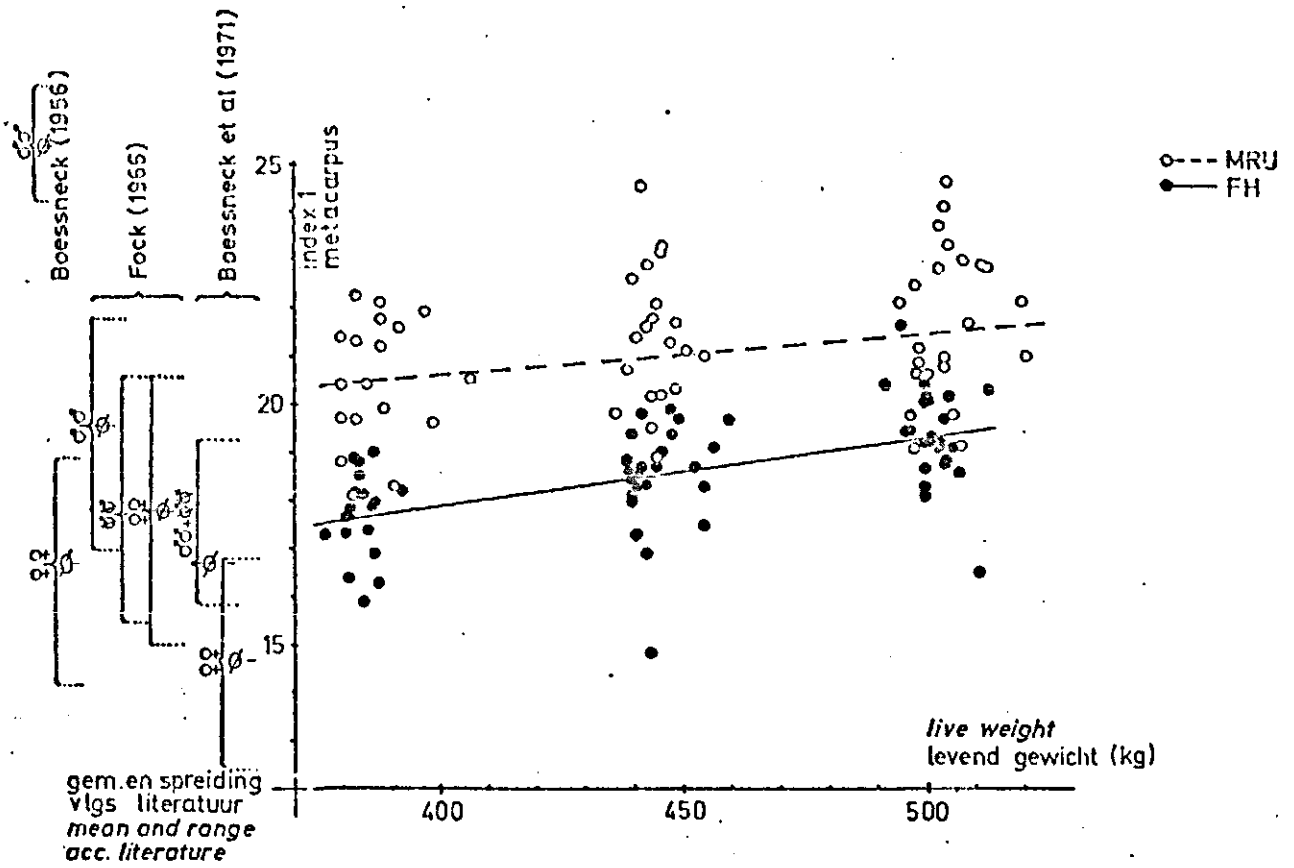
$$\text{FH } y = 0,0144.x + 12,1326$$

$$\text{MRIJ } y = 0,0085.x + 17,2418.$$

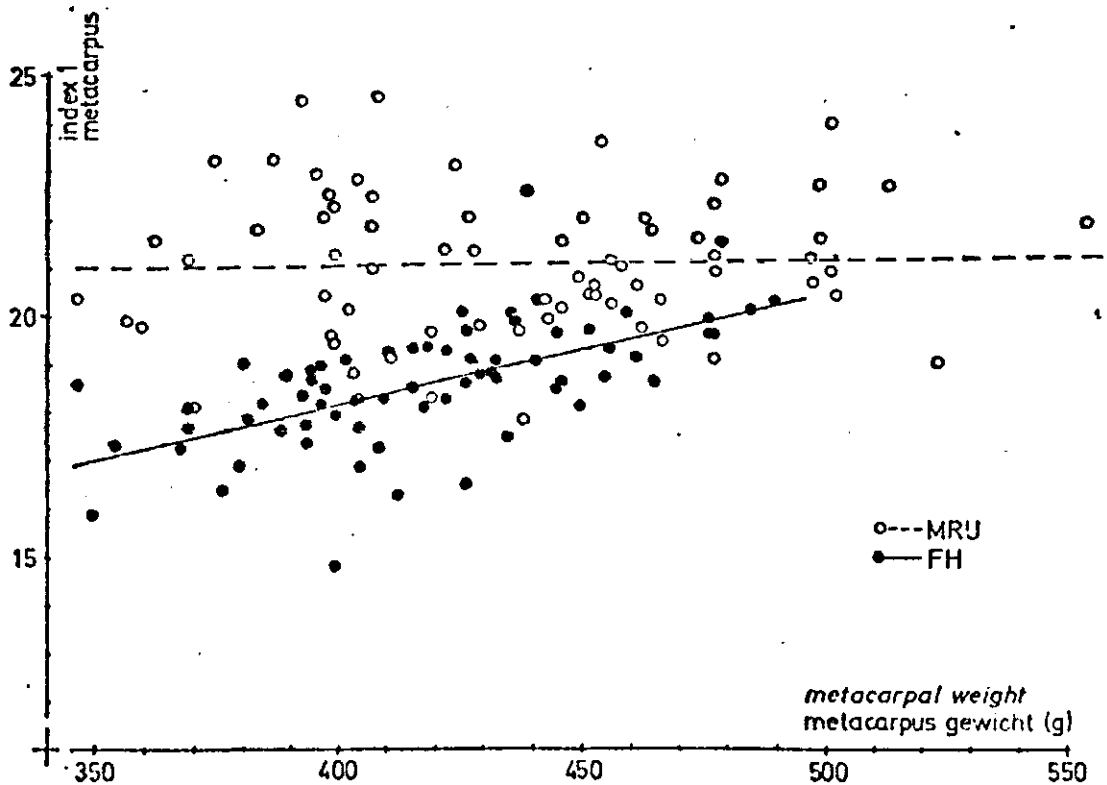
Indien van de regressievergelijking voor de FH-dieren wordt uitgegaan dan blijkt dat de waarden voor Jersey-stiertjes (behalve voor de 180 kg zware groep) vrij goed in dit verloop te passen en dat de oer-rund stieren vlg. DOESSNECK (1956) de waarde van ca. 26 bij een gewicht van ca. 1000 kg zouden halen volgens de regressievergelijking, wat een reële waarde lijkt. Het recente materiaal van FOCK (1966) sluit goed aan bij onze gegevens, zeker waar het zwartbonte dieren betreft. Zou men echter van de regressievergelijking voor MRIJ-stiertjes uitgaan dan zou het geheel minder goed aansluiten, zeker aan de kant van de lagere gewichten. Eenzelfde procedure voor de andere indexen levert een analoog beeld op.

Er zijn ons inziens aanwijzingen dat de indexen als hier berekend in hun absolute waarde vrij duidelijk gewichtsafhankelijk zijn, terwijl anderzijds, gezien het vrij grote verschil tussen FH en MRIJ, met ras-invloeden moet worden gerekend. Hierbij moet worden opgemerkt dat de botten van de MRIJ-stiertjes niet alleen tegenover de FH-stieren, doch ook tegenover de waarden volgens FOCK (1966) een vrij extreme plaats innemen door hun relatief plompe bouw.

Uit een materiaal van 34 FH- en 34 Holstein Friesian x FH-stiertjes geslacht bij ca. 435 kg levend gewicht kan ook index 1 van de *metapodia* worden berekend: De waarden weken slechts zeer weinig af van de bovenvermelde voor FH-stiertjes van 440 kg. Voor de FH-dieren waren de indexen voor *metacarpus* en *metatarsus* 18,9 en 14,5 en voor de HF x FH-dieren resp. 18,4 en 14,1. Ook bij een groep van 99 vleeskalveren geslacht na een zeer intensief voerschema op 180 kg levend gewicht en van dezelfde genotypen, bleek dat consequent, hoewel niet significant de HF x FH-kruising een iets lagere index te zien gaf dan de FH-dieren. Bij deze dieren lag de index voor de *metacarpus* met gemiddeld 16,8 en voor de *metatarsus* met gemiddeld 12,6 voor het bereikte gewicht relatief hoog. Ook in andere opzichten vonden wij aanwijzingen dat bij zeer hoge groeiniveaus voor het betrokken leeftijdstraject de relatie tussen gewichts- of maatverhoudingen enerzijds en het absolute (weefsel-) gewicht anderzijds minder strak dreigt te worden zoals met name bij vleeskalveren bleek.



**Figuur 2a.** De relatie tussen levend gewicht en de index 1 van de *metacarpus*.  
The relationship between live weight and index 1 of the *metacarpus*.



**Figuur 2b.** De relatie tussen het *metacarpus*-gewicht en de index 1.  
The relationship between *metacarpus* weight and index 1.

Teneinde een indruk te krijgen omtrent de grootte van de rasverschillen is voor index 1 van de *metapodia* ( $\frac{\text{kl. breedte diaphyse}}{\text{gr. lengte}} \times 100$ )

een correctie uitgevoerd naar een totaal gemiddeld botgewicht in de karkashelft van 19,1 kg. De resultaten zijn in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6. De index  $\frac{\text{kl. breedte diaphyse}}{\text{gr. lengte}} \times 100$  voor *metacarpus* en *metatarsus* na correctie naar een totaal gemiddelde karkashelft botgewicht van 19,1 kg.

Index 1 of *metacarpus* and *metatarsus* after correction to a common mean side bone weight.

Voer- niveau/level	Ras/breed	FH		MRIJ	
	Bot/bone	<i>Metacarpus</i>	<i>Metatarsus</i>	<i>Metacarpus</i>	<i>Metatarsus</i>
ad libitum		18,6	14,4	21,6	16,1
80%		18,7	14,3	20,6	16,1
60%		18,4	14,0	21,1	15,9

Op deze basis vergeleken blijkt het verschil tussen de rassen ongeveer 13% te bedragen.

### 3.2. Het soortelijk gewicht van de *metapodia*

Het gewicht van botten gewogen in de toestand waarin ze werden gevonden, zal als regel geen basis vormen voor omrekeningen. Door het verblijf in de grond en een mogelijke uitwisseling van mineralen en/of verwerking kan het soortelijk gewicht drastisch wijzigen. Bij runder*metapodia* uit de bronstijd werden voor het soortelijk gewicht waarden van 1,38 - 1,87 gevonden (IJZEREERF, 1981). Deze waarden liggen op zich wel in een marge die ook voor verse botten kan worden gevonden, doch wanneer men bedenkt dat de waarden gelden voor botten met een naar alle waarschijnlijkheid met lucht gevulde mergholte, dan moet toch worden aangenomen dat het soortelijke gewicht van de harde botmassa aanmerkelijk hoger ligt dan in het verse materiaal het geval was.

Bij de door ons gevolgde methode werd direct het volume bepaald van het geheel dat door de buitenomtrek werd begrensd. Wanneer later de mergholte (in het geval van botten uit opgravingen) mocht vollopen met water dan heeft dit geen invloed op de hoeveelheid reeds overgelopen vloeistof. Afgezien van veranderde mineralisatie en mogelijk schrompelingen is het gemeten volume bij verse botten iets groter dan bij gemacereerde botten door de aanwezigheid van kraakbeen elementen op de



gewrichtsvlakken. Het moet echter mogelijk zijn voor botten uit opgravingen op grond van het volume een "vers" gewicht te schatten. Op grond van maten alleen zal dit door de complexe vorm erg moeilijk zijn, terwijl de situatie t.a.v. de hiervoor besproken indexen aangeeft dat zeker met invloeden van gewicht of ras is te rekenen.

In tabel 7 zijn de soortelijke gewichten, alsmede de totale karkashelft botgewichten per behandelingsgroep weergegeven. Uit de variantieanalyse bleek dat effecten van het eindgewicht ( $P < 0,001$ ) en van het voerniveau ( $P < 0,05$ ) significant waren, doch het effect van het ras was niet significant.

Hoewel het effect van het ras bij de *metapodia* niet significant was, lag toch bij vrij veel behandelingsgroepen het gemiddelde soortelijk gewicht voor de MRIJ-dieren lager dan voor de FH-dieren. Eenzelfde tendens vonden wij steeds ook voor de meer proximaal gelegen botten van de ledematen bij vorige proeven. Mogelijk speelt hier een verschil in fysiologische ouderdom bij gelijke leeftijd of gelijk gewicht een rol. Verder gaf een zeer beperkt materiaal met FH- en MRIJ-vaarzen aan dat bij de FH-dieren op de overigens kleinere oppervlakte van de doorsnede door de *diaphyse* een relatief groter deel door de schors van harde botmassa wordt ingenomen dan bij MRIJ-dieren. Dit kan een gevolg zijn van het ras, doch het kan ook passen in het beeld van een ongelijke fysiologische ouderdom.

Over het gewichtstraject van 380 - 500 kg levend gewicht is het soortelijk gewicht van de *metapodia* met ca. 5% gestegen. Bij de hier besproken proef zijn de soortelijke gewichten van andere pijpbeenderen niet bepaald. Dit werd wel gedaan bij een aantal voorgaande proeven. Door combinatie van dit materiaal en dat van de huidige proef krijgt men de volgende globale aanwijzingen:

- Ten opzichte van de *metapodia* ligt het soortelijk gewicht om de *radius/ulna* en *tibia/fibula* ca. 5% lager. De *humerus* ligt ca. 11% en het *os femoris* ca. 12% lager dan de bijbehorende *metapodia*, terwijl voor het bot in een ribstuk met de 7e - 9e rib (wervels, 3 ribben en deel v.h.sternum) ten opzichte van de *metapodia* de waarden ca. 15% lager liggen. Het soortelijk gewicht van de verse botten neemt dus in richting van de distale ledematen toe, terwijl duidelijk is dat voor de diverse skelet-delen specifieke soortelijke gewichten gelden. De toename in distale richting is een constructief functioneel aspect

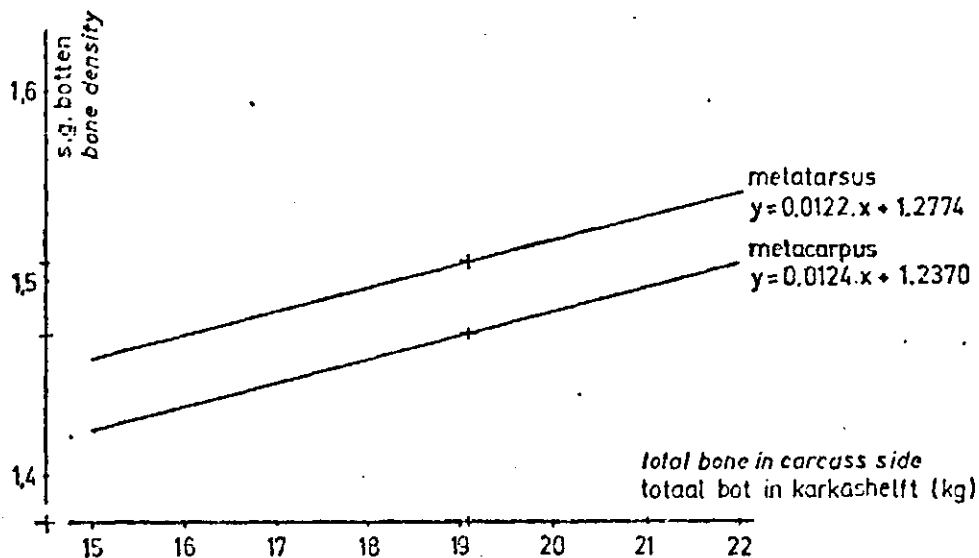
in de vorm van sterke botten die een geringe merginhoud hebben, waarbij de dikte beperkt kan blijven.

- Vanaf de geboorte tot 500 kg voor stiertjes (50% van het volwassen gewicht) en 400 kg voor vaarsjes (70% van het volwassen gewicht) steeg het soortelijk gewicht van de *radius/ulna* en de *tibia/fibula* met ca. 10-15%. Over hetzelfde traject was de stijging voor de *humerus* en het *os femoris* ca. 15-20%. Ten opzichte van de vaarsjes van 400 kg lagen de waarden voor volwassen vrouwelijke dieren nog gemiddeld 4,5% hoger. Er mag worden verwacht dat de waarden voor de metapodia van volwassen stieren t.o.v. de 500 kg zware stiertjes van hetzelfde ras nog een stijging zullen laten zien. Er is echter momenteel geen materiaal om dit te verifiëren.

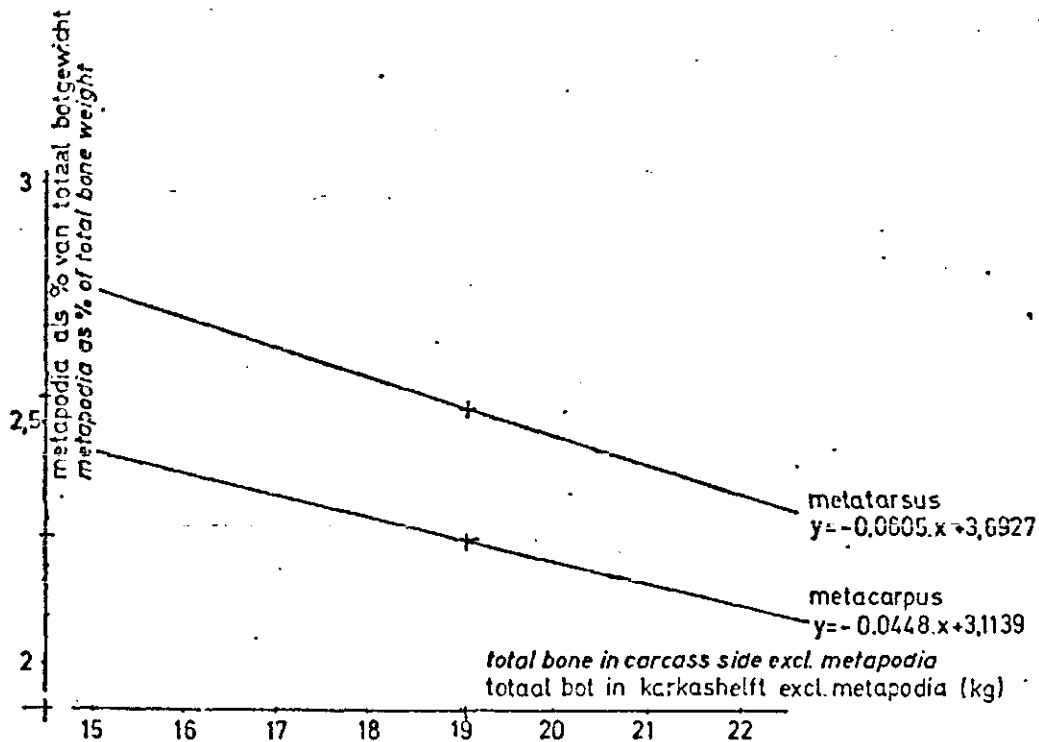
- Hoewel niet duidelijk, is er vaak een tendens dat de soortelijke gewichten van de botten van de bekkenledematen die op eenzelfde positie t.o.v. het rompskelet liggen iets hogere waarden laten zien dan die van de schouderledematen. Dit verschil bleek bij volwassen vrouwelijke dieren niet meer aanwezig. Over het verschil tussen sexen kan nog worden opgemerkt dat het soortelijk gewicht van de boven de carpus en tarsus gelegen pijpbeenderen bij 400 kg zware stiertjes en vaarsjes ca. 6% hoger lagen bij de vaarsjes. Deze laatst genoemde zijn dan ook van een hogere fysiologische ouderdom. Vergeleken op gelijke leeftijd was het verschil ca. 3%.

Zoals uit de gewichten van het botaandeel in het karkas blijkt (tabel 7), hebben de dieren van het 60% voerniveau en 500 kg eindgewicht het hoogste botgewicht bereikt. In het bijzonder de FH-dieren bereikten daarmee het dichtst hun volwassen waarde ook al ligt dit zeker nog wel 30 - 40% lager dan het bereikbare volwassen botgewicht. De waarden voor het soortelijk gewicht van 1,56 voor de *metacarpus* en 1,58 voor de *metatarsus* kunnen er dan ook de meeste aanspraak op maken de volwassen waarde te benaderen. In figuur 3 zijn de regressielijnen weergegeven voor de beide *metapodia* in relatie tot het botgewicht in de karkashelft voor de 3 voerniveaus gecombineerd.





Figuur 3. De relatie tussen het soortelijk gewicht van de *metapodia* en het totaal botgewicht in de karkashelft.  
The relationship between density of the *metapodia* and the side bone weight.



Figuur 4. De regressielijnen voor het procentuele gewicht van de *metapodia* t.o.v. het totale botgewicht in de karkashelft (exclusief de *metapodia*).  
Regression equations for the *metapodia* as % of the side bone weight (excl. *metapodia*).

### 3.3. Het gewicht van de metapodia in relatie tot het totaal botgewicht in het karkas

Binnen het skelet in het karkas (dus niet inbegrepen de *metapodia*) komen duidelijke verschillen in relatieve groei voor. De onderdelen van de werwelkolom maken over het gehele groeitraject een weinig variabel percentage uit. Een toenemend percentage in relatie tot de leeftijd ziet men bij schoudergordel (*scapula*) en bekkengordel (*os coxae*) en vooral ook bij de ribben. De lange beenderen van de ledematen blijven iets achter bij de groei van het skelet als geheel door hun reeds vrij sterke ontwikkeling bij de geboorte, zodat het percentage binnen het totaal skeletgewicht afneemt. Het ligt in de verwachting dat de tendens die voor de pijpbeenderen van de ledematen geldt zich voortzet bij de *metapodia*. Dit blijkt ook uit onderzoek van HAMMOND (1932) en PALSSÓN & VERQES (1952) met schapen. Bij de hier besproken proef was het effect van het eindgewicht op het gewicht van de metapodia als percentage van het karkashelft botgewicht significant ( $P < 0,001$ ). Dit gold ook voor het effect van het voerniveau ( $P < 0,001$ ) en van het ras ( $P < 0,05$ ).

In tabel 8 zijn enkele gegevens vermeld waaronder het absolute botgewicht in de karkashelft. Met name door het verschil in vetaanzet is voor een gegeven levend gewicht het botgewicht in het karkas hoger naarmate het voerniveau lager is. De hiermee samenhangende verschillen in fysiologische ouderdom verklaren zeker voor een belangrijk deel de significante invloed van de proeffactoren die boven werd vermeld.

Figuur 4 geeft het verband aan tussen enerzijds het *metapodia*-gewicht in procenten van het karkashelft botgewicht en anderzijds het absolute botgewicht in de karkashelft. Bij deze benadering resteert nog slechts een duidelijke invloed van het eindgewicht. Het is te verwachten dat het verloop uiteindelijk asymptotisch zal zijn. De dieren met de hoogste botgewichten uit onze proef bereiken voor de *metacarpus* ca. 2,0 en voor de *metatarsus* ca. 2,2% van het karkashelft botgewicht. Deze waarden bereikten ook enkele stiértjes uit voorgaande proeven met een relatief hoge fysiologische leeftijd van ruim 2 jaar (resp. 1,9% en 2,1%), zodat de hier genoemde waarden waarschijnlijk dicht die van volwassen dieren benaderen.

Tabel 8. Levende gewichten, botgewichten en relatief gewicht van de *metapodia* t.o.v. het karkas botgewicht (alleen voor de dieren waarvan de *metapodia* zijn onderzocht).  
Live weight, bone weight and *metapodia* as percentage of side bone weight.

voerniveau/ feeding level	ad lib.		80 %		60%		ad lib.		80%		60%	
	FH	FH	FH	FH	FH	FH	MRIJ	MRIJ	MRIJ	MRIJ	MRIJ	MRIJ
ras/breed eindgewicht (kg)/ weight	380	440	380	440	380	440	380	440	380	440	380	440
lev. gewicht (kg)/ live weight	382,8	450,4	383,8	443,1	385,3	443,3	384,3	446,5	395,4	446,0	385,8	443,0
st.dev.	2,1	6,5	4,1	3,4	3,5	5,3	2,5	2,9	9,0	3,0	4,7	5,2
totaal botgew. in karkasheit(kg)/ total side bone weight	15,9	17,7	15,8	19,1	16,6	19,6	15,8	19,1	16,5	19,1	16,6	19,0
st.dev.	0,8	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	0,4	1,6	0,2	1,0	1,0	1,1
<i>metacarpus</i> als % van tot.karkas- bot gewicht*/ % of side bone weight	2,37	2,36	2,41	2,18	2,37	2,18	2,44	2,20	2,48	2,34	2,40	2,22
st.dev.	0,08	0,10	0,14	0,15	0,11	0,12	0,09	0,09	0,09	0,12	0,18	0,13
<i>metatarsus</i> als % van tot.karkas- bot gewicht*/ % of side bone weight	2,71	2,71	2,75	2,49	2,71	2,44	2,76	2,46	2,86	2,64	2,68	2,47
st.dev.	0,08	0,09	0,11	0,11	0,21	0,10	0,12	0,20	0,13	0,15	0,21	0,09
aantal/ number	4	5	5	9	10	10	4	3	5	10	9	10

\* karkas-botgewicht  
exclusief *metapodia*/  
side bone weight,  
*metapodia* excluded.

### 3.4. De lengte van de metapodia en de hoogtematen van het levende dier

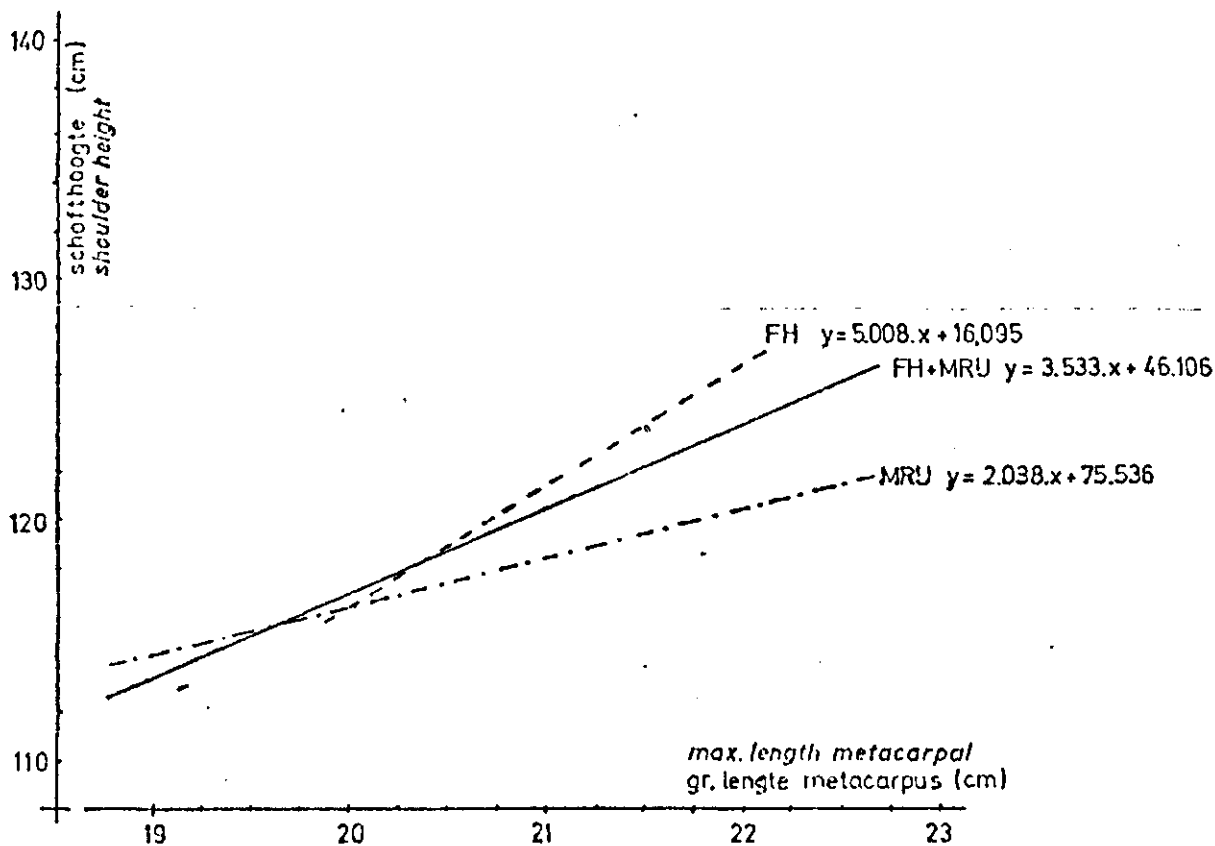
Kort voor het slachten werd bij alle dieren de schoft- en kruishoogte gemeten. De schofthoogte is de afstand tussen de bodem en het hoogste punt midden tussen de kraakbeenderen van de schouderbladen, terwijl de kruishoogte gemeten wordt midden tussen de beide darmbeenuitsteeksels. De laatstgenoemde maat is als regel exacter te meten omdat het dier zich bij meting van de schofthoogte eerder aan de meting probeert te onttrekken. Als hoogtemaat wordt in de fokkerij vaak de kruishoogte genomen als hoogtemaat.

De lengte van de *metapodia* draagt door de verticale stand van deze botten direct bij tot de hoogtematen, al is deze bijdrage met ca. 18% relatief klein. Het verband tussen de lengte van de *metapodia* en de hoogtematen is zwak met correlatie-coëfficiënten van ca. 0,5. Wel is steeds het verband met de kruishoogte iets beter dan met de schofthoogte, wat ongetwijfeld samenhangt met een minder goede meetbaarheid van de schofthoogte t.o.v. de kruishoogte.

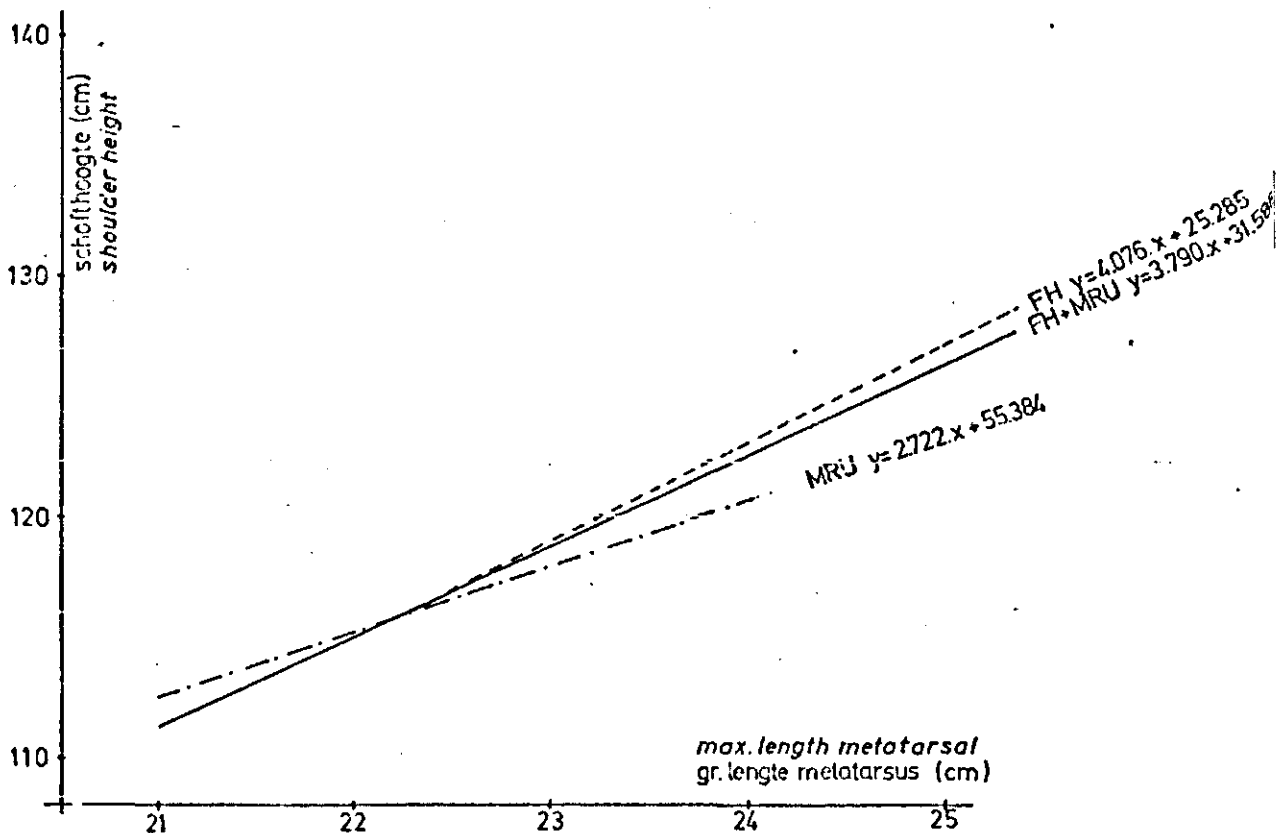
In figuur 5a, 5b en 5c is het verband aangegeven tussen de hoogtematen en de lengte van de metapodia. Zoals uit appendix 1, waar de absolute waarden zijn gegeven, blijkt, zijn de gemiddelde lengten van de *metapodia* tussen de gewichtsgroepen en voerniveaus weinig verschillend. Over het gewichtstraject van 300 tot 500 kg levend gewicht lopen de lengten van de *metapodia* gemiddeld iets meer dan 2% op tegen bijna 8% voor de hoogtematen over hetzelfde traject.

De gemiddelde vermenigvuldigingsfactoren van de lengte van de *metapodia* naar schoft- of kruishoogte lieten geen invloeden van het ras of voerniveau zien (in ruim 81% van de gevallen lag het gemiddelde van de behandelingsgroepen binnen + of - 2% van het totaal gemiddelde) doch wel liepen de indexen met stijgend gewicht op. In tabel 9 is dit weer gegeven.

MATOLCSI (1971) deelde een aantal dieren in naar leeftijd, in groepen die hij aanduidde als "Juvenil", "Adult" en "Matur". Omgerekend in een vergelijkbare index  $\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.1.metacarpus}}$  waren voor stieren de waarden resp. 5,73, 6,07 en 6,41 en voor de index  $\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.1.metatarsus}}$  resp. 5,09, 5,39 en 5,76. Het is duidelijk dat de door ons gevonden indexen bij de 500 kg zware dieren het best aansluiten bij de relatief jonge dieren uit de studie van Matolcsi wat ook logischerwijze te verwachten was,

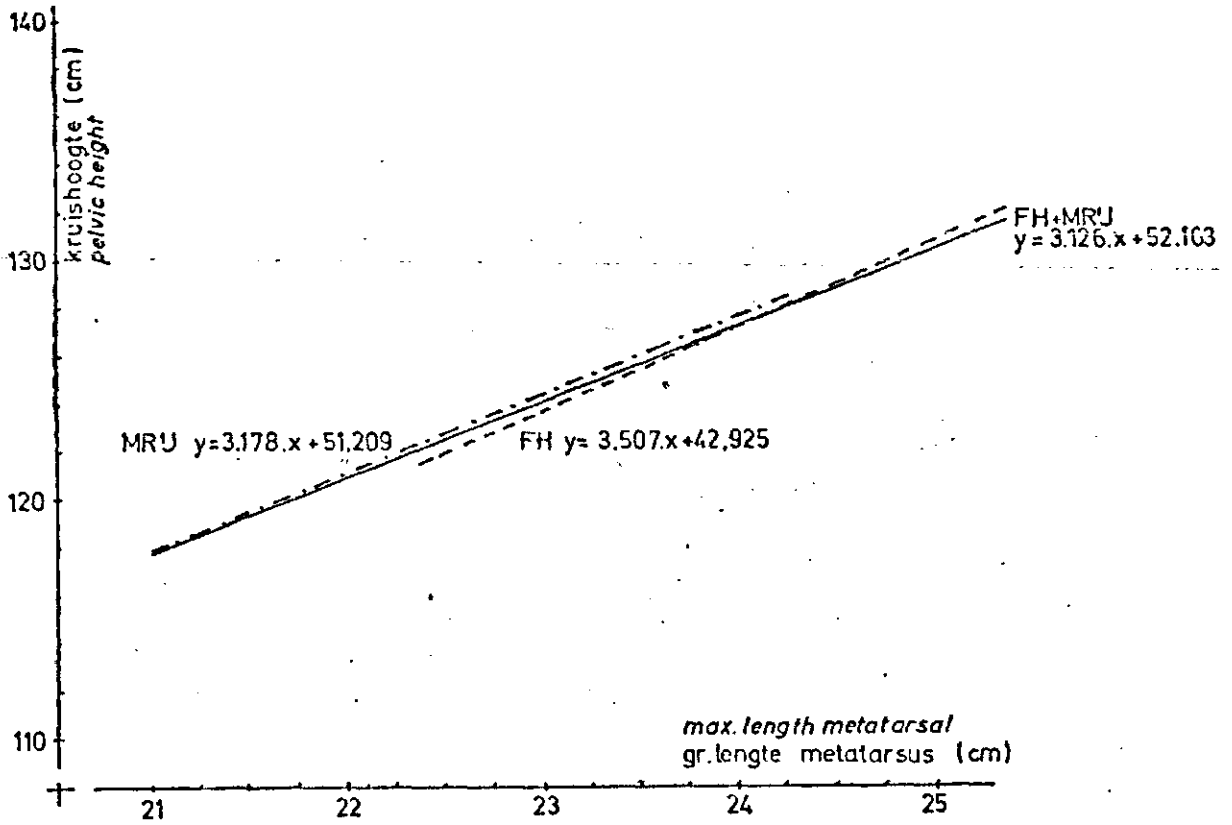


**Figuur 5a.** Het verband tussen de schofthoogte en de lengte van de *metacarpus*.  
The relationship between shoulder height and the *metacarpus* length.



**Figuur 5b.** Het verband tussen de schofthoogte en de lengte van de *metatarsus*.  
The relationship between shoulder height and *metatarsus* length.





Figuur 5c. Het verband tussen de kruishoogte en de lengte van de *metatarsus*.  
The relationship between pelvic height and *metatarsus* length.

Tabel 9. Hoogtematen gedeeld door de grootste lengte van de *metapodia* (onderverdeeld naar eindgewicht doch voor voerniveau en rassen samengenomen).

Body height divided by max.length of the *metapodia* (per weight category but feeding levels and breeds combined).

Eindgewicht/weight	380 kg	440 kg	500 kg
index:			
$\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.l. metacarpus}}$ / $\frac{\text{shoulder height}}{\text{max.length metacarpus}}$	5,60	5,76	5,85
st.dev.	0,19	0,17	0,23
$\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.l. metatarsus}}$ / $\frac{\text{shoulder height}}{\text{max.length metatarsus}}$	5,01	5,15	5,26
st.dev.	0,13	0,16	0,20
$\frac{\text{kruishoogte}}{\text{gr.l. metatarsus}}$ / $\frac{\text{pelvic height}}{\text{max.length metatarsus}}$	5,22	5,38	5,47
st.dev.	0,15	0,14	0,19

Tabel 10. De index  $\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.botlengte}}$  bij een materiaal van diverse proeven met FH, MRIJ en Jersey-stiertjes over een totale gewichtsrang van geboorte tot 600 kg.

Indices  $\frac{\text{shoulder height}}{\text{max.bone length}}$  of a heterogenous material of former experiments with young bulls and compared with data from literature

Index	IVO-stiertjes	materiaal van stieren
	n = 261	volgens Matolcsi (1971) n = 8
$\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.l. radius}}$ / $\frac{\text{shoulder height}}{\text{max.length radius}}$	4,25	4,40
st.dev.	0,09	
$\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.l. tibia}}$ / $\frac{\text{shoulder height}}{\text{max.length tibia}}$	3,45	3,56
st.dev.	0,05	
$\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.l. humerus}}$ / $\frac{\text{shoulder height}}{\text{max.length humerus}}$	3,98	4,14
st.dev.	0,08	
$\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.l. os femoris}}$ / $\frac{\text{shoulder height}}{\text{max.length os femoris}}$	3,15	3,22
st.dev.	0,11	

terwijl onze waarden voor 500 kg zware dieren vrijwel overeenkomen met de voor dat materiaal gevonden gemiddelde waarden van resp. 5,88 en 5,23. Alles duidt er echter op dat omrekeningen vanuit de *metapodia* lengten door leeftijds- of genetische invloeden doorkruist kunnen worden.

In dit verband gingen wij nog de onderlinge verhouding tussen de lengte van de beide *metapodia* na. Deze bleek vrij weinig variabel te zijn en kwam met gemiddeld 111,7% voor de *metatarsus* lengte als percentage van de *metacarpus*-lengte zeer dicht bij de waarden die uit gegevens van FOCK (1966) en MATOLCSI (1971) voor stieren konden worden berekend. Wel dient te worden vermeld dat Matolcsi de relatief hoge waarde boven 114,5% voor het grauw steppevee als een kenmerk van primitiviteit aanmerkt.

Bij een materiaal van Jersey-stiertjes geslacht tussen geboorte en 300 kg, waarbij ook de *metapodia* zijn gemeten, bleken de indexen in de volgorde als in tabel 9 van een beginwaarde van resp. 4,30, 4,00 en 3,90 geleidelijk op te lopen, terwijl ze op 300 kg levend gewicht vrij goed aansloten bij die van de FH- en MRIJ-stiertjes van 380 kg. Het leek interessant na te gaan of vergelijkbare indexen gebaseerd op andere pijpbeenderen een dito verloop zouden laten zien. Hiertoe stond ons een vrij omvangrijk materiaal van FH, MRIJ en Jersey-stiertjes, doch ook FH-vaarsjes ten dienste dat totaal ca. 330 dieren omvatte.

Het was duidelijk dat over de gehele gewichtsrage van geboorte tot 600 kg de indexen  $\frac{\text{schofthoogte}}{\text{gr.botlengte}}$  vrijwel constant bleven en niet door sexe of ras werden beïnvloed. In de proef met Jersey-stiertjes namen de 3 maanden oude dieren een wat extreme positie in, doch dit bleef daarmee de enige groep dieren die minder goed in het totaalbeeld paste. In tabel 10 zijn de indexen voor de stiertjes van het IVO-materiaal vermeld. Hierbij mag nog worden opgemerkt dat indien ook 30 vaarsjes in het totaal zouden worden opgenomen, geen van de gemiddelden zou veranderen. Ter vergelijking zijn gegevens van MATOLCSI (1971) van stiertjes, omgerekend in een vergelijkbare index, in de tabel opgenomen. Hoewel iets hoger dan de eigen waarden is het verschil tussen beide series gegevens, die overigens qua leeftijdsopbouw essentieel verschillen, vrij klein.

Het is duidelijk dat het groeitempo van de *metapodia* bij ons materiaal afwijkt van dat van de hoger gelegen botten, al vergt de wijze waarop de diverse skeletdelen bijdragen aan het tot stand komen van de hoogtematen zeker nog een meer gedetailleerde studie.

### 3.5. De hoogtematen van het levende dier en het levend gewicht

Voor de relatie tussen hoogtematen en levend gewicht kan het voltallige materiaal van de proef worden gebruikt en niet slechts die dieren waarvan de *metapodia* zijn onderzocht. Het aantal is daardoor groter ( $n = 176$ ) en de verdeling over de behandelingsgroepen evenwichtiger (per behandelingsgroep  $n = 9$  of  $10$ ). Het bleek dat zowel het ras als het eindgewicht en het voerniveau een significante invloed ( $P < 0,01$ ) hadden op de relatie tussen gewicht en hoogtematen.

In appendix 2b zijn een aantal gegevens opgenomen die betrekking hebben op gewicht en hoogtematen. Door verschil in vetheid t.g.v. voerniveau en ras zijn bij gelijke levende gewichten de gewichten aan spieren en bot in het karkas verschillend (zie appendix 2b voor het botgewicht en tabel 11 voor spier + botgewicht). Het levend gewicht voor een gegeven hoogtemaat varieert met eindgewicht, ras en voerniveau, doch betrokken op het gewicht aan structurele weefsels (spieren + bot) of meer nog op het botgewicht alleen resteren alleen nog duidelijke invloeden van eindgewicht en ras. De laatstgenoemde invloeden resulteren in een hoger botgewicht voor een gegeven hoogtemaat bij de MRIJ- t.o.v. de FH-dieren.

De relatie tussen schofthoogte c.q. kruishoogte en het levend gewicht is weergegeven in figuur 6a, gedifferentieerd per ras, doch voor de voerniveaus gecombineerd. Omdat de dieren van het laagste voerniveau ongetwijfeld het best de situatie bijextensieve veehouderij zullen hebben benaderd is in figuur 6b hetzelfde gedaan als in figuur 6a, doch nu voor alleen de dieren van het 60% voerniveau gedifferentieerd naar ras. In het laatstgenoemde geval blijken de verschillen in levend gewicht tussen de rassen voor een gemiddelde schofthoogte ca. 10% en voor een gemiddelde kruishoogte ca. 6% te bedragen, terwijl bij dit voerniveau de vet aanzet slechts uiterst gering was en relatief weinig tot het levend gewicht bijdroeg (iets beneden 10% afsnijdbaar vetweefsel op het karkasgewicht met slechts een gering verschil tussen de beide rassen).

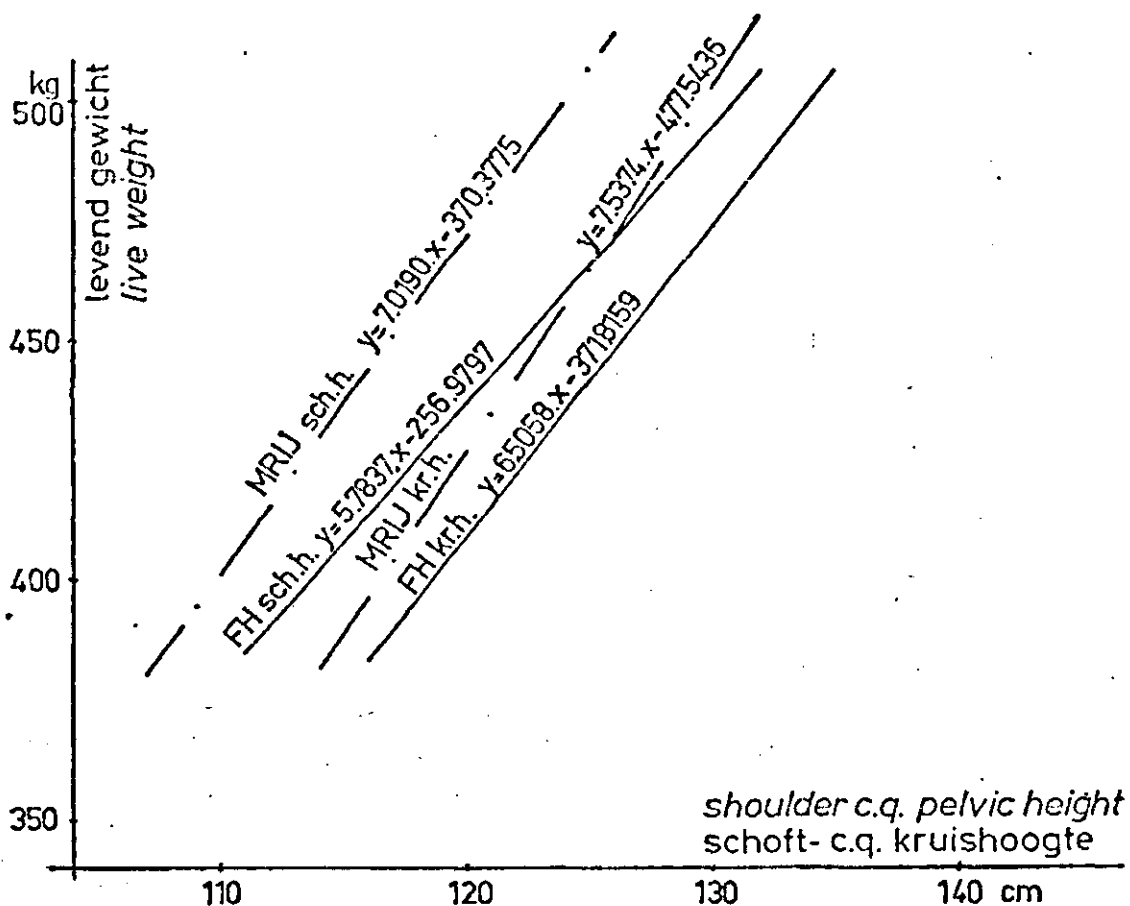
Op basis van voorgaande proeven met intensief gemeste stiértjes van de eigen rassen en kruisingen tussen Holstein Friesian-, MRIJ-, Charolais- en Limousin-stieren alsmede Jersey-stiértjes (zij het dat laatstgenoemde op een lager gewicht werden afgeleverd in verband met vet aanzet), bleken vrij duidelijke invloeden van het genotype naar voren te komen bij de relatie tussen hoogtemaat en gewicht. De FH-stiértjes uit diverse proeven lieten steeds vrijwel eenzelfde waarde zien qua

**Tabel 11. Spier/beenderverhouding in het karkas en spier + beendergewichten voor het gehele materiaal van de proef (gemidd. en st.afw. n = 176).  
Muscle to bone ratio in carcass and muscle + bone weight in side.**

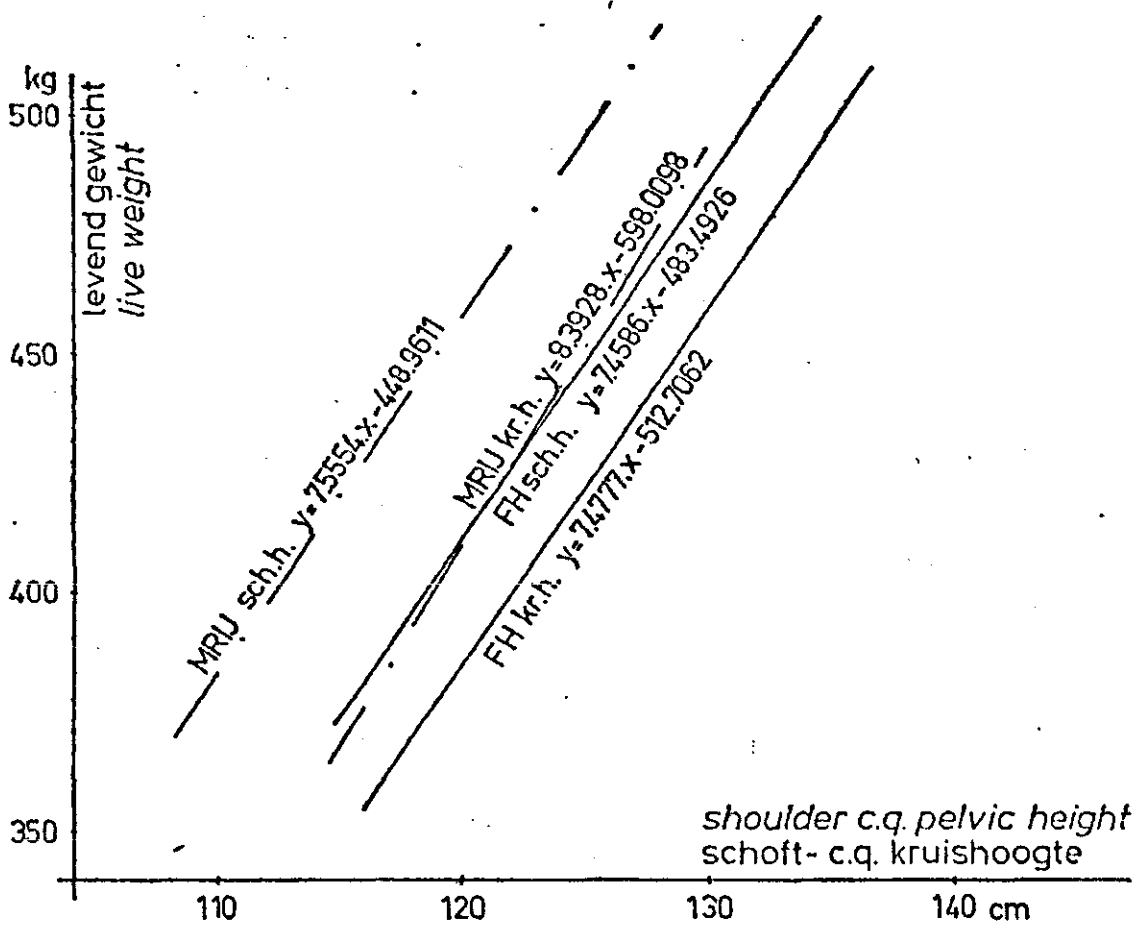
Voerniveau/feed.level	ad lib.			80%			60%		
	380	440	500	380	440	500	380	440	500
Eindgewicht (kg)/weight	380	440	500	380	440	500	380	440	500
FH spier/beenverh./ muscle/bone ratio	3,96*	4,20*	4,26	4,06	4,08	4,30	4,07	4,08	4,04
st.dev.	0,28	0,26	0,19	0,15	0,14	0,35	0,25	0,24	0,24
MRIJ spier/beenverh./ muscle/bone ratio	4,09	4,22*	4,35	4,27**	4,15	4,38*	4,13	4,25	4,35
st.dev.	0,33	0,29	0,24	0,29	0,23	0,21	0,28	0,31	0,22
FH spier + beengew.(kg)/ muscle + bone weight	160,4*	183,6*	205,4	162,0	191,4	217,4	167,0	198,6	232,0
st.dev. ***	7,2	8,8	4,6	7,6	7,0	7,5	5,0	9,0	8,2
MRIJ spier + beengew.(kg)/ muscle + bone weight	164,8	195,8*	221,0	174,0**	196,4	228,4*	169,2	201,4	233,2
st.dev. ***	7,5	7,4	10,4	4,4	5,2	8,0	7,0	6,4	10,4

\* in deze behandelingsgroepen n = 9 / only here 9 animals  
 in alle overige groepen n = 10 / all other groups 10 animals  
 \*\* deze groep omvatte relatief goede dieren zodat het niveau mede t.g.v. het hoge weefselfgewicht voor ras en eindgewicht hoog ligt / this group comprised relatively good animals  
 \*\*\* helftgewicht x 2 / weight in side x 2

gewicht voor een gegeven schofthoogte, doch de kruisingen en MRIJ-dieren weken tot + of - 5% van deze waarde af. Waarschijnlijk mede als gevolg van het lagere gewicht lagen de Jersey-stiertjes veel sterker beneden de FH-waarden wat betreft het gewicht per cm hoogte-maat.



Figuur 6a. De relatie tussen hoogtematen en levend gewicht voor het totale materiaal van de proef (FH n=88, MRIJ n=88).  
The relationship between body height and live weight for the whole experiment.



\* Figuur 6b. Als figuur 6a, doch nu alleen voor de dieren van het laagste voerniveau (60% niveau, FH n=30, MRIJ n=30).  
As figure 6a, but only for the animals of the 60% feeding level.

#### 4. DISCUSSIE

Aan de hand van een proef met FH- en MRIJ-stiertjes, gemest bij 3 voerintensiteiten en geslacht op 3 eindgewichten, werden de mogelijkheden nagegaan om met behulp van gegevens van de *metapodia* iets te weten te komen over levend gewicht en afmetingen van runderen. De volgende aspecten werden nagegaan:

- Bepaling van de sexe.

Aangezien slechts stieren aanwezig waren, diende het onderzoek beperkt te blijven tot eventuele invloeden van de proeffactoren op de doorgaans voor bepaling van de sexe gebruikte indexen die zijn gebaseerd op lengte- en breedtematen van de *metapodia*. Bij de hier besproken proef bleken de invloeden van voerniveau en bij de hier aanwezige gewichtsmarge van het eindgewicht, op de grootte van de indexen gering te zijn. Wel mag worden aangenomen op grond van indexen berekend aan andere pijpbeenderen van de ledematen en bij materiaal dat een ruimere gewichtsmarge bestrijkt, dat de indexen bij toenemende leeftijd c.q. gewicht stijgen omdat de hoogste intensiteit van de breedtegroei later valt dan die van de lengtegroei.

Een ook bij andere aspecten steeds weerkerende vraag is of veranderingen in relatie tot leeftijd of gewicht samenhangen met de fysiologische ouderdom, dan wel met eisen van constructie en motiliteit in verband met het bereikte absolute gewicht. Het ons ten dienste staande materiaal van overwegend middelgrote en middelzware typen geeft in dit opzicht geen uitsluitsel door een te kleine variatie in formaat en gewicht.

De door ons berekende indexen sluiten redelijk goed aan bij literatuurgegevens, hoewel bij dit laatstgenoemde materiaal een tamelijk grote variatie in niveau naar voren komt. Mogelijk is hier mede met gewichtseffecten te rekenen. Het meest interessant is bij ons materiaal het belangrijke verschil in niveau tussen de beide rassen FH en MRIJ. Voor archeologische vondsten zal doorgaans gerekend mogen worden met een populatie waarin geen duidelijke typen zijn te onderscheiden of het zou moeten gaan om het bijeenvinden van oorspronkelijke typen en geïmporteerde dieren (bijv. door de Romeinen meegebrachte dieren). Het lijkt ons dat dan type-invloed met sexe-invloeden kunnen interfereren.

- Het soortelijk gewicht.

Het werkelijke gewicht van opgegraven botten zal nooit houvast kunnen bieden omdat òf de mergholten met stoffen uit de bodem zijn gevuld òf



leeg zijn, terwijl verder een uitwisseling met mineralen uit de bodem mogelijk is. Men zal dus steeds moeten uitgaan van het volume van de botten en daaruit met aanname van een soortelijk gewicht het verse botgewicht moeten berekenen. Het volume zal steeds t.o.v. het intacte verse bot iets te klein zijn, omdat kraakbeenelementen niet worden geconserveerd.

Bij de huidige proef nam, evenals bij voorgaande proeven voor andere botten dan de *metapodia* gold, het soortelijk gewicht met de leeftijd toe. Aangezien botten van volwassen dieren ongetwijfeld een grotere kans maken in de bodem te worden geconserveerd, zal de belangstelling dus vooral uitgaan naar waarden voor dieren met een relatief hoge fysiologische ouderdom. Van ons materiaal benaderden de FH-dieren van 500 kg eindgewicht bij het 60% voerniveau het dichtst het volwassen stadium, zodat de daar geldende waarden van 1,56 voor de *metacarpus* en 1,58 voor de *metatarsus* de best bruikbare zijn ook al zijn ze voor volwassen dieren waarschijnlijk nog iets te laag. Voorzover uit gegevens van andere botten dan de *metapodia* valt op te maken, is het soortelijk gewicht primair van het bereikte stadium van ontwikkeling afhankelijk en niet van het absolute botgewicht.

- De *metapodia* ten opzichte van het skeletgewicht in het karkas.

De *metapodia* zijn evenals alle andere pijpbeenderen van de vrije ledematen relatief vroegrijpe botten die bij de geboorte reeds ver ontwikkeld zijn en na de geboorte in grootte weinig toenemen. Hun gewicht uitgedrukt in procenten van het skeletgewicht in het karkas blijft dan ook tijdens de groei achter bij het totale karkasskeletgewicht. De dieren met de hoogste fysiologische ouderdom en in onze proef zijn dat die met de hoogste absolute botgewichten (FH 500 kg eindgewicht van het 60% voerniveau) levenden voor de *metacarpus* 2,0 en voor de *metatarsus* 2,2% van het skeletgewicht in het karkas op. Voor een beperkt materiaal van hogere fysiologische ouderdom was dit resp. 1,9 en 2,1%, zodat met ca. 4% van het karkasskeletgewicht als gewicht voor de gezamenlijke *metapodia* is te rekenen. Het lijkt onwaarschijnlijk dat dit percentage bij volwassen dieren nog veel lager zal kunnen liggen. Het geeft op zich al een goede indruk van de soliditeit van deze botten die bij stieren met een gezamenlijk gewicht van ca. 3 kg een lichaamsgewicht van 1000 kg dragen, zoals voor de middelgrote rassen geldt.

- De lengte van de *metapodia* en de hoogtematen van het dier.

Bij het veeteeltkundig onderzoek wordt veelal uitgegaan den de kruishoogte als hoogtemaat omdat deze met grotere nauwkeurigheid is te

meten. Wij gingen echter overwegend uit van de schofthoogte omdat dit een meer algemeen gchanteerde maat is. De lengte van de *metapodia* bleek over het gewichtstraject van 380 - 500 kg levend gewicht geen vast percentage aan de hoogtematen uit te maken. Dit stemt overeen met de bevindingen van MATOLCSI (1971) die ook een verandering van de omrekeningsfactoren van metapodialengte naar schofthoogte zag in relatie tot de leeftijd. In absolute waarde sluiten echter de 500 kg zware dieren uit onze proef het beste aan bij de jongste categorie volgens MATOLCSI (1971). De 500 kg zware dieren zullen bij de omrekening naar de schofthoogte met de in tabel 9 gegeven factoren, vergeleken met volwassen dieren dus een onderschatting geven van de hoogte. Beter is het de regressie-vergelijkingen in figuur 5a en 5b te gebruiken voor beide rassen gecombineerd:

$$\text{metacarpus } y = 3,533.x + 46,106$$

$$\text{metatarsus } y = 3,790.x + 31,586$$

waarin  $y$  = schofthoogte in en  $x$  = lengte van de *metapodia* in cm.

Aan de hand van een vrij omvangrijk materiaal met dieren die

het traject van geboorte tot ca. 600 kg bestreken, werd de bijdrage

van de boven *carpus* en *tarsus* gelegen botten van de ledematen aan

de hoogtematen nagegaan. Het bleek dat het gehele traject de bijdrage

van deze laatstgenoemde botten aan de hoogtematen zeer constant was

en dat nauwelijks van ras of zelfs sexe-invloeden sprake was. De

*metapodia* zijn derhalve zeker niet de meest aangewezen botten voor

omrekening naar de hoogtematen en staan als voorspellers van de hoogtematen

achter bij de hoger gelegen botten van de ledematen.

#### - De relatie tussen hoogtematen en levend gewicht.

Het materiaal van de proef liet onder invloed van ras, eindgewicht en

voerniveau grote verschillen in gewicht voor een gegeven hoogtemaat

zien. Het afleiden van het levend gewicht zou hoogstens binnen een

genotype, en bij gestandaardiseerde condities uit het gewicht van

de *metapodia* kunnen plaatsvinden. Daarbij komt nog dat bij vondsten

uit opgravingen nooit direct met het gewicht van de *metapodia* kan worden

gerekend, doch dat uit het volume naar een "vers" gewicht moet

worden omgerekend. Wat betreft de maten van de *metapodia* kan worden

opgemerkt dat de beschikbare maten absoluut onvoldoende waren om een

benadering van het gewicht van de *metapodia* mogelijk te maken. De re-

latie tussen hoogtemaat en gewicht werd beïnvloed door zowel voer-

niveau, eindgewicht als ras. Vooral de laatstgenoemde factor heeft

een vrij belangrijke invloed op de relatie tussen hoogtemaat en gewicht.

Het is mede de vetaanzet die storend werkt, doch ook indien in plaats van het levend gewicht wordt uitgegaan van het spier + botgewicht ("vetvrij" karkas) of alleen van het botgewicht, dan nog blijven de genoemde invloeden aanwezig. Alleen die van het voerniveau zwakken binnen rassen iets af. De schatting van het levend gewicht direct uit de hoogtematen of indirect via het spier + botgewicht of botgewicht in het karkas heeft steeds een standaardfout van de schatter van ca. 35 kg. Een marge van ca. 70 kg op het betrokken gewicht is relatief groot te achten.

Uit het volume van *metapodia* uit opgravingen zou met gebruik van een aanname voor het soortelijk gewicht een "vers" botgewicht kunnen worden berekend. Met inachtneming van het eerder aangegeven percentage kan worden omgerekend naar het botgewicht dat aanwezig is in dit deel van het dier dat wij als karkas aanduiden. Via een aan te nemen slachtrendement komt men dan bij een levend gewicht.

Een volgende stap zal moeten zijn een aanname van het gewicht van de skeletspieren, het vetweefsel en de "afval"fractie in het karkas en van een slachtrendement. Uit meerdere literatuur opgaven en ook uit eigen onderzoek blijkt dat bij runderen steeds ca. 4 kg spieren per kg bot in het karkas wordt gevonden voor zover door een selectie op melkgift niet duidelijk op slachteigenschappen wordt geselecteerd. Daar waar sprake is van vleesrassen waarbij de selectie zich expliciet op de vleesproduktiekenmerken heeft toegespitst, komen hogere spier/botverhoudingen voor, zeker wanneer het skeletgewicht laag is of de spierontwikkeling extreem ("dikbil"typen). Men krijgt echter sterk de indruk dat een spier/botverhouding van ca. 4 een voor de diersoort geldende gemiddelde waarde is die bij veel rassen, ondanks morfologische verschillen behouden is gebleven tijdens het domesticatieproces.

In het karkas heeft men te maken met een kleine afval fractie die voornamelijk bestaat uit elementen die de verbinding tussen spieren en botten verzorgen. Gemiddeld ligt het afvalpercentage bij ons materiaal steeds bij ca. 4% van het spier + botgewicht. Een moeilijk grijpbare factor is het vetweefselpercentage dat bij runderen een marge van minder dan 5% tot meer dan 45% van het karkasgewicht kan bestrijken. De extreem hoge vetpercentages boven 30% zijn steeds voorbehouden aan de vroegrijpe en op sterke vetaanzet geselecteerde rassen. Verder blijkt dat bij een vetheid van 15 - 20% afsnijdbaar vetweefsel veelal een waarde van de spier/botverhouding is bereikt die dicht bij de volwassen

waarde komt. Een ondergrens voor het vetweefselpercentage ligt veelal bij ca. 10%. Dit geldt bijvoorbeeld voor volwassen dieren die in conditie teruglopen en naast vet ook spiergewicht verliezen. Ook de dieren van het 60% voerniveau bereikten, ondanks de lage groei, nog gemiddeld 9,8% afsnijdbaar vetweefsel in het karkas. Lagere waarden dan 10% afsnijdbaar vet zijn bij de door ons onderzochte dieren steeds een gevolg van een zeer royale spierontwikkeling. Het ligt dan ook voor de hand bij dieren die in vergelijking met de huidige vormen van vleesproductie zeker niet onder optimale condities werden gehouden te veronderstellen dat de dieren, zo ze al in een zekere vorm veredeld zijn, tussen 10 - 15% vetweefsel in het karkas bezaten. Daarom o den wij verder een gemiddelde van 12,5% afsnijdbaar vetweefsel aan. Indien op basis van het volume van de *metapodia* een "vers" gewicht voor deze botten en daaruit een karkasbotgewicht is berekend zou de formule voor het karkasgewicht moeten luiden (botgewicht + 4x botgewicht + 0,04 (spier + botgewicht)) x  $\frac{100}{87,5}$  of 5,94 x botgewicht. Het zal duidelijk zijn dat in dit geval de berekening van het botgewicht uiterst kritisch is, omdat daarop alles berust, indien alleen het volume van de *metapodia* bekend is.

Wat betreft het slachtrendement dus het karkasgewicht dat voor een bepaald levend gewicht wordt bereikt, geven de dieren van de hier besproken proef weinig houvast. De reden hiervoor is dat de lagere voerniveaus zijn berekend op geringere kwantiteiten van een op zich geconcentreerd rantsoen. In de praktijk zou de slachtkwaliteit van de dieren van het laagste voerniveau een gevolg zijn van een veel volumineuzer en armer rantsoen. De grotere ingewandsvulling zou dan zeker een lagere waarde dan de nu voor dieren van het 60% voerniveau gevonden 56,6% hebben gegeven. Een slachtrendement van 50% zal ongetwijfeld dichterbij de waarde voor extensief gemeste dieren komen.

De voor de hier besproken proef gebruikte rassen FH en MRIJ lieten een (eigenlijk onverwacht) grote invloed van het ras zien. Bij een zo beperkt assortiment van rassen als ons ten dienste staat is het moeilijk uit te maken welk genotype zich het dichtst zal aansluiten bij de meerderheid van thans levende runderrassen. Er zijn echter diverse aanwijzingen dat het eerder het MRIJ-ras is dan het FH-ras dat een uitzonderingspositie inneemt. Om deze reden is het aan te bevelen aan de voor het FH-ras gevonden waarden het meeste gewicht toe te kennen, mede gezien

het feit dat binnen de gecombineerde fokrichting de selectie op vlees-  
produktiekenmerken bij het FH-ras minder heeft meegeteld dan bij het  
MRIJ-ras.

Een vraag die zeker een nadere bestudering vergt, is of de ver-  
anderingen en verschillen in maatverhoudingen en verhouding tussen  
gewicht en lichaamscomponenten primair worden beheerst door het be-  
reikte stadium van ontwikkeling dan wel door het absolute gewicht van  
de structurele weefsels. Onze proeven met overwegend middelgrote en  
middeldzware typen lieten steeds een vrij nauwe relatie tussen een aan-  
tal kenmerken en het gewicht zien, doch wanneer de dieren toegroeien  
naar een niet uitgesproken verschillend volwassen gewicht dan lopen  
beide genoemde factoren uiteraard parallel. Het beperkte materiaal  
waarbij een goede vergelijking tussen stieren en vaarzen mogelijk was,  
liet echter bij vergelijking op gewichtsbasis verrassend kleine ver-  
schillen tussen de sexe zien, behalve dan een sterke neiging tot vet-  
aanzet bij de vaarzen door hun relatief sterkere vroegrijpheid.

Een proef met een zeer beperkt aantal MRIJ-stiertjes (halfbroers)  
van een stier die dwerggroei vererfde, liet bij de spier- en botge-  
wichtsverdeling duidelijke kenmerken van een hoge fysiologische ouder-  
dom zien bij de ruim 2 jaar oude dieren. De spier/botverhouding kwam  
echter overeen met de waarden die bij het ras voor even zware, dus in  
het algemeen vrij jonge, dieren werd gevonden. Wij kunnen nog vermelden  
dat bij dit materiaal vrijwel geen specifieke dwerggroei-effecten wer-  
den gevonden. Het waren alleen redelijk normaal geproportioneerde kleine  
dieren. Het zou interessant zijn te weten welk beeld naar voren zou  
komen uit een assortiment dieren, geslacht op een gelijk percentage van  
het volwassen gewicht, van rassen die in volwassen gewicht belangrijk  
verschillen. Men zou dan ook iets meer houvast hebben ten aanzien van  
omrekeningen van aan recent materiaal verkregen gegevens naar archeo-  
logische vondsten waarbij men te maken krijgt met een grootte en ge-  
wicht zeer gevarieerd materiaal.

## 5. SAMENVATTING

Aan de hand van een proef met FH- en MRIJ-stiertjes, gemest bij verschillende voerintensiteiten (ad lib en resp. 80% en 60% van ad lib) en geslacht en uitgesneden bij verschillende eindgewichten (380, 440 en 500 kg levend gewicht), alsmede van een proef met serie-slachtingen van Jersey-stiertjes, werden de mogelijkheden nagegaan om uit gegevens van de *metapodia* formaat en gewicht af te leiden. Het onderzoek was vooral gericht op archeologische vondsten waarbij de *metapodia* vaak de enige intact gebleven botten zijn als het gaat om etensresten van de prehistorische mens.

Er kwam naar voren dat bij het hier besproken materiaal invloeden van ras, eindgewicht en voerniveau konden worden aangetoond. Die van het eindgewicht en vooral die van het ras waren veelal zeer duidelijk, die van het voerniveau minder duidelijk.

De verhoudingen tussen breedtematen en de lengte van de *metapodia* die vaak voor het vaststellen van de sexe worden gebruikt, lieten tussen de rassen vrij grote verschillen zien. Het lijkt dat zowel ras als gewicht de hoogte van de indexen bepalen.

De invloed op het soortelijk gewicht van de botten was vooral een gewichtsinvloed. Een waarde van 1.56 voor de *metacarpus* en 1.58 voor de *metatarsus* voor verse intacte botten, zoals bij de zwaarste groepen werd gevonden, zal bij omrekeningen gebruikt kunnen worden. In relatie tot het botgewicht in dat deel van het dier dat wij heden ten dage als karkas aanduiden, mag worden aangenomen dat het gewicht van de *metacarpus* hiervan 2,0% en de *metatarsus* hiervan 2,2% bedraagt.

Voor de omrekening van de lengte van de *metapodia* naar de schoft- of kruishoogte bleken de *metapodia* in vergelijking hoger gelegen botten van de ledematen een sterker invloed van het gewicht te laten zien. Onze dieren sluiten qua omrekeningsfactoren aan bij relatief jonge dieren vermeld in de literatuur.

De omrekening van de hoogtematen naar het levend gewicht bleek te worden beïnvloed door gewicht, ras en voerniveau en een dergelijke berekening is steeds met een vrij grote onnauwkeurigheid behept.

De studie laat zien dat, waar men steeds is aangewezen op recent materiaal als referentie van archeologische vondsten, het van groot belang is van welk recent materiaal wordt uitgegaan door de relatief sterke raseffecten.

## SUMMARY

A material of Dutch Friesian and Dutch Red and White young bulls subjected to 3 different feeding levels and slaughtered at 3 final weights extended with data of serially slaughtered Jersey young bulls was used to study the possibilities of the prediction of live weight and size by means of parameters of the *metapodia*. The study was primarily done with regard to remains of cattle in archeological excavations in which the *metapodia* often are the only bones found intact.

In this study influences of breed and live weight as well as influences of the feeding level could be demonstrated. The influences of weight and particularly of the breed were rather strong, those of the feeding level were less clear.

The ratio between width and length of the *metapodia* were strongly influenced by the breed. This may interfere with the use of these ratios as an indicator for the sex.

The bone density was mainly influenced by the weight of the animals, the groups with the highest side bone weight having a density of 1.56 for the *metacarpus* and 1.58 for the *metatarsus*. As a matter of fact this is valid for fresh and intact bones.

In comparison to the bone weight in the part of the animal which is considered as the carcass the *metacarpus* had a weight of 2.0% and the *metatarsus* 2.2% of the carcass bone weight.

The multiplication factor for the *metapodia* in order to calculate the shoulder or pelvic height shows clearly influences of the age. Generally speaking we may mention that the bones of the limbs above the carpal or tarsal joint proved in our material to be far more constant in their contribution to the height of the animal.

The relationship between size and live weight proved to be influenced by weight, breed and feeding level and the prediction of the weight in this way is rather inaccurate.

The study demonstrated rather clearly that the choice of a recent material as reference for remains from archeological sites is very critical because of the apparently strong breed effects.

## G. VERANTWOORDING

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van gegevens die door de Techn.Afd.Slachtkwaliteit van het IVO werden bijeengebracht. Het betrof hier de dissecties van de karkashelften door de heren G. Merkus, B. v.d.Haar en J. Meijer.

Waar botten uit opgravingen door de tand des tijds zijn schoongemaakt, dient bij verse botten vrij veel werk verzet te worden om de botten in een verwerkbare toestand te brengen. Dit is niet alleen arbeidsintensief, doch vergt ook een grote precisie bij de beslissing wanneer het eindstadium is bereikt. Hierbij mochten wij de zeer gewaardeerde hulp ontvangen van de dames M. Krauwer, M. Seeman en P. Voskelk en de heren R. Maliepaard en G.F.IJzereef, allen verbonden aan het IPP en de heer M. Dijkstra van het IVO.



## 7. LITERATUUR

- Berg, R.T. en R.M. Butterfield, 1976. New concepts of cattle growth. Sydney University Press.
- Bergström, P.L., 1974. Groeirritme en karkassamenstelling. 1. IVO-publikatie B-118.
- Bergström, P.L., 1978. Sources of variation in muscle weight distribution. In: Pattern of growth and development in cattle. Proceed EEC seminar Ghent. Den Haag - Boston, London.
- Boessneck, J., 1956. Ein Beitrag zur Errechnung der Widerristhöhe nach Metapodienmassen bei Rindern. Zeitschr.f.Tierz. und Züchtungsbiologie 68, 75-90.
- Boessneck, J., A. von den Driesch, U. Meyer-Lemppenau und E. Wechsler-von Ohlen, 1971. Die Tierknochenfunde aus dem Oppidum von Manching-Wiesbaden.
- Driesch, A. von den, 1976. Das Vermessen von Tierknochen aus Vor- und Frühgeschichtlichen Siedlungen. München.
- Driesch, A. von den, J. Boessneck, 1974. Kritische Anmerkungen zur Wider-  
risthöhenberechnung aus Längemassen vor- und frühgeschicht-  
licher Tierknochen. Säugetierkundlich Mitteil.22:325-348.
- Fock, J., 1966). Metrische Untersuchungen an Metzpodien einiger euro-  
päischen Rinderrassen. Diss. München.
- Hammond, J., 1932. Growth and development of mutton qualities in sheep. Edinburgh.
- Howard, M.M., 1962. The early domestication of cattle and the determi-  
nation of their remains. Zeitschr.f.Tierz. und Züchtungsbiolo-  
gie 76, 2-3, 252-264.
- Matolcsi, J., 1970. Historische Erforschung des Körpergrösse des Rinder  
auf Grund von Ungarischen Knochenmaterial. Zeitschr.f.Tierz.  
und Züchtungsbiologie 87, 89-138.
- Nobis, G., 1954. Zur Kenntnis der ur- und frühgeschichtlichen Rinder  
Nord- und Mitteldeutschlands. Zeitschr.f.Tierz. und Züchtungs-  
biologie 63, 155-194.
- Palssón, H. and J.B. Vergés, 1952. Effects of the plans of nutrition on  
the growth and the development of carcass quality in lambs.  
J.Agric.Sci. 42, 1-149.
- Williams, D.R. and P.L. Bergström, 1980. Anatomical jointing, tissue  
separation and weight recording proposed on the EEC standard  
method for beef. Eur. 6878 EN.

IJzereef, G.F., 1981. Bronze age animal bones from Dovenkarspel.  
Nederl. Oudheden, 10. Amersfoort.

---

6. APPENDICES

Appendix 1. Oorspronkelijke gegevens van de *metopodia* per voerniveau, ras en eindgewicht (gemiddeld, stand.afw. en uiterste waarden).  
Original data of the *metopodia* per feeding level, breed and final weight mean, st.dev. and min./max.values.

Voerniveau/feeding level	ad libitum			80 %			50 %		
	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH
Ras/breed	380	440	500	380	440	500	380	440	500
Eindgewicht (kg./weight)	380	440	500	380	440	500	380	440	500
<i>Metopodius</i>									
Gr. lengte (mm)/ max.length	206,2	210,8	210,8	208,5	210,0	213,8	211,0	212,2	211,8
st.dev.	5,9	5,4	7,0	3,9	3,6	4,2	2,9	5,5	5,2
uiterste waarden	199,0-212,0	204,4-216,9	202,0-221,0	205,2-213,2	204,0-216,5	209,0-223,7	205,9-217,0	205,7-221,3	205,0-217,0
Breedte prox. (mm)/ width prox.	72,9	75,9	75,9	74,4	76,1	74,1	74,3	75,3	77,9
st.dev.	3,8	2,1	2,4	1,5	2,6	3,1	1,8	2,4	2,9
uiterste w.	70,0-78,0	74,0-79,4	72,4-80,5	72,6-76,1	72,8-80,4	69,7-79,8	71,8-76,9	72,4-79,6	73,8-81,0
Breedte dist. (mm)/ width dist.	68,5	71,1	71,6	69,1	71,9	71,7	69,4	70,8	72,2
st.dev.	1,8	1,4	1,4	7,0	1,4	1,9	1,4	1,8	2,0
uiterste w.	66,7-71,0	69,4-73,1	69,5-73,1	68,4-70,0	70,5-74,8	69,9-75,2	67,9-72,0	68,0-73,5	69,8-74,7
Kl.br.diaphyse (mm)/ min.width diaphysis	35,9	36,9	40,2	37,6	39,8	41,0	37,2	39,3	43,1
st.dev.	3,0	3,8	1,9	2,0	1,5	1,4	1,2	1,5	1,4
uiterste w.	31,6-38,4	30,6-39,2	36,3-42,5	35,6-40,2	37,9-41,8	38,9-42,1	35,0-38,9	37,0-42,0	40,4-45,0
Gewicht/weight(g)	375	420	434	379	417	443	392	419	469
st.dev.	27	25	16	11	38	25	15	20	20
uiterste w.	350-405	400-456	411-461	368-395	347-476	410-485	370-418	393-450	428-480
volume	273	282	293	282	286	294	266	281	301
st.dev.	20	24	12	17	20	20	12	15	16
uiterste w.	253-293	252-316	275-315	240-288	263-315	273-332	254-290	261-303	279-321
<i>Metopodius</i>									
Gr.lengte (mm)/ max.length	231,7	236,3	234,3	233,4	235,7	238,4	236,9	235,6	244,9
st.dev.	7,3	5,4	9,8	4,9	6,5	3,4	4,4	7,3	9,6
uiterste waarden	225,0-239,1	235,0-244,0	223,0-250,7	225,7-238,8	228,0-244,1	231,0-243,0	232,0-243,3	229,0-248,6	234,0-250,6
Breedte prox. (mm)/ width prox.	60,9	62,7	62,7	63,0	65,2	62,7	62,3	64,0	63,8
st.dev.	0,9	2,0	1,7	4,0	3,0	1,8	1,3	2,7	0,9
uiterste w.	60,0-62,0	60,8-66,0	60,2-65,4	59,3-69,4	61,8-69,1	61,0-67,0	60,5-64,3	60,9-68,9	62,9-65,0
Breedte dist. (mm)/ width dist.	64,7	67,2	66,8	65,2	67,4	67,0	66,5	66,8	67,9
st.dev.	1,7	0,9	1,2	0,8	2,4	2,2	2,0	1,4	1,5
uiterste w.	63,2-66,6	65,7-68,2	65,0-68,3	64,3-66,8	64,3-72,8	64,7-71,1	63,8-69,0	65,0-69,0	66,0-70,5
Kl.br.diaphyse (mm)/ min.width diaphysis	33,7	33,1	34,1	31,5	34,6	34,5	31,9	34,4	35,1
st.dev.	3,8	1,3	1,7	1,4	1,3	1,8	1,3	2,8	1,0
uiterste w.	30,6-39,2	32,4-34,4	30,7-35,7	29,9-33,8	33,0-37,4	31,4-37,4	29,6-33,5	31,5-39,6	33,4-36,5
Gewicht/weight (g)	429	482	489	433	475	500	449	476	521
st.dev.	21	23	20	14	37	35	24	24	19
uiterste w.	415-460	460-513	459-524	416-446	419-531	460-558	397-474	446-523	495-531
volume	293	319	321	293	313	326	300	313	329
st.dev.	8	26	20	9	23	28	14	18	16
uiterste w.	283-303	277-338	296-363	283-307	277-354	294-380	274-321	292-346	307-346
Aantal/number	4	9	10	8	9	9	10	10	10

Voerniveau/feeding level	ad libitum	80%	60%	60%	NR1J
Ras/breed	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J
Eindgewicht (kg)/weight	380	440	500	380	440
<b>Metingen</b>					
Cr. lengte (cm)/ max. length	197,6 4,3	195,2 11,2	205,2 6,5	208,2 11,9	200,3 8,1
uiterste waarden Breedte prox. (mm)/ width prox. st.dev.	192,6-203,0 76,7 2,1	189,5-208,2 76,4 6,0	194,6-215,1 77,9 2,6	194,0-226,8 76,2 3,3	189,6-220,6 75,5 3,9
uiterste w. Breedte dist. (mm)/ width dist. st.dev.	73,6-78,2 72,0 6,6	71,0-82,8 75,6 2,3	72,9-81,0 75,7 2,4	72,3-80,4 73,6 1,2	68,2-81,0 72,9 2,9
uiterste w. Ki.br. diaphyse (cm)/ min. width diaphysis st.dev.	71,6-73,0 40,9 3,0	74,0-76,2 44,1 1,1	70,8-79,8 44,8 2,7	72,4-75,0 41,5 1,1	69,0-78,1 41,4 2,0
uiterste w. Gewicht/weight st.dev.	36,8-43,9 385 17	43,1-45,2 422 46	40,2-49,5 463 50	39,9-42,7 409 11	38,4-44,1 399 37
uiterste w. Volume (ml) st.dev.	370-400 270 15	387-475 284 28	375-555 316 37	398-420 286 9	347-443 279 32
uiterste w.	263-283	257-313	260-390	277-298	230-320
<b>Metingen</b>					
Gr. lengte (mm)/ max. length st.dev.	221,6 5,0	221,6 9,9	227,5 6,2	227,3 3,8	224,9 8,6
uiterste w. Breedte prox. (mm)/ width prox. st.dev.	215,7-226,3 66,6 2,3	215,0-233,0 67,2 5,6	218,0-233,4 65,8 3,8	222,0-230,4 64,1 3,2	221,0-234,8 63,1 2,7
uiterste w. Breedte dist. (mm)/ width dist. st.dev.	64,6-69,8 68,1 0,3	63,4-73,6 70,4 1,7	59,0-69,0 70,1 2,2	60,4-68,5 70,5 0,9	59,5-67,6 68,3 2,9
uiterste w. Ki.br. diaphyse (cm)/ min. width diaphysis st.dev.	67,6-68,3 35,7 2,9	69,0-72,3 37,3 1,7	68,0-74,1 36,7 1,6	69,6-72,0 36,2 1,4	63,6-73,7 34,7 1,8
uiterste w. Gewicht/weight st.dev.	32,3-39,2 436 22	35,6-39,0 470 47	34,5-39,5 501 56	34,5-37,5 472 16	32,1-36,7 446 41
uiterste w. Volume (ml) st.dev.	415-445 308 19	428-520 320 38	400-601 332 36	450-490 323 18	388-503 302 34
uiterste w.	293-333	290-363	287-410	308-348	255-319
aantal/number	4	3	10	5	9



Appendix 2b. Oorspronkelijke gegevens van het totale materiaal van de proef per voerniveau, ras en eindgewicht (gemidd. en st. afw. n = 176).

Original data of the total material of the experiment per feeding level, breed and final weight.

Voerniveau/feed.level	ad 1lb.			80%			60%			ad 1lb.			80%			60%		
	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J
ras/breed	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	FH	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J	NR1J
eindgew. (kg)/weight	380	440	500	380	440	500	380	440	500	380	440	500	380	440	500	380	440	500
levend gewicht (kg) / live weight	387,4	449,9	503,1	388,1	442,9	501,8	385,3	442,5	500,8	387,0	447,9	506,7	394,7	446,5	505,4	385,8	442,7	501,3
st.dev.	7,1	7,6	4,9	6,3	3,3	3,5	3,5	5,1	5,9	4,9	8,7	8,2	7,1	2,9	4,6	4,4	5,0	5,1
Karkas botsgew. *(kg) / carcass bone weight	32,5	35,7	39,1	32,1	37,7	41,1	33,2	39,2	46,1	32,5	36,7	41,3	33,0	38,2	42,3	33,1	38,4	43,6
st.dev.	1,9	1,6	1,4	1,2	1,9	2,2	2,0	2,4	2,5	2,0	2,4	1,9	1,2	1,9	2,5	2,0	2,4	2,0
schofthoogte (cm) / shoulder height	115,0	118,8	121,9	117,4	120,6	124,1	118,4	123,8	130,2	111,1	114,6	118,8	112,9	116,4	121,7	112,9	118,1	123,2
st.dev.	2,8	1,9	3,4	2,4	3,1	1,9	2,5	3,4	2,6	3,0	2,1	1,5	2,3	3,2	3,9	3,7	2,7	3,0
kruishoogte (cm) / pelvic height	119,7	123,9	126,2	121,4	126,6	128,0	122,1	127,9	133,3	117,0	120,1	124,0	119,4	123,6	127,1	119,6	123,7	128,9
st.dev.	2,0	1,8	4,0	3,8	3,6	2,1	2,6	2,4	3,7	3,0	3,4	2,4	1,3	2,6	3,5	2,5	3,1	2,8
aantal/number	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10

\* helftgew. x 2 / side bone weight x 2

Appendix 3. Enkele gegevens van Jersey-stiertjes die intensief werden gemest en op 4 stadia geslacht.  
 Some data of Jersey young bulls, intensively fed and serially slaughtered per age or weight group.

	Nuchter kali 1 week oud n = 3	Eind opfok 13 wkn. oud n = 5	ca. 180 kg vol lev.gewicht n = 3	ca. 300 kg vol lev.gewicht n = 3
<i>Metacarpus</i>				
Gr.lengte (mm)/ max.length st.dev.	154,6 2,5	166,4 5,0	187,2 1,7	194,0 3,8
uiterste waarden	(151,7 - 156,3)	(162,8 - 174,5)	(185,7 - 189,0)	(188,5 - 198,3)
kl.br.diaphyse (mm)/ min.width diaphysis st.dev.	9,8 1,7	21,5 1,1	23,1 3,3	31,3 1,7
uiterste w.	( 18,1 - 21,4 )	( 20,4 - 23,1 )	( 19,5 - 26,0 )	( 28,9 - 32,9 )
gewicht (g) /weight st.dev.	82,3 3,2	113,6 10,9	178,0 7,0	253,0 17,9
uiterste w.	( 80 - 86 )	( 103 - 131 )	( 173 - 186 )	( 232 - 276 )
soortelijk gewicht/ density st.dev.	1,1721 0,0660	1,2578 0,0642	1,4051 0,0891	1,5186 0,0430
<i>Metatarsus</i>				
Gr.lengte (mm) max.length st.dev.	170,6 4,2	184,4 4,6	204,7 1,4	214,6 4,4
uiterste w.	(166,0 - 174,4)	(181,0 - 192,1)	(203,9 - 206,3)	(209,8 - 221,0)
kl.br.diaphyse (mm)/ min.width diaphysis st.dev.	16,8 1,5	18,0 0,9	21,0 0,7	26,7 1,7
uiterste w.	( 15,2 - 18,1 )	( 17,3 - 19,2 )	( 20,5 - 21,8 )	( 25,4 - 29,3 )
gewicht (g) /weight st.dev.	90,3 2,1	127,8 12,1	198,7 6,7	287,2 15,3
uiterste w.	( 88 - 92 )	( 119 - 148 )	( 193 - 206 )	( 269 - 305 )
soortelijk gewicht/ density st.dev.	1,2670 0,0244	1,2565 0,0653	1,4980 0,0869	1,5198 0,0279
<i>Levend dier of karkas/ live animal or carcass</i>				
levend gewicht (kg)/ live weight st.dev.	86,7 2,3	70,4 6,2	167,0 4,4	290,2 4,5
schofhoogte (cm)/ shoulder height st.dev.	66,3 1,5	72,6 4,6	99,7 0,6	108,6 3,2
kruishoogte (cm) ( pelvic height st.dev.	68,7 1,2	75,0 6,6	101,7 0,6	111,6 3,0
botgewicht karkasshellft (kg)/ side bone weight st.dev.	1,90 0,11	3,54 0,24	6,88 0,34	11,17 0,38