B-213 NNKW 7102

BIBLIOTHEEK L.H.
1 6 JUN 1991
ONTV. TIJDSCHR. ADM.

herkomst
PUDOC

RAPPORT B-213

VARIATIE-OORZAKEN VOOR DE SPIER/BOT VERHOUDING IN HET RUNDERKARKAS

P.L. Bergström

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'
IVO

69137

RAPPORT B-213

VARIATIE-OORZAKEN VOOR DE SPIER/BOT VERHOUDING IN HET RUNDERKARKAS

P.L. Bergström

juli 1983

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek "Schoonoord"
Driebergseweg 10 D - Tel. 03404-17111
Postbus 501, 3700 AM ZEIST

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0555 7513

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. MATERIAAL EN METHODEN	3
3. PROEFUITKOMSTEN	6
3.1. De spier/botverhouding in relatie tot de groei	6
3.2. De spier/botverhouding in relatie tot voerintensiteit en groeiniveau	10
3.3. De spier/botverhouding in relatie tot het genotype	15
4. EIGENSCHAPPEN VAN DE SPIER- EN BOTFRACTIE	22
5. DISCUSSIE	26
6. SAMENVATTING	31
7. EENVOUDIGE SAMENVATTING	32
8. SUMMARY	33
9. LITERATUUR	34

VARIATIE-OORZAKEN VOOR DE SPIER/BOTVERHOUDING IN HET RUNDERKARKAS

P.L. Bergström

1. INLEIDING

De kwantitatieve samenstelling van het karkas is overwegend een zaak van de gewichtsverhouding tussen spieren, botten en vetweefsel. Hiernaast is er nog een fractie die niet tot één van deze belangrijke weefsels is te rekenen. De kleinere componenten (bloedvaten, lymfknopen, zenuwen en bindweefselelementen) gaan als regel in de spier- of vetweefselfractie op en worden bij het verkoop-klaar-maken ook maar ten dele uit de vleesdeelstukken verwijderd. De grovere componenten (grote bloedvaten, knopen, zwaardere zenuwen, pezen en peesplaten) worden als afvalfractie verwijderd. Afhankelijk van de mate van vetheid blijft deze afvalfractie doorgaans beneden 5% van het karkasgewicht en heeft daarmee een relatief geringe invloed op de kwantitatieve verhoudingen in het karkas.

De spier- en botgroei is duidelijk aan fysiologische wetmatigheden gebonden. Het skelet is bij de geboorte relatief goed ontwikkeld. Voor wat het karkas betreft komt dit vooral goed naar voren bij de pijpbeenderen van de ledematen. Het spierstelsel is bij de geboorte iets minder ver ontwikkeld dan het skelet. Tijdens de jeugdgroei stijgt de spier/botverhouding, waarbij op een naar verhouding lage leeftijd al een waarde wordt bereikt die vrij dicht ligt bij de waarde die voor een volwassen dier van de betrokken sexe en het betrokken ras kan worden bereikt. Bij intensief mesten is dit reeds op ca. 1 jaar het geval. De groei is dan nog niet voltooid en over het nog resterende deel van het groeitraject vindt de toename van spieren en botten in een weinig meer veranderende onderlinge verhouding plaats. De hoeveelheid spieren die per eenheid bot kan worden gevormd is afhankelijk van ras of type en er is geen reden dat door de mestintensiteit de genetisch bepaalde bovengrens voor de spier/botverhouding in een praktisch belangrijke mate kan worden doorbroken. Dieren van excellent slachttype moeten worden geboren, maar kunnen niet via het voersysteem worden gemaakt.

De vetaanzet is aanzienlijk minder aan fysiologische wetmatigheden gebonden. De in het bindweefsel aanwezige eilandjes van vetcellen kunnen worden gevuld met chemisch vet, indien er een reserve aan energie aanwezig is. Of vetaanzet plaatsvindt en in welke mate hangt in belangrijke mate af van de groeimogelijkheden van de andere (in tegenstelling tot het vetweefsel vaak structurele weefsels genoemde) weefsels. Dieren met een laag volwassen gewicht benaderen in een iets sneller tempo hun volwassen verhoudingen en neigen daarom ook tot vroegtijdige vervetting, die inzet als de spier/botverhouding zich gaat stabiliseren bij een waarde die ook het volwassen dier zal laten zien. Verder is het mede van belang voor de vetaanzet of er per eenheid bot veel of weinig spierweefsel kan worden gevormd (BERGSTRÖM, 1974).

Het vetweefsel is het weefsel dat gerekend naar percentage van het karkasgewicht de ruimste marge kan beslaan. Voor runderen registreerden wijzelf uit eigen proeven waarden tussen 5 en 45% afsnijdbaar vetweefsel in het karkas. Een dergelijke marge volgt ook uit de literatuur. Het zal duidelijk zijn dat een zo variabele component een dwingende invloed uitoefent op de percentages die de overige weefsels t.o.v. het karkasgewicht innemen.

Voor karkasdissecties kan worden uitgegaan van gestandaardiseerde praktijkmethoden. Hoewel het best bij de praktijk aansluitend hebben deze methoden het nadeel dat het "vlees"-aandeel altijd een deel vetweefsel bevat om de samenhang tussen delen van diverse spieren in een deelstuk te bewaren. Dit vet zal een relatief groter aandeel hebben naarmate het dier vetter is, zodat hierdoor het berekende vleesaandeel wordt vertroebeld. Bij methoden waarbij spieren en vet volledig worden gescheiden zijn de problemen aanzienlijk geringer. Zij geven enerzijds een minder goed beeld van datgene wat als verkoopbaar vlees kan worden aangeduid, doch laten anderzijds aanzienlijk beter zien hoe de onderlinge relatie in gewicht tussen de weefsels verloopt dan het geval is bij gestandaardiseerde praktijkmethoden.

Een moeilijkheid die heel slecht omzeild kan worden, vormt het in de spieren aanwezige vet dat bij de relatief vettere dieren als vetdooradering of marmorering in sommige spieren is te zien. Dit intramusculaire vet kan alleen chemisch worden bepaald, doch is daarmee niet direct vergelijkbaar met de elders van het karkas afgesneden vetweefsels. Op de invloeden van het vet en andere invloeden die storend werken bij het bepalen van de weefselgewichten gaan wij later nog uitvoeriger in.

De spier/botverhouding komt tot stand op basis van twee weefsels die in hun groei als geheel, zowel als ten aanzien van de relatieve groei van hun samenstellende delen, duidelijk aan vaste wetmatigheden voldoen. Steeds weer komt naar voren dat, rekening houdend met het betrokken genotype en het door dat type bereikbare volwassen gewicht van de structurele weefsels, de onderlinge gewichtsverhouding tussen spieren en botten en de verdeling van spieren en botten over resp. het totale spier- en botgewicht nauw samenhangt met het bereikte spier- en botgewicht. Toch doen zich gevallen voor waarbij proeven met in belangrijke mate gelijke proeffactoren, niveauverschillen in de spier/botverhouding laten zien.

Verder is de spier/botverhouding tot op zekere hoogte verwant aan de visuele beoordeling van het slachttype of de bevleesdheid. In beide gevallen gaat het nl. om het spiergewicht òf de dikte van het spierpakket, doch bij de spier/botverhouding gezien t.o.v. het skeletgewicht en bij de visuele beoordeling gezien t.o.v. de skeletafmetingen. Omdat skeletgewicht en skeletafmetingen elkaar maar ten dele volgen, kunnen uitsnijresultaten vaak belangrijk afwijken van datgene wat op basis van de visuele beoordeling werd verwacht.

Wij zullen aan de hand van materiaal van IVO-proeven het effect van een aantal factoren op de spier/botverhouding illustreren en in gevallen waarbij geen overeenstemming lijkt te bestaan tussen de resultaten van verschillende proeven trachten hiervoor een verklaring te geven. Ook zullen wij aangeven waarom de resultaten van de visuele beoordeling niet steeds worden bevestigd door de spier/botverhouding als hiermee meest verwante objectieve kenmerk.

2. MATERIAAL EN METHODEN

Het voor deze studie gebruikte materiaal was afkomstig van de volgende proeven:

a) Groeiritme proeven waarbij dieren geslacht werden vanaf het stadium als nuchter kalf op regelmatige intervallen, gedurende een belangrijk deel van het groeitraject. Voor stieren werd hierbij doorgegaan tot ca. 50% van het bereikbare volwassen gewicht en voor vaarzen tot ca. 75% van het volwassen gewicht. Dit onderzoek werd uitgevoerd met manlijke- en vrouwelijke nakomelingen van een FH-stieren[1)] die, gerekend naar de situatie van 1970, in vele opzichten geacht mocht worden het rasgemiddelde te representeren. Identieke proeven werden uitgevoerd met manlijke nakomelingen van een grote en zware MRIJ-stier[2)], alsmede in een later stadium met een rasgroep van Jersey-stiertjes, teneinde ook te kunnen beschikken over dieren van een vroegrijp en licht type. Al deze proeven werden uitgevoerd met een intensief voerschema, berekend op basis van het levend gewicht en op ca. 90% van de voederwaarde-opname zoals die voor FH- en MRIJ-stiertjes bij ad libitum voeren lag.

b) Groeiritme proeven met FH- en MRIJ-stiertjes die werden geslacht op levende gewichten van resp. 380 kg, 440 kg en 500 kg. De dieren waren verdeeld over drie voerniveaus, te weten ad libitum en 80% en 60% van ad libitum op voederwaardebasis. De kwaliteit en samenstelling van de voedermiddelen van de drie voerniveaus was gelijk, alleen de kwantiteit verschilde.

c) Kruisingsproef met Charolais x FH-, Limousin x FH- en MRIJ x FH-kruislingen naast zuivere FH- en MRIJ-dieren. De proef voorzag in het mesten van stiertjes (intensief tot 425 kg), vaarsjes (intensief tot 375 kg), ossen (extensief tot 2½ jaar c.q. 530 kg) en vaarzen (extensief tot 2 jaar c.q. 440 kg). De dieren werden zodanig gekozen dat in de diverse categorieën zoveel mogelijk nakomelingen van dezelfde vaders aanwezig waren, terwijl de stieren die voor het produceren van de MRIJ-kruisingen werden gebruikt dezelfde waren waarvan ook de manlijke zuivere MRIJ-dieren afstamden.

Het totale hiervoor genoemde materiaal omvatte 433 dieren, waarvan de rechter karkashelft met volledige scheiding tussen de weefsels werd uitgesneden. Bij de onder a) en c) genoemde proeven werd de IVO anatomische dissectiemethode gevolgd en bij de meest recent uitgesneden dieren van de onder b) genoemde proef de EEG-referentiemethode (WILLIAMS & BERGSTRÖM, 1980). De verschillen tussen beide methoden zijn, wat betreft de totaal gewichten van de weefsels, verwaarloosbaar klein.

1) Bonne NRS 66405
2) Pieta 7's Paul NRS 22629

Het totale spiergewicht betreft de spieren ontdaan van pezen en peesplaten alsmede grove bindweefselelementen, doch inclusief het direct op de spieren gelegen bindweefselomhulsel. Indien dit laatste ook zou worden verwijderd dan zou door verlies van spierweefsel en door verdamping geen verdere precisie worden verkregen. Zoals reeds is opgemerkt is het in de spieren aanwezige intramusculaire vet niet bepaald. Anderzijds zijn de botten gewogen inclusief kraakbenige skeletdelen en inclusief periosteum en gewrichtskapsels. In het botgewicht van de karkashelft, zijn de staartwervels niet begrepen, terwijl ook de staartmusculatuur niet in het spiergewicht is opgenomen.

Een enkele opmerking moet worden gemaakt naar aanleiding van de nauwkeurigheid van het beenderaandeel in een runderhelft. Het klieven van de wervelkolom heeft onvermijdelijk tot gevolg dat er verschillen tussen de wervelgewichten in beide helften optreden. Bij de zeer jonge dieren wordt dit probleem ondervangen door de gehele wervelkolom te verwijderen en de helft daarvan bij het botgewicht van de uitgesneden helft te tellen. Wij beschikken over een beperkt materiaal waarbij beide helften werden uitgesneden. Hoewel tussen de botgewichten van de beide helften een sterk verband werd gevonden ($r = 0,96$), liepen de verschillen in individuele gevallen op tot ruim 5%. Ofschoon er weinig reden is om aan te nemen dat doorhakfouten ook doorwerken op het spieraandeel, zullen wij moeten accepteren dat het klieven van de karkassen de individuele variatie in de spier/botverhouding vooral via de botfractie heeft vergroot.

3. PROEFUITKOMSTEN

3.1. De spier/botverhouding in relatie tot de groei

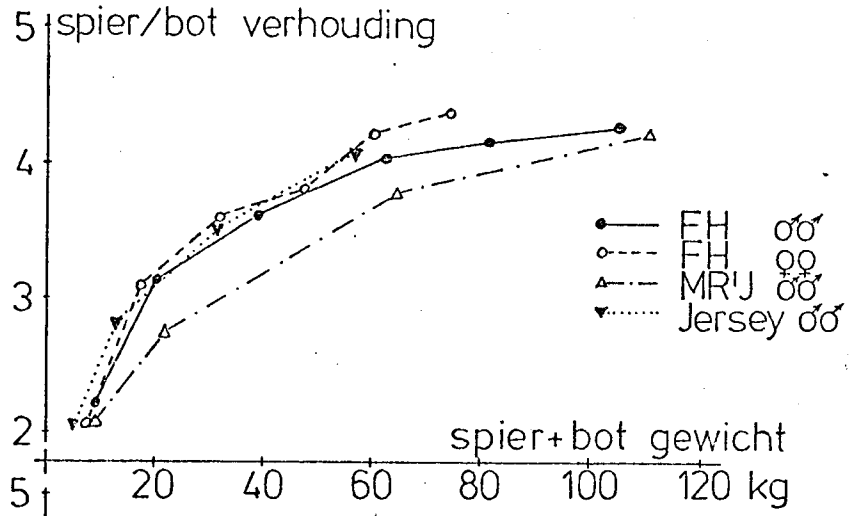
Het meest aangewezen materiaal voor de studie van de invloed van de groei op de spier/botverhouding is het onder a) genoemde, waarbij serieslachtingen

Tabel 1. Leeftijd, vol levend gewicht, spier/botverhouding en spier- + botgewicht in de karkashelft bij FH-, MRIJ- en Jersey-dieren.

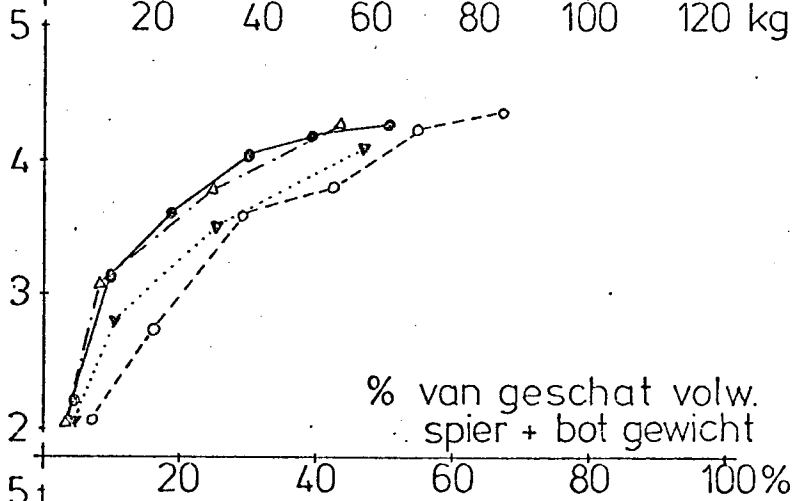
	Slachtmoment*)	Leeftijd in dagen	Levend gewicht in kg	Spier/botverhouding		Spier- + botgewicht in helft (kg)		n
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	
FH-nakomelingengroep								
1) Stiertjes	I	7	39,6	2,21	0,24	9,3	0,9	10
	II	98	94,4	3,13	0,12	20,7	2,1	10
	III	184	196,0	3,61	0,17	39,1	1,9	5
	IV	254	302,7	4,03	0,21	62,1	2,2	10
	V	336	395,6	4,16	0,24	81,4	2,9	5
	VI	440	498,8	4,27	0,20	105,3	3,1	10
2) Vaarsjes	I	7	34,2	2,06	0,15	8,0	0,7	5
	II	98	90,8	3,09	0,20	17,6	1,3	5
	III	178	169,2	3,60	0,23	31,8	1,1	5
	IV	239	245,2	3,79	0,13	46,5	2,2	5
	V	322	316,2	4,23	0,12	60,1	2,3	5
	VI	442	390,8	4,37	0,13	73,9	3,1	5
MRIJ-nakomelingengroep								
Stiertjes	I	7	44,6	2,08	0,15	9,0	0,5	5
	II	97	98,8	2,74	0,21	22,2	1,9	5
	IV	246	301,4	3,79	0,20	64,2	3,4	5
	VI	410	507,4	4,23	0,18	111,3	1,9	5
Jersey-rasgroep								
Stiertjes	I	7	24,2	2,05	0,32	5,4	1,1	5
	II	98	70,4	2,80	0,21	13,4	0,8	5
	IV	229	184,0	3,50	0,15	31,4	1,3	5
	VI	352	305,4	4,09	0,25	57,3	2,9	9

*)De nummering van de slachtmomenten is zodanig dat de MRIJ- en Jersey-groepen qua leeftijd of stadium van ontwikkeling zo dicht mogelijk aansluiten bij de overeenkomstige slachtmomenten van de FH-groepen.

Figuur 1a.



Figuur 1b.



Figuur 1c.

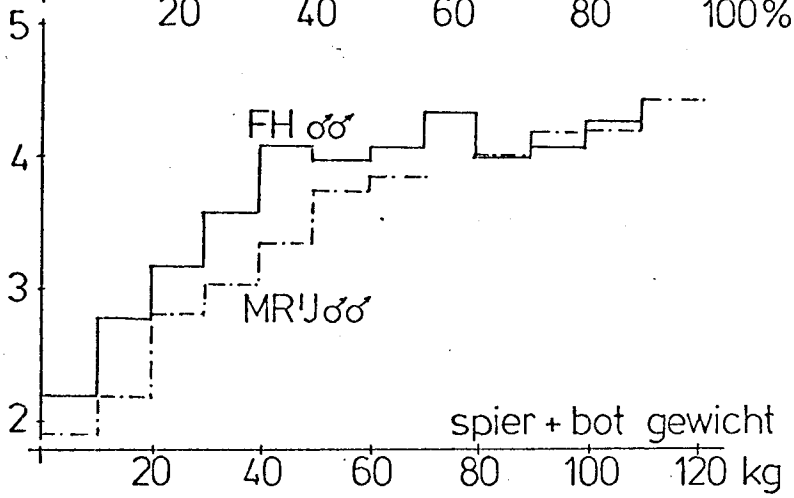


Fig. 1. De spier/bot-verhouding in relatie tot het spier- + botgewicht in de karkashelft tijdens de groei.

Fig.1a. Gegevens van serieslachtingen van dieren van een FH-nakomelingengroep (♂♂ en ♀♀), een MRIJ-nakomelingengroep (♂♂) en een Jersey-rasgroep (♂♂).

Fig.1b. Dezelfde gegevens als in fig.1a doch nu uitgezet tegen het bij de slachtingen bereikte percentage van het geschatte volwassen spier- + botgewicht van de betrokken genotypen.

Fig.1c. Gegevens van alle door ons uitgesneden FH- en MRIJ-stiertjes en ingedeeld per klasse van 10 kg spier + bot in de karkashelft.

aan de hand van verwante dieren werden uitgevoerd. Dit betrof manlijke en vrouwelijke nakomelingen van een FH-stier en manlijke nakomelingen van een MRIJ-stier. Er werden dieren geslacht als nuchter kalf (ca. 1 week) en aan het eind van de opfokperiode)ca. 13 weken) en verder voor de stiertjes op intervallen van 100 kg en voor de vaarsjes van 75 kg vanaf het gewicht bij het eind van de opfokperiode. De zwaarste groepen werden bij de stiertjes ca. 500 kg en bij de vaarsjes ca. 390 kg. Het materiaal werd aangevuld met een rasgroep van Jersey-stierkalveren waarvan eveneens dieren op 1 en 13 weken werden geslacht. Verder werden Jersey-stiertjes geslacht op 180 en 300 kg, waarbij ervan werd uitgegaan dat bij een verhouding van 60% met het volwassen gewicht van de middelzware rassen de Jersey-dieren dan het best vergelijkbaar zouden zijn met de 300 en 500 kg zware dieren van deze middelzware rassen.

Er dient met nadruk op te worden gewezen dat de FH- en MRIJ-dieren in deze proef *nakomelingengroepen* waren en dat ze daarom dus *niet zonder meer als maatgevend* voor de *betrokken rassen* kunnen gelden. Op grond van praktijkgegevens van nakomelingen van de boven bedoelde FH- en MRIJ-stier, alsmede op grond van het groeiverloop van de dieren in de proef werd als geschat potentieel volwassen gewicht van de FH-nakomelingen voor de stieren 940 kg en voor de koeien 515 kg aangenomen en voor de manlijke MRIJ-nakomelingen 1150 kg. Voor de Jersey-stieren werd als volwassen gewicht 650 kg geschat. Het zou te ver voeren hier uitvoerig in te gaan op de wijzen waarop de geschatte gewichten levend zowel als van de weefsels in de karkashelft langs diverse wegen werden berekend. Wij realiseren ons terdege dat dergelijke schattingen een risico inhouden, doch het lijkt vrij zeker dat men tegenover de FH-nakomelingen bij de MRIJ-nakomelingen met een relatief groot, zwaar en laatrijp type te doen heeft en bij de Jersey-dieren met een relatief klein, licht en vroegrijp type. Tegenover de FH-stiertjes zijn alleen al door het geslachtsdimorfisme in lichaamsgewicht de FH-vaarsjes als vroegrijper te beschouwen.

De langs meerdere wegen berekende spier- + botgewichten (waarbij onder andere ook werd uitgegaan van het groeiverloop van de weefsels over het deel van de groei tijdens de proeven) die voor de betrokken genotypen in volwassen toestand aannemelijk zijn, zijn hieronder vermeld:

FH-nakomelingengroep stiertjes	206,7 kg	spieren + botten in de helft
FH-nakomelingengroep vaarsjes	108,8 kg	" " " " " "
MRIJ-nakomelingengroep stiertjes	255,2 kg	" " " " " "
Jersey-rasgroep stiertjes	124,2 kg	" " " " " "

In figuur 1a is de spier/botverhouding uitgezet tegen het spier- + botgewicht in de karkashelft. De stijging van de spier/botverhouding in relatie tot het gewicht verschilt niet veel tussen de FH-vaarsjes, Jersey-stiertjes en FH-stiertjes, doch verloopt duidelijk trager bij de groep van MRIJ-stiertjes. Kennelijk heeft dit type met een vrij hoog volwassen gewicht in het vooruitzicht een sterker prioriteit gegeven aan de skeletgroei dan de andere typen. Gezien de tegenover FH-dieren als royaler beoordeelde bevleesdheid en op de commerciële eindstadia doorgaans hogere spier/botverhouding bij de MRIJ-dieren mag het wellicht verwonderen dat de spier/botverhouding bij de MRIJ-nakomelingengroep over een zo ruim traject onder die van de FH-nakomelingen blijft. Dit lijkt wel in te passen in de positie van een relatief zwaar en laatrijp type en wanneer wij aan de hand van een totaal van 175 FH- en MRIJ-stiertjes van verschillende herkomst en ingedeeld per klasse van 10 kg spier + bot in de helft het verloop als in figuur 1a nagaan, dan ontstaat het beeld dat is weergegeven in figuur 1c. Er is tussen beide figuren een zeer sterke overeenkomst, welke doet vermoeden dat in het algemeen aanvankelijk de spier/botverhouding bij grotere en zwaardere typen in een trager tempo stijgt.

In figuur 1a is de spier/botverhouding uitgezet tegen het absolute spier- + botgewicht. Gezien de verschillen in bereikbare volwassen weefselgewichten betekent dit dat bij gelijke weefselgewichten ongelijke stadia van ontwikkeling worden vergeleken.

Tegen de eerder vermelde gewichten van structurele weefsels, voor elk van de genotypen of sexen als 100% genomen zijn in figuur 1b de spier/botgewichten uitgezet op de verschillende slachtmomenten. Vooropgesteld dat de geschatte gewichten voldoend dicht de werkelijkheid benaderen blijkt nu dat de FH- en MRIJ-nakomelingen een vrijwel gelijk verloop van de spier/botverhouding volgen. De vaarsjes hebben op gelijke percentages van het volwassen spier- + botgewicht aanvankelijk een lagere spier/botverhouding, doch lijken later op een ongeveer gelijk niveau uit te komen. De Jersey-stiertjes wisselen van positie en liggen aanvankelijk bij de andere groepen stiertjes, doch volgen vanaf ca. 25% van het volwassen spier- + botgewicht de vaarsjes. Deze wijze van presentatie lijkt te wijzen in de richting dat het uiteindelijke volwassen gewicht het meest bepalend is voor het verloop van de spier/botverhouding. Het uiteindelijke niveau dat bereikt wordt is uiteraard genetisch bepaald. De betrokken genotypen liepen t.a.v. de volwassen spier/botverhouding kennelijk weinig uiteen en mogen worden geacht op hun zwaarste eindstadia de volwassen waarden reeds vrij dicht te benaderen.

3.2. De spier/botverhouding in relatie tot voerintensiteit en groeiniveau

Het beste materiaal dat ons voor dit deel van de studie ten dienste stond was dat van de onder b genoemde mestproef met FH- en MRIJ-stiertjes. De dieren die tot rasgroepen behoorden werden gemest bij drie verschillende voerintensiteiten. De eerste groep werd met ad lib. krachtvoer naast beperkt hooi gemest. De overige groepen werden gevoerd op 80% en 60% van de door de ad lib-groepen opgenomen voederwaarde op basis van het levend gewicht, zoals die bij voorgaande proeven werd berekend. De gift aan voederwaarde op basis van het gewicht was voor beide rassen gelijk, omdat ten tijde van de proef onvoldoende informatie beschikbaar was om per ras te differentiëren. Achteraf bleek wel dat de opname bij ad lib. voeren voor een gelijk levend gewicht bij de FH-dieren hoger lag dan bij de MRIJ-dieren, wat erin resulteerde dat de lagere voerniveaus ten opzichte van hun ad lib. gevoerde groepen voor de FH-dieren globaal 3% te laag en voor de MRIJ-dieren globaal 2% te hoog lagen. Dit had consequenties voor het gerealiseerde groeiniveau bij de lagere voerniveaus. Er werden dieren geslacht op eindgewichten van 380 kg, 440 kg en 500 kg levend gewicht en van elk van de in totaal 179 dieren werd een karkashelft volledig uitgesneden.

In tabel 2 zijn voor elk van de 18 behandelingsgroepen (ras-voerniveau-eindgewicht) de gemiddelde spier/botverhoudingen en spier- + botgewichten in de helft weergegeven met de standaarddeviatie en de uiterste waarden. De situatie is in figuur 2 grafisch weergegeven en wel in figuur 2a op basis van de werkelijke gemiddelde waarden voor de bijbehorende spier- + botgewichten in de karkashelft en in figuur 2b voor de berekende lineaire regressie per ras en per voerniveau over het gehele gewichtstraject.

Het blijkt dat de spier/botverhouding met toenemend gewicht van de structurele weefsels oploopt en dat de MRIJ-dieren gemiddeld hogere waarden bereiken dan de FH-dieren, terwijl de invloed van het voerniveau op de spier/botverhouding voor een gegeven spier- + botgewicht uiterst gering is. Met betrekking tot de 380 kg zware MRIJ-groep van het 80%-voerniveau dient te worden opgemerkt dat deze groep ondanks het feit dat de verdeling over de behandelingsgroepen door loting plaats vond, een aantal relatief goede dieren bevatte. Bij aanvang van de eigenlijke proefperiode op 3 maanden (eind opfokperiode) onderscheidde deze groep zich niet in gewicht of bevleesdheid maar bij het bereiken van het eindgewicht doorkruiste de groep door de relatief snelle groei ook nog de planning van aflevering, zodat het gemiddelde gewicht iets te hoog kwam te liggen. De spier/botverhouding ligt in vergelijking met andere MRIJ-groepen van het betrokken gewicht uit

andere proeven relatief hoog. Een waarde tussen 4,05 en 4,10 zou meer in de lijn van de verwachting hebben gelegen. Gezien het feit dat deze wat afwijkende positie wordt ingenomen bij één eindgewicht (het laagste) en bij één voerniveau (het middelste) en niet herhaald wordt in deze vorm bij het andere ras menen wij dat hier niet aan interacties tussen ras en voerniveau mag worden gedacht.

Rasverschillen in spier/botverhouding zijn gemiddeld met ca. 3% groter dan op basis van de eerder besproken nakomelingengroepen blijkt doch

Tabel 2. Spier/botverhouding en spier- + botgewicht in de karkashelft bij FH- en MRIJ-stiertjes die gevoerd werden bij drie voerintensiteiten en geslacht op drie eindstadia. Gemidd., stand.dev.() en spreiding(-).

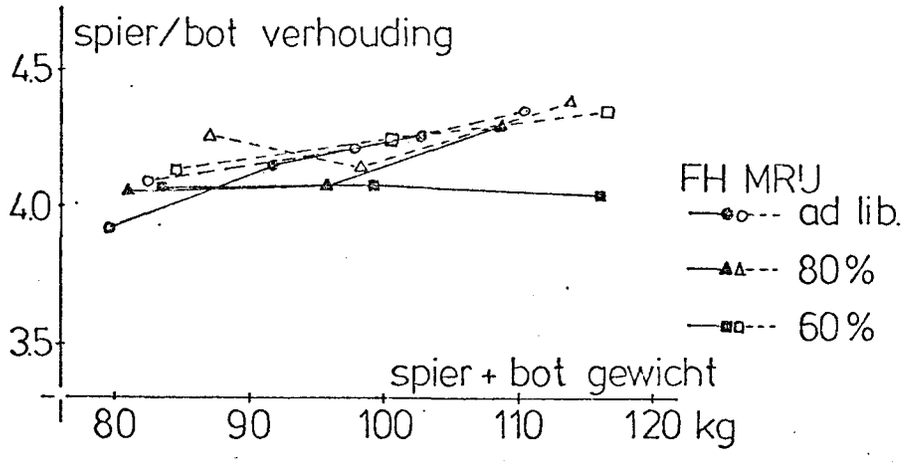
Ras	Voer-niveau	Eind-gewicht (kg)	Leef-tijd (dagen)	Spier/bot-verhouding	Spier- + bot-gewicht (kg)	Aantal
FH	ad lib.	380	334	3,92 (0,31) (3,45-4,34)	79,7 (3,8) (75,0-86,8)	10
		440	374	4,15 (0,31) (3,61-4,41)	91,7 (4,2) (84,8-99,6)	10
		500	426	4,26 (0,19) (4,00-4,55)	102,7 (2,3) (98,5-106,9)	10
FH	80%	380	384	4,06 (0,15) (3,72-4,26)	81,0 (3,8) (78,1-85,6)	10
		440	467	4,08 (0,14) (3,83-4,26)	95,7 (3,5) (93,3-100,8)	10
		500	537	4,30 (0,35) (3,81-4,72)	108,7 (3,7) (102,9-114,4)	10
FH	60%	380	492	4,07 (0,25) (3,53-4,39)	83,5 (2,5) (80,2-86,8)	10
		440	612	4,08 (0,24) (3,74-4,45)	99,3 (4,5) (93,0-106,7)	10
		500	781	4,04 (0,24) (3,81-4,52)	116,0 (4,1) (109,9-123,9)	10

Tabel 2 (vervolg)

Ras	Voer-niveau	Eind-gewicht (kg)	Leef-tijd (dagen)	Spier/bot-verhouding	Spier- + bot-gewicht (kg)	Aantal
MRIJ	ad lib.	380	318	4,09 (0,33) (3,49-4,42)	82,4 (1,4) (80,5-84,4)	10
		440	376	4,22 (0,29) (3,79-4,56)	97,9 (3,7) (90,0-102,0)	9
		500	436	4,35 (0,24) (3,98-4,78)	110,5 (5,2) (104,1-119,6)	10
MRIJ	80%	380	368	4,27*) (0,29) (3,80-4,71)	87,0 (2,2) (83,0-89,9)	10
		440	435	4,15 (0,23) (3,71-4,54)	98,2 (2,6) (92,7-102,2)	10
		500	502	4,39 (0,20) (4,04-4,69)	113,8 (3,9) (108,7-120,8)	10
MRIJ	60%	380	455	4,13 (0,28) (3,65-4,63)	84,6 (3,5) (76,8-89,7)	10
		440	552	4,25 (0,31) (3,64-4,71)	100,5 (3,2) (97,2-107,3)	10
		500	675	4,35 (0,22) (4,11-4,77)	116,6 (5,2) (111,1-127,3)	10

*) Zie opmerking in tekst inzake deze behandelingsgroep.

Figuur 2a.



Figuur 2b.

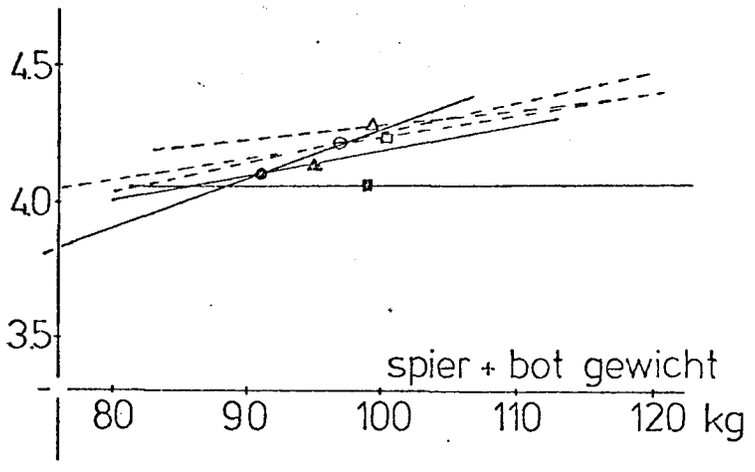


Fig. 2. De spier/bot-verhouding bij FH- en MRIJ-stiertjes die werden gemest bij drie voerniveaus en werden geslacht op drie eindgewichten, uitgezet tegen het spier- + botgewicht.

Fig.2a. De werkelijke gemiddelden per ras en voerniveau.

Fig.2b. De lineaire regressies.

kleiner dan tussen andere FH- en MRIJ-rasgroepen uit eerdere proeven werd gevonden. Zowel bij volledige utisnijdingen als bij gestandaardiseerde praktijkmethoden bedroegen hierbij de verschillen in spier/bot- of vlees/botverhouding ca. 8% tussen MRIJ- en FH-dieren ten voordele van de MRIJ-dieren. Deze laatstgenoemde cijfers hadden steeds betrekking op dieren die geslacht werden op het bij IVO-proeven aangehouden standaard eindgewicht van 425 kg levend gewicht. Bij de proef waarvan gegevens in tabel 2 zijn vermeld gaf een variantieanalyse een sterk significant effect ($P < 0,001$) van het ras aan.

Eveneens sterk significant was het effect van het eindgewicht ($P<0.001$), terwijl geen significant effect van het voerniveau aantoonbaar was. Een wat afwijkende positie nam het 60%-voerniveau bij het FH-ras in. Waar bij alle andere ras/voerniveau-groepen de spier/botverhouding steeg met toenemend gewicht aan structurele weefsels, was dit niet het geval bij de FH-groep van het 60%-voerniveau. Iets dergelijks bleek ook uit een Deens onderzoek met stiertjes van het Rode Deense ras die bij verschillende voerintensiteiten werden gemest en waarbij serieslachtingen werden uitgevoerd (REFSGAARD ANDERSEN, 1975). Ook hier nam het laagste voerniveau in zoverre een afwijkende positie in dat de spier/botverhouding ten opzichte van de hogere voerniveaus een aanzienlijk tragere stijging liet zien in relatie tot het gewicht.

Men zou kunnen veronderstellen dat bij de laagste niveaus het verschil met de ad lib. gevoerde groepen zo groot is geworden (en zoals reeds opgemerkt is dit t.o.v. de ad lib-groepen bij de FH-dieren sterker het geval dan bij de MRIJ-dieren) dat de spiergroei-mogelijkheden onvoldoende meer benut kunnen worden. Het is echter de vraag of deze veronderstelling juist is. In de eerste plaats mag worden aangenomen dat op een leeftijd van ca. 3 maanden aan het eind van de opfok, die voor alle dieren nog gelijk was, de spier/botverhouding een waarde van ongeveer 3,00 had bereikt (vergelijk tabel 1). Bij alle voerniveaus werd op 380 kg levend gewicht een gemiddelde spier/botverhouding gevonden van ongeveer 4,00, zodat ook de lagere voerniveaus kennelijk in afhankelijkheid van het bereikte gewicht aan structurele weefsels geen problemen hadden de stijging van 3,00 naar 4,00 te realiseren.

Indien men naar de spreiding ziet in tabel 2 dan valt op dat de marge die de waarden van de spier/botverhouding per gewichtsgroep bestrijken vrijwel steeds even groot is. Er is een tendens dat bij 60% FH-dieren iets

meer dieren van de 500 kg zware groep in de lagere regionene eindigen, doch daarnaast zijn er toch nog 4 uit 10 dieren die boven een waarde van 4,10 (algeheel gemiddelde van de FH-dieren) liggen. Verder mag worden aangenomen dat door de indeling volgens loting de uiteindelijk bereikbare spier/botverhouding voor alle behandelingsgroepen per ras gelijk was (ook al bestaat er in dit opzicht twijfel met betrekking tot de 380 kg zware MRIJ-groep van het 80%-voerniveau zoals wij reeds opmerkten). Wij veronderstellen dat bij de lage voerniveaus een beperkter aantal dieren in staat zijn hun potentiële mogelijkheden in voldoende mate te benutten hoewel er duidelijk ook dieren zijn die bij vrij lang verblijf onder zeker niet optimale condities nog vrij hoge spier/botverhoudingen bereiken.

3.3. De spier/botverhouding in relatie tot het genotype

De variatie in genotypen, welke ons land kan bieden, is vrij beperkt. Naast FH- en MRIJ-dieren zijn er nog de Blaarkoppen die als regel een positie tussen de beide andere rassen, doch dicht bij het FH-ras, innemen. Verder zijn er nog de kleine vroegrijpe Jerseys en de momenteel veel veld winnende grote en arm bevleesde dieren van het Holstein Friesian-type. Bij alle genoemde rassen of typen gaat het om vrij extreme melk-, dan wel melk/vlees-typen. Voor meer extreme typen in de vleesrichting waren wij aangewezen op het onder c genoemde materiaal van kruisingen tussen stieren van de Franse vleesrassen Charolais en Limousin en koeien van de eigen rassen. Momenteel worden op ruimere schaal Peimontese-kruislingen voortgebracht, maar van deze dieren zijn nog geen karkasuitsnijdingen uitgevoerd.

Wat het niveau van de spier/botverhouding betreft, kan worden opgemerkt dat in de groep van extreme melkrassen of rassen met tweeledig doel de waarden veelal dicht bij 4,00 liggen. Wij doelen daarbij op een waarde zoals die bij de door ons uitgevoerde methode van karkasuitsnijding wordt berekend.

In de melk- of melk/vleesrassen heeft vaak geen of weinig selectie plaats gevonden op directe vleesproduktiekenmerken in tegenstelling tot de vleesrassen waar via selectie op bevleesdheid (dikte van het vleespakket in relatie tot het skeletformaat) de kans op ingrijpen in de spier/botverhouding veel groter is. Bij extreme vleesrassen en vooral bij die waarbij het accent sterk op een royale bevleesdheid lag (Limousin, Blonde

d'Aquitaine, Piemontesa dikbiltype en dikbiltypen in het algemeen) komen waarden voor tot boven 6,00, als resultaat van een combinatie van een dik spierpakket en een licht en fijn beenderstelsel (DUMONT e.a., 1963; DUMONT e.a., 1964; MUKHOTY & BERG, 1971; BERGSTRÖM, 1975).

Tabel 3 geeft de spier/botverhouding weer zoals die werd berekend voor een proef met Charolais-, Limousin- en MRIJ x FH-kruislingen naast zuivere FH- en MRIJ-dieren. Zoals eerder opgemerkt waren in de diverse eindstadia voor een belangrijk deel nakomelingen van dezelfde vaderdieren opgenomen. In figuur 3 is het verband tussen de spier/botverhouding en het spier- + botgewicht weergegeven in de vorm van lineaire regressies voor de genotypen gecombineerd per mestwijze en sexe.

In de eerste plaats valt op dat de intensief gemeste stiertjes en vaarsjes gemiddeld in niveau van spier/botverhouding bij een vrijwel gelijke leeftijd weinig verschillen (gemiddeld ca. 1% hoger bij vaarsjes) en dat bij een lager niveau hetzelfde geldt voor de extensief gemeste ossen en vaarzen (gemiddeld 1,2% hoger voor de vaarzen). Hoewel niet aangegeven per genotype, geldt daarvoor vrijwel hetzelfde. Gezien de vrijwel gelijke positie ten opzichte van de bijbehorende vaarzengroepen lijkt het effect van de castratie bij de ossen ten opzichte van de stieren klein, omdat in beide gevallen de spier/botverhouding ten opzichte van de vaarzen ongeveer 1% lager is. Dit lijkt niet in overeenstemming met de proeven van BRÄNNÄNG (1966) die bij tweelingparen voor de ossen gemiddeld ruim 8% lagere waarden vond dan voor de stieren, doch dit was wel bij een spier- + botgewicht voor stieren van 115,1 kg en voor ossen van 96,6 kg in de helft. Uit figuur 3 volgt dat bij deze gewichten ook voor ons materiaal de situatie in een directe vergelijking anders zou hebben gelegen.

Waar uit de gegevens van de proef met FH- en MRIJ-stiertjes, gemest bij drie voerintensiteiten ondanks de vrij grote verschillen in groeiintensiteit het voerniveau slechts een uiterst geringe invloed op de spier/botverhouding bleek te hebben indien vergeleken op een gelijk spier- + botgewicht, ligt de situatie bij de hier besproken proef anders. Voor beide groepen vaarzen volgt uit figuur 3 dat op gelijk spier- + botgewicht in de helft de spier/botverhouding voor de extensief gemeste dieren beduidend lager ligt dan voor de intensief gemeste. Ook correcties voor het spier- + botgewicht verkleinen de verschillen niet. Wij komen op dit punt nog nader in de discussie terug.

Tabel 3. Spier/botverhouding en spier- + botgewicht bij verschillende categorieën kruisingen tussen stieren van enkele vleesrassen en FH-koeien alsmede zuivere FH- en MRIJ-dieren.
Gemidd., stand.dev. () en spreiding (-).

Sexe/ categorie	Kruising/ ras	Voerin- tensiteit	Eind- gewicht	Leef- tijd	Spier/bot- verhouding	Spier-+bot- gewicht(kg)	Aan- tal
Stiertjes	Charolais x FH	intensief	425 kg	±13mnd.	4,49 (0,44) (3,96-5,52)	100,2 (4,6) (95,2-108,5)	10
"	Limousin x FH	"	"	"	4,65 (0,27) (4,15-4,98)	99,2 (4,5) (91,5-105,1)	10
"	MRIJ x FH	"	"	"	4,19 (0,35) (3,56-4,69)	97,8 (3,8) (90,7-103,8)	10
"	MRIJ	"	"	"	4,49 (0,45) (4,02-5,20)	100,6 (6,3) (96,1-111,5)	5
"	FH	"	"	"	4,00 (0,24) (3,70-4,39)	91,3 (5,2) (82,8-95,4)	5
Vaarsjes	Charolais x FH	intensief	375 kg	±14mnd.	4,54 (0,26) (4,25-4,95)	83,0 (4,0) (77,4-89,1)	10
"	Limousin x FH	"	"	"	4,64 (0,17) (4,43-4,92)	77,8 (3,6) (78,5-84,6)	10
"	MRIJ x FH	"	"	"	4,28 (0,21) (3,86-5,15)	75,3 (4,5) (71,0-81,9)	10
"	MRIJ	"	"	"	4,40 (0,46) (4,04-5,11)	78,9 (4,9) (73,7-84,5)	5
"	FH	"	"	"	4,10 (0,26) (3,84-4.43)	71,5 (3,0) (68,4-76,2)	5

Tabel 3 (vervolg)

Sexe/ categorie	Kruising/ ras	Voerin- tensiteit	Eind- gewicht	Leef- tijd	Spier/bot- verhouding	Spier-+bot- gewicht	Aan- tal
Ossen (castratie op ca.1 jr)	Charolais x FH	extensief	±530 kg	±2½ jr.	4,04 (0,32) (3,63-4,52)	120,5 (5,1) (115,4-127,4)	5
"	Limousin x FH	"	"	"	4,27 (0,21) (3,98-4,48)	120,3 (6,0) (112,7-127,0)	5
"	MRIJ x FH	"	"	"	3,81 (0,15) (3,62-3,94)	112,1 (7,5) (99,1-118,5)	5
"	MRIJ	"	"	"	3,72 (0,18) (3,57-4,00)	113,6 (5,3) (106,8-118,3)	5
"	FH	"	"	"	3,94 (0,29) (3,59-4,22)	107,5 (9,4) (95,0-119,6)	5
Vaarzen	Charolais x FH	extensief	±440 kg	± 2 jr.	4,33 (0,39) (4,11-5,02)	90,5 (4,4) (86,7-97,3)	5
"	Limousin x FH	"	"	"	4,28 (0,09) (4,17-4,41)	89,6 (6,0) (80,3-95,8)	5
"	MRIJ x FH	"	"	"	3,85 (0,33) (3,40-4,29)	85,4 (1,6) (84,0-87,8)	5
"	MRIJ	"	"	"	3,70 (0,51) (3,17-4,53)	89,2 (3,4) (82,1-91,1)	5
"	FH	"	"	"	3,89 (0,26) (3,43-4,08)	84,0 (5,0) (89,7)	5

Figuur 3.

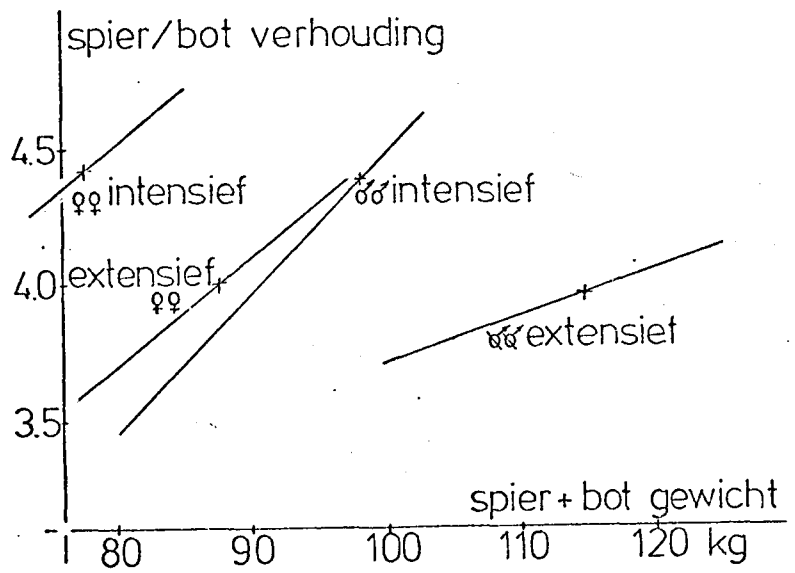


Fig. 3. De spier/bot-verhouding uitgezet tegen het spier- +botgewicht in de karkashelft bij vaarzen, ossen en stiertjes van verschillende mestsystemen. Genotypen per sexe en mestsysteem gecombineerd en als lineaire regressie weergegeven.

Wat de invloed van de genotypen op de spier/botverhouding betreft zouden wij allereerst willen opmerken dat de MRIJ x FH-kruisingen steeds een positie tussen de beide uitgangsrassen innemen. Dit zou ook voor de Charolais- en Limousin x FH-kruising mogen worden verwacht. Uit eigen proeven hebben wij geen uitsnijgegevens van zuivere Charolais- en Limousin-dieren, doch uit resultaten van stiertjes van beide rassen volgens DUMONT e.a. (1964 en 1964) konden de volgende gemiddelden worden berekend:

	Spier- + botgewicht in helft		Spier/botverhouding		Aantal
Charolais-stiertjes	gem. 122,7 kg	St.dev.17,3	gem. 4,64	St.dev.0,40	9
Limousin-stiertjes	gem. 123,6 kg	St.dev.17,5	gem. 5,75	St.dev.0,48	18

Hoewel het spier- + botgewicht hier vrij hoog ligt in vergelijking met onze stiertjes, ligt de spier/botverhouding hoog, zeker bij de Limousin-stiertjes. De bij onze Charolais- en Limousin-kruisingen gevonden spier/botverhoudingen passen globaal genomen wel bij middenpositie tussen de uitgangsrassen. Doorgaans bereikten bij onze proeven de Limousin-kruisingen gemiddeld de hoogste waarden, behalve bij de extensief gemeste vaarzen waar de Charolais-kruisingen het gunstigst uitkomen.

Merkwaardig is de positie van de zuivere MRIJ- en FH-dieren. Bij de intensief gemeste stiertjes zowel als bij de intensief gemeste vaarsjes, komen de zuivere MRIJ-dieren vrij dicht bij het niveau van de Charolais x FH-kruislingen. De zuivere MRIJ-dieren namen qua beoordeling van de bevleesdheid bij de extensief gemeste ossen en vaarzen een relatief gunstige positie in tegenover de andere genotypen. Desondanks blijkt de spier/botverhouding hier lager t liggen dan bij de FH-dieren. Vergeleken met de intensief gemeste groepen zijn derhalve de rollen omgedraaid, hoewel steeds de MRIJ x FH-kruising tussen de beide uitgangsrassen ligt. Kennelijk kunnen de MRIJ-dieren ten aanzien van de spier/botverhouding bij relatief jonge intensief gemeste dieren heel redelijk meekomen in vergelijking met kruisingen van specifieke vleesrassen, doch bij de extensief gemeste oudere dieren blijkt de superioriteit van de vleesras-krusingen duidelijker en verliezen de MRIJ-dieren door hun grotere skelet met betrekking tot de spier/botverhouding veel terrein. Wel moet worden opgemerkt dat een lagere spier/botverhouding indien er sprake is van een gerine vetheid toch nog in een hoger spierpercentage in het karkas kan resulteren wat voor de extensief gemeste MRIJ-ossen en -vaarzen 59,8% tegen FH-ossen 58,5% en -vaarzen 58,6%).

Bij de oudere extensief gemeste MRIJ-dieren kwam dus de invloed van het grove skelet duidelijk tot uiting. Het omgekeerde, namelijk een nog vrij hoge spier/botverhouding voor dieren met een dun spierpakket, zagen wij bij de Jersey-dieren zoals uit tabel 1 is af te leiden. Een dergelijk effect van een relatief licht skelet voor de gegeven skeletafmetingen deed zich ook voor bij de Limousin-kruisingen.

Het was niet doenlijk om in figuur 3 de regressielijnen per categorie en per genotype weer te geven. In de m-este gevallen was de helling van de lijnen tussen genotypen en binnen categorieën weinig verschillend en liggen de belangrijkste verschillen in het niveau. De Limousin-kruisingen namen echter bij alle vier categorieën een afwijkende positie in die er globaal op neerkomt dat bij toenemend spier- + botgewicht de spier/botverhouding minder snel stijgt dan bij de overige genotypen.

4. EIGENSCHAPPEN VAN DE SPIER- EN BOTFRACTIE

De spierfractie is als zeer hoog gespecialiseerd weefsel naar de samenstelling gerekend zeer weinig variabel. De grootste bron van variatie is het in het endomysium afgezette vet (marmorering of intramusculair vet). Op vetvrije basis zijn zelfs de verschillen in samenstelling tussen diersoorten nihil. Het intramusculair vet is alleen langs chemische weg te verwijderen en is, omdat het overige vetweefsel maar voor een deel uit chemisch vet bestaat, alleen vergelijkbaar met het chemisch vet in het vetweefsel. Correctie voor chemisch vet is daardoor voor de spierfractie een wat vage procedure. Het intramusculaire vet is het laatst tot ontwikkeling komende vetdepôt en waarschijnlijk ook genetisch niet zo sterk ontwikkeld bij de middelgrote en grote melk/vlees- en vleesrassen als het geval is bij bijvoorbeeld de vroegrijpe en kleine Britse vleesrassen waar juist selectie op dit kenmerk plaats vond.

Er vindt tijdens de groei zeker wel enige afzet van intramusculair vet in de spieren plaats (zij het niet in alle spieren even sterk), doch dit gaat gepaard met een gelijktijdige toename van het spierweefselgewicht. Het percentage vet in de spieren stijgt dan ook zeer geleidelijk. Pas wanneer de spiergroeimogelijkheden afnemen en de vetaanzet in een versneld tempo plaats heeft, stijgt ook het gehalte aan vet in de spieren. In de marge waarin bij het hier besproken materiaal de vetheid ligt, zal het intramusculaire vet naar schatting het totale spiergewicht zeker met ca. 3 of 4% hebben vertekend, doch naar wij aannemen, gelijkelijk over het gehele materiaal. Het ging namelijk om groeiende en niet extreem vette dieren.

Uit het bovenstaande moge volgen dat wat de spierfractie betreft spiervolume en spiergewicht vrijwel parallel lopen. Voor het skelet geldt echter beslist niet dat gewicht en afmetingen gelijke tred houden. In relatie tot de groei is er een invloed op het soortelijk gewicht van het bot door de toenemende mineralisatie, door de zich wijzigende verhouding tussen de harde botmassa en de aanwezige hoeveelheid merg en door de zich wijzigende samenstelling van het botmerg. Verder zijn er nog morfologische veranderingen bij de botten in relatie tot de groei die samenhangen met eisen van functie en belasting van de botten.

Hoewel het doorgaans geen problemen zal geven indien wij spreken over het skeletformaat om globaal aan te geven hoe groot de betrokken dieren zijn, blijkt het vrijwel onmogelijk dit begrip concreet in een combinatie van maten aan te geven. Het is om deze reden dat wij ons beperken tot éénenkel(e) bot(combinatie) om aan te geven waar het in principe om gaat. Wij kozen daartoe de radius/ulna combinatie (spaakbeen/ellepijp) uit de schou-

Tabel 4. De lengte van de radius en de indexen $\frac{\text{gewicht in kg}}{\text{lengte in dm}}$ en $\frac{\text{breedte}}{\text{lengte}} \times 100$ bij materiaal van de kruisingsproef, zij het van ten dele dezelfde dieren als in tabel 3 en uitgebreid met een groep Hersey-stiertjes en een groep MRIJ- en FH-ossen.

Sexe/ categorie	Lengte radius (cm)		Gewicht in kg / lengte in dm		Kl.breedte / lengte x 100		Aantal
	$\bar{X}$	s_x	$\bar{X}$	s_x	$\bar{X}$	s_x	
Stiertjes intensief gemest 425 kg							
Charolais x FH	27,3	0,5	0,43	0,02	17,9	0,8	10
Limousin x FH	27,9	0,5	0,40	0,01	16,4	0,9	12
MRIJ x FH	27,0	0,6	0,43	0,03	17,4	0,7	12
MRIJ	26,8	0,9	0,44	0,02	17,9	0,5	12
FH	27,5	0,8	0,42	0,02	17,0	0,9	10
idem gemest tot 300 kg							
Jersey	26,5	0,2	0,25	0,02	14,0	0,5	9
Ossen extentensief tot 2½ jaar ca. 530 kg							
Charolais x FH	32,1	0,7	0,47	0,05	16,7	0,6	5
Limousin x FH	32,6	0,6	0,41	0,02	16,2	0,6	5
MRIJ x FH	30,9	1,0	0,47	0,02	16,6	0,6	5
MRIJ *)	30,9	0,5	0,51	0,01	17,4	0,6	5
MRIJ	30,7	0,7	0,51	0,02	17,6	0,5	23
FH *)	31,5	0,8	0,44	0,05	16,4	0,6	5
FH	31,3	0,7	0,45	0,03	16,5	0,8	8
Vaarsjes intensief gemest 375 kg							
Charolais x FH	26,9	0,3	0,35	0,02	16,4	0,3	6
Limousin x FH	27,3	0,5	0,31	0,02	15,2	0,9	8
MRIJ x FH	26,1	0,6	0,33	0,02	16,5	0,9	8
MRIJ	26,2	0,4	0,34	0,02	16,7	0,9	8
FH	26,8	0,5	0,33	0,01	15,6	0,9	8
Vaarzen extensief gemest tot 2 jr. ca.440 kg							
Charolais x FH	28,7	0,7	0,37	0,02	16,2	0,7	5
Limousin x FH	29,5	0,2	0,37	0,02	15,9	0,8	5
MRIJ x FH	28,6	0,6	0,37	0,02	16,5	0,4	5
MRIJ	28,7	0,5	0,40	0,02	17,3	0,1	5
FH	28,7	0,9	0,36	0,01	16,9	0,8	5

Als gewicht is gerekend met gewicht van radius/ulna combinatie.
De lengte is de grootste lengte van de radius.
De breedte is de kleinste breedte op de diaphyse van de radius.

*) De beide groepen MRIJ- en FH-ossen zijn op verschillende bedrijven en in verschillende jaren gemest.

derledematen. Op grond van zijn plaats in de ledematen hebben wij hier met een vroegrijp bot te maken dat in het postnatale stadium bij de groei van het skelet als geheel achterblijft door de reeds sterke ontwikkeling bij de geboorte.

De botcombinatie, die afhankelijk van de leeftijd tussen ca. 11 en 7% van het karkas-botgewicht uitmaakt, bestaat uit de radius en de ulna die zo hecht gefuseerd zijn dat zij onmogelijk correct te scheiden zijn. Als gewicht kan dus alleen het gezamenlijke gewicht worden gebruikt. Hierbij vormt dat van de radius veruit het belangrijkste deel. In de schouderledematen heeft deze botcombinatie een verticale positie, waarbij de lengte van de radius voor ruwweg 20% in de schofthoogte bijdraagt. Het boven de gewrichtsvlakte uitstekende deel van de ulna heeft slechts een hefboomfunctie. Om deze reden preferen wij als lengtemaat de grootste lengte van de radius in rekening te brengen. Als breedtemaat tenslotte is de kleinste breedte van lateraal naar mediaal op de diaphyse van de radius genomen.

Met deze maten en gewichten zijn de indexen

$\frac{\text{gewicht in kg}}{\text{lengte in dm}}$ en $\frac{\text{kleinste breedte}}{\text{lengte}}$ x 100 berekend.

Het meest interessante beeld geeft een naar genotype gevarieerd materiaal, waarvoor wij dat van de kruisingsproeven namen. Dit omvat de dieren die ook in tabel 3 vermeld zijn, alsmede gegevens van dieren waarvan voorschenkels als deelstuk zijn uitgesneden. Wat de ossen betreft was er de mogelijkheid gegevens van een extra groep MRIJ- en FH-ossen op te nemen, terwijl verder om de zeer extreme positie gegevens van 300 kg zware Jersey-stiertjes zijn opgenomen.

De indexen zijn met de lengte van de radius in tabel 4 vermeld. Het blijkt dat per categorie de verschillen tussen de genotypen alsmede de variatie binnen de ras- of kruisingsgroepen wat de lengte betreft gering zijn. Zelfs de 300 kg zware Jersey-stiertjes komen met hun radiuslengte niet veel beneden die van de 425 kg zware stiertjes van de andere genotypen. Opvallend is dat steeds de Limousin x FH-kruisingsdieren een relatief grotere lengte laten zien. Noch het Limousin-ras, noch het FH-moederras (zoals uit de tabel blijkt) zijn extreem grote dieren, zodat de oorsprong van deze bevinding duister is. Een neiging tot relatief korte botten, zij het niet zo consequent, laten de MRIJ-dieren en hun kruisingen zien.

De indexen laten afgezien van de jersey-stiertjes en behalve voor de $\frac{\text{gewicht}}{\text{lengte}}$ index bij de extensief gemeste vaarzen steeds de laagste waarde zien bij de Limousin x FH-kruisingen. De hoogste waarde vinden wij consequent

bij de MRIJ-dieren. De lage waarden bij de Limousin-kruisingen en de hoge waarden bij de MRIJ-dieren worden niet alleen veroorzaakt door relatief lage of hoge botgewichten, doch mede door de verschillen in lengte. Een sterk afwijkende positie nemen de Jersey-stiertjes in die bij een lengteverschil van minder dan 1 cm met de andere genotypen een ruim 40% lager botgewicht hebben. Als wij rekenen met een reeds vrij hoge fysiologische leeftijd van de Jersey-stiertjes bij 300 kg levend gewicht, wat resulteert in een vrij hoog soortelijk gewicht van de botten zoals ook uit onderzoekresultaten bleek, dan geeft dit een duidelijk beeld van het wel zeer fijne skelet van dit ras.

Het zal duidelijk zijn dat er niet onbelangrijke verschillen zijn in botgewicht voor een gegeven botlengte en dat deze doorwerken op de spier/botverhouding, zowel tussen genotypen als op de individuele variatie binnen genotypen. Men dient te bedenken dat bij de beoordeling van de bevleesdheid of de bespiering verschillen in dikte van het vleespakket of de rondingen vrij goed waarneembaar zijn, doch dat het veel moeilijker is verschillen in compactheid van botten (zoals de indexen in tabel 4 pretenderen aan te geven) op hun waarde te schatten vooral als het, zoals hier het geval is, om een weefsel gaat met een ruwweg 40% hoger soortelijk gewicht dan spierweefsel. Dit kan verklaren waarom het fijne beenderstelsel van de Jerseys ervoor zorgt dat bij een werkelijk uiterst geringe spierdikte de spier/botverhouding niet tot zeer lage waarden daalt zoals de Jersey-dieren uit tabel 1 demonstreren.

Bij de bespreking van de spier/botverhouding van de dieren van de kruisingsproef signaleerden wij de nog relatief gunstige waarde van de intensief gemeste MRIJ-groepen, doch de lage waarden van de extensief gemeste groepen van dit ras. De indexen laten echter zowel bij de intensief- als extensief gemeste groepen voor de MRIJ-dieren hoge waarden zien wat er op zou kunnen wijzen dat hier niet alleen invloeden van de botfractie doch evenzeer van de spierfractie een rol hebben gespeeld.

De situatie die hier voor de radius/ulna combinatie is weergegeven herhaalt zich bij de andere lange pijpbeenderen van de ledematen. Voor de overige componenten van het skelet laten zich door de gecompliceerde vorm geen zinnige indexen tussen gewichten en maten of maten onderling berekenen.

5. DISCUSSIE

In de discussie willen wij puntsgewijze op een aantal aspecten van de spier/botverhouding ingaan.

- De wijze van vergelijking van de gegevens

Vergelijkingen op basis van de leeftijd zowel als op basis van het gewicht in de een of andere vorm (levend gewicht, karkasgewicht of weefselgewicht) laten steeds de mogelijkheid open dat de dieren in ongelijke stadia van ontwikkeling verkeren. Slechts bij de groeiende dieren die over een langer traject werden vervolgd is gepoogd van het geschatte gewicht van spieren + botten in het karkas dat voor het gegeven type in volwassen toestand mag worden verwacht, te vergelijken. Uiteraard kan deze vergelijking slechts een globale zijn. Voor het overige is meest op basis van spier- + botgewicht (dus "vetvrij" karkas) vergeleken.

- De individuele variatie in spier/botverhouding

Bij alle groepen dieren, ook bij die bestaand uit verwante dieren die binnen vrij enge gewichtsgrenzen zijn afgeleverd, vinden wij een soms niet onbelangrijke variatie in spier/botverhouding. Een probleem dat steeds bij gekliefde karkassen en voor zover slechts één helft wordt uitgesneden, optreedt is dat fouten bij het klieven de botgewichten kunnen vertekenen. Op basis van met de hand doorgehakte karkassen, waarbij wel de botgewichten uit beide helften bekend zijn, blijkt dat miswijzingen kunnen optreden die resulteren in onnauwkeurigheden van + of - 0,2 eenheden in de spier/botverhouding. Deze fouten zijn niet systematisch. Voor zover onze ervaring strekt met betrekking tot de spierfractie op grond van uitsnijdingen van karkassen van identieke tweelingen, zijn onnauwkeurigheden die voortkomen uit de spierfractie erg klein.

Zoals wij reeds eerder aangaven heeft de vetheid via het intramusculaire vet een invloed op datgene wat als spierfractie wordt gewogen. Bij de bij ons beschikbare genotypen en de vetheidsmarge waarin deze doorgaans worden afgeleverd, wijzigt zich het aandeel aan intramusculair vet weinig, omdat naast een toename van het afgezette vet ook een toename van het spiergewicht plaats heeft. De hierdoor optredende fictieve verhoging van het spiergewicht doet zich echter bij alle dieren voor. Hetzelfde geldt zeker ook voor een invloed van de vetheid op de botfractie. Er moet mee worden gerekend dat genoemde factoren, die zeer moeilijk zijn te elimineren, de individuele variatie door gewicht, sexe en ras of type vergroten.

- De invloed van het gewicht op de spier/botverhouding

De gegevens die in tabel 1 en figuur 1 met betrekking tot groeiende dieren zijn vermeld, laten zien dat bij toenemend gewicht de spier/botverhouding stijft. De waarde stijgt aanvankelijk snel en daarna in een trager tempo. De volwassen waarde, zoals die voor onze rassen op grond van karkasuitsnijdingen naar voren kwam wordt, althans bij intensief mesten, op een leeftijd van 1 jaar al vrij dicht benadert. Dit kan slechts betekenen dat over het resterende deel van het groeitraject de spier- en botgroei in een vaste onderlinge gewichtsrelatie verloopt. Het groeitempo wordt daardoor vertraagd en de toegevoerde energie wordt in sterkere mate in vet omgezet. Uiteraard is hierbij het uiteindelijk bereikbare gewicht van de structurele weefsels en de genetisch bepaalde spier/botverhouding maatgevend voor het verloop van de bovengeschetste processen (BERGSTRÖM, 1974).

Voor de studie van de veranderingen in relatie tot de groei werd gebruik gemaakt van nakomelingengroepen die op grond van het bereikbare volwassen gewicht vrij sterk uiteenliepen, doch die op grond van het groeiverloop van de weefsels in het traject dat de studie bestreek geen belangrijke verschillen in volwassen spier/botverhouding deden verwachten.

Vergeleken op basis van het absolute spier- + botgewicht in het karkas steeg de spier/botverhouding het snelst bij het genotype met het laagste volwassen gewicht (Jersey-rasgroep) en het traagst bij dat met het hoogste volwassen gewicht (MRIJ-nakomelingengroep). De FH-vaarzen (nakomelingengroep) nemen een positie dicht bij de Jersey-stiertjes in dus bij die groep waarmee ze het dichtst in volwassen gewicht overeenkomen. Wij zouden dit willen interpreteren als het verlenen van een voorrang aan de botgroei bij de typen die naar een hoger gewicht toegroeien.

- De invloed van sexe en castratie op de spier/botverhouding

Bij een vergelijking op basis van de leeftijd zal de spier/botverhouding bij de manlijke dieren hoger liggen dan bij de vrouwelijke dieren. Dit vloeit vooral voort uit de snellere groei van spieren + botten bij stieren. Op gelijke spier- + botgewicht ligt blijkens figuur 1 (boven) de waarde voor de FH-vaarsjes boven die van de stiertjes. Aangezien de voorsprong voor de vaarsjes al vrij vroeg ontstaat, lijkt het niet aannemelijk dat de vetaanzet via het in de spieren aanwezige vet het beeld in belangrijke mate heeft vertekend, ook al waren de vaarsjes duidelijk vetter vanaf slachtmoment III.

De spier/botverhouding van de intensief gemeste vaarsjes lag bij de dieren van de kruisingsproef (table 3) bij een verschil in spier- + botgewicht van ca. 21% tussen de sexen, bij de vaarsjes weinig onder die van

de stiertjes en bij enkele ras- of kruisingsgroepen zelfs gemiddeld hoger. Onder gelijke mestcondities en bij gelijk spier- + botgewicht laten de vaarsjes dus zeker geen lagere spier/botverhouding zien. Wel groeien stieren uiteindelijk naar een bijna 2x zo hoog spier- + botgewicht. Helaas is het assortiment volwassen manlijke dieren waarvan karkassen zijn uitgesneden te beperkt om na te gaan hoe de situatie in het volwassen stadium tussen de beide sexen komt te liggen.

De intensief gemeste dieren van de kruisingsproef laten tussen de sexen vrij kleine verschillen in spier/botverhouding zien. Aanzienlijk lagere spier/botverhoudingen hebben de extensief gemeste vaarzen vergeleken met de intensief gemeste, ondanks een ruim 13% hoger spier- + botgewicht. De ossen die ten opzichte van de extensief gemeste vaarzen een 25% hoger spier- + botgewicht hebben verhouden zich tegenover deze vaarzen vrijwel als de intensief gemeste stiertjes tegenover de dito vaarsjes. De indruk bestaat dan ook dat het effect vande castratie bij deze, op een leeftijd van 1 jaar gecastreerde, ossen wat de spier/botverhouding betreft uiterst klein was.

- De invloed van het genotype op de spier/botverhouding

Het behoeft verder weinig toelichting dat er verschillen in spier/botverhouding zijn tussen genotypen, vooral naar die zijde van de scala van mogelijkheden waarbij een expliciete selectie op vleesproduktie en dan met name op een royale bespiering en een licht skelet, heeft plaatsgevonden. Iets van deze rasverschillen ziet men terug bij de dieren van de kruisingsproef (tabel 3) en bij de gegevens van FH- en MRIJ-dieren (tabel 2).

Het effect op de spier/botverhouding van een dik spierpakket voor een gegeven skeletformaat kan worden versterkt door een voor de afmetingen van de botten laag botgewicht. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de Limousinkruising. Het is een typisch kenmerk van het Limousin-ras en enkele daarmee verwante rassen, doch eveneens van rassen met dikbiltype (Piemontesa), alsmede van enkele Britse vleesrassen (Aberdeen-Angus) en van sommige extreme melkrassen (o.a. Jersey). Voor het Jersey-ras en voor Limousin-kruisingen kan dit met de indexen uit tabel 4 worden geillustreerd.

Zeer moeilijk te interpreteren zijn de bevindingen met betrekking tot de MRIJ-dieren en hun kruisingen bij de kruisingsproef. Wat de spier/botverhouding betreft ligt de rangorde bij de behandelingsgroepen (sexe, castratie, voerintensiteit c.q. mestsysteem) tussen de genotypen, gerekend de kleine aantallen, redelijk gelijk behalve bij de MRIJ-groepen. Bij de intensief gemeste stiertjes en vaarsjes liggen de MRIJ-groepen relatief gunstig en boven de FH-groepen. Voor de extensief gemeste ossen en vaarzen

geldt daarentegen dat de MRIJ-groepen in beide categorieën ongunstig liggen en onder de FH-groepen. De MRIJ x FH groepen liggen steeds tussen de beide uitgangsrassen in (vergelijk tabel 3). Uit tabel 4 volgt dat zowel bij de intensief gemeste stiertjes en vaarsjes als bij de extensief gemeste ossen en vaarzen de MRIJ-dieren voor hun botlengte relatief zware en brede botten hadden al is dit tegenover de andere groepen bij de extensief gemeste en tevens ook oudere dieren meer uitgesproken. Toch lijkt ons dat de lage spier/botverhoudingen bij de extensief gemeste groepen tegenover de intensief gemeste niet alleen te verklaren is uit de relatief zware en tevens betrekkelijk korte botten en dat het aannemelijk is dat ook het spieraandeel hierbij van invloed is geweest. In vergelijking met de andere groepen lijken de MRIJ-dieren onder intensieve mestcondities hun spiergroeimogelijkheden in de vorm van het absolute spiergewicht beter te hebben benut dan het geval was onder extensieve mestcondities.

- Invloeden van voerintensiteit en groeisnelheid op de spier/botverhouding

De proef met FH- en MRIJ-dieren waarvan gegevens in tabel 2 zijn vermeld laten behoudens de laagste voerintensiteit voor de FH-dieren geen directe invloed van de voerintensiteit c.q. groeiniveau op de spier/botverhouding zien. Per ras is de spier/botverhouding vrij strak gebonden aan het bereikte spier- + botgewicht, ondanks de vrij grote verschillen in tijd waarbij de dieren van de meest extreme voerniveaus eenzelfde eindgewicht bereikten. Alle voerniveaus deden dit echter bij een redelijk constant groeiniveau gedurende de proefperiode ook al was daarin steeds meer of minder het bekende sigmoïde verloop te onderkennen dat elke groeicurve kenmerkt. De dieren van deze proef werden alle op stal aangebonden gemest met dezelfde voedermiddelen. Alleen de toegevoerde kwantiteiten van de voedermiddelen liepen uiteen.

De dieren van de kruisingsproef waarvan de gegevens in tabel 3 zijn vermeld, laten een geheel ander beeld zien. De intensief gevoerde groepen laten hogere spier/botverhoudingen zien bij lagere spier- + botgewichten dan de extensief gemeste groepen. Direct vergelijkbaar zijn hier alleen de vaarzen en hier ligt bij gemiddeld ruim 13% hogere spier- + botgewichten de spier/botverhouding bij de extensief gemeste dieren bijna 9% lager. Het verschil tussen de beide mestsystemen ligt hier zowel in de voersamenstelling en hoeveelheid (bij de extensief gemeste dieren weidegang en schraal winterrantsoen) als in de huisvesting, terwijl niet als bij de intensief gemeste dieren een vrij constant groeiniveau werd gerealiseerd, doch met een trage groei in de stalperiode afgewisseld met een hoge groeisnelheid (ten dele ook groeicompensatie) in de weideperiode. Wij zijn geneigd aan

te nemen dat bij extensieve mesterij met een inconstant groeiniveau, in perioden met een lage groeisnelheid de botgroei het minst wordt vertraagd. Dit zou ook passen in de bevindingen van BUTTERFIELD & JOHNSON (1968) die voor de spieren vonden, dat die spieren die op het moment van inwerken van minder gunstige condities een lage relatieve groei hebben, ook het minst worden beïnvloed in in hun groeitempo. Het vroegrijpe skelet heeft in de postnatale groeifase een lage relatieve groei binnen het karkas. Kennelijk is in de beschikbare tijd onder betere condities geen gelegenheid om de groeimogelijkheden van de spierfractie in gelijke mate als de intensief gemeste dieren dat konden, te benutten

De intensief gemeste dieren laten waarschijnlijk voor de spierfractie het omgekeerde zien als boven voor de botfractie bij extensief mesten werd gesignaleerd. Vergeleken met volwassen vrouwelijke dieren, waarbij de vetheid zodanig was dat ze geacht mochten worden hun spiergroei-potentieel te hebben benut, liggen de waarden van de intensief gemeste vaarsjes hoog bij een nog laag spier- + botgewicht. Voor volwassen FH-koeien vonden wij een spier/botverhouding van gemiddeld 4,00 en voor MRIJ-koeien ongeveer 4,25. Het lijkt aannemelijk dat iets dergelijks ook voor de stiertjes zal gelden, doch hier missen voldoende uitsnijgegevens van volwassen dieren om dit te controleren.

De bovengenoemde bevindingen worden zeker wel iets door de vetaanzet vertekend, doch deze kan niet de gevonden resultaten verklaren, omdat in dat geval een andere rangorde in het materiaal te verwachten was geweest.

6. SAMENVATTING

Aan de hand van een aantal proeven waarbij karkassen werden uitgesneden volgens een volledige scheiding tussen spieren, botten en vetweefsel, werden een aantal aspecten van de spier/botverhouding nagegaan.

Tijdens de groei stijgt de spier/botverhouding van een waarde bij het nuchter kalf van ca. 2,0 vrij snel tot op een leeftijd van ongeveer een jaar de volwassen waarde reeds wordt benaderd, ook al moet nog een belangrijk deel van het groeitraject worden afgelegd. De tendens is dat dieren die naar een hoger volwassen gewicht toe zullen groeien een relatief tragere stijging van de spier/botverhouding laten zien. Op basis van het gewicht van spieren en botten in het karkas laten de vaarsjes een iets snellere stijging zien dan de stiertjes.

Er zijn verschillen in de spier/botverhouding tussen rassen, kruisingen en typen binnen rassen als gevolg van erfelijk bepaalde verschillen in spiergroei en de zwaarte van het skelet. Indien het skelet voldoend fijn is (Jersey) kan zelfs bij een minieme bevleesdheid toch een redelijk niveau voor de spier/botverhouding worden bereikt. Bij IVO-proeven bleken de MRIJ-dieren die intensief werden gemest tegenover de andere genotypen en ook tegenover de FH-dieren hun spiergroei beter te hebben benut dan de MRIJ-dieren onder extensieve mestcondities. Uit de vergelijking enerzijds tussen stiertjes en vaarsjes onder intensieve mestcondities en anderzijds tussen ossen en vaarzen onder extensieve mestcondities lijkt de invloed van de castratie althans op de spier/botverhouding gering.

Bij de dieren die op verschillende voerniveaus werden gemest, doch waarbij de voedermiddelen constant van samenstelling waren en steeds een gelijkmatig groeiniveau werd gegarandeerd, bleek de spierbotverhouding niet door het voerniveau te worden beïnvloed. Alleen bij het laagste voerniveau hadden kennelijk meer FH-dieren moeilijkheden om hun spiergroeimogelijkheden te benutten. Extensief gemeste groepen uit andere proeven daarentegen lieten, naar wij aannemen door het inconstante groeiniveau, voor het bereikte spier- + botgewicht een lagere spier/botverhouding zien dan vergelijkbare intensief gemeste groepen die een meer gelijkmatig groeiniveau hadden.

In alle behandelingsgroepen (ras/kruising, gewicht, voerintensiteit) werd een relatief grote individuele variatie in spier/botverhouding gevonden.

7. EENVOUDIGE SAMENVATTING

Aan de hand van diverse IVO-proeven die tot doel hadden de invloed van bepaalde factoren op de karkassamenstelling na te gaan, werden deze invloeden met name op de spier/botverhouding uit het geheel gelicht. Dit werd gedaan omdat in de praktijk vaak het begrip spier/botverhouding wordt gehanteerd als aanduiding van eigenschappen die hier toch maar zijdelings mee te maken hebben.

De spier/botverhouding wordt bepaald door het gewicht, het ras of het type. Voor een gelijk spier- + botgewicht blijken de sexe-invloeden althans op de spier/botverhouding relatief gering te zijn.

De proefuitkomsten wijzen erop dat wanneer een vrij constant groeiniveau kan worden gegarandeerd de spier/botverhouding vooral van het bereikte spier- + botgewicht afhangt en het effect van het voerniveau ook bij grotere verschillen vrijwel nihil is. Wanneer zoals bij extensief mesten het groeiniveau sterk wijzigt in de seizoenen dan zijn de dieren kennelijk niet in staat in gelijke mate hun spiergroeimogelijkheden uit te buiten als de intensief gevoerde dieren dit bij een gelijkmatig groeiniveau doen.

Het botgewicht kan tussen rassen en typen voor een gegeven botlengte vrij sterk variëren wat één van de oorzaken is die tot gevolg hebben dat de overeenstemming tussen beoordeling van de bevleesdheid en spier/botverhouding matig is.

8. SUMMARY

Sources of variation of the muscle to bone ratio in the cattle carcass.

Data of several experiments on factors, influencing the quantitative carcass composition have been used for a study of the sources of variation in muscle to bone ratio.

The muscle to bone ratio increases during growth. Already at a rather low weight the muscle to bone ratio reaches a value close to the mature value for the given sex and breed or type. There is a tendency that in a rather late maturing heavy type more priority is given to the bone growth in the early growth phases resulting in a relatively slower increase of the muscle to bone ratio in animals of this type in comparison to earlier maturing types.

If compared on a muscle + bone weight basis the muscle to bone ratio in female animals is nearly the same or slightly higher than in the male animals.

Animals which were allowed to grow on a rather constant growth level had muscle to bone ratios which were clearly influenced by the absolute muscle + bone weight and not by the growth intensity.

On the other hand animals under extensive feeding conditions with pasturing alternated by a low winter feeding level had lower muscle to bone ratios for a given muscle + bone weight as was valid for animals under intensive feeding conditions. Apparently priority was given in the periods of poor feeding to the bone growth and this could not be compensated by the muscle growth in periods of good feeding.

It is quite evident that there exist important differences in bone weight for a given bonelength. This factor is responsible for divergencies between visual appraisal of conformation and quantitative carcass composition in casu muscle to bone ratio.

8. LITERATUUR

Bergström, P.L., 1974. Slachtkwaliteit bij runderen. PUDOC, Wageningen.

Bergström, P.L., 1975. Gebruikskruising voor vleesproduktie. Bedrijfsontwikkeling, 6-5, 393-401.

Brännäng, E., 1966. Studies on Monozygous Cattle Twins. XVIII, prt.1. Lantbruks Högsk.Annaler 32, 329-415.

Butterfield, R.M. and E.R. Johnson, 1968. The effect of growth rate of muscle in cattle in conformation as influenced by muscle-weight distribution. Proc. 14th Easter School Univ.Nottingham, 1967. Butterworths, London.

Dumont, B.L., R. Boccard, Y. Renou et J. Charpentier, 1963. Observations sur les qualités de boucherie des taurillons Charolais. Lab de Rech. sur la Viande, INRA, Bull.Techn.1.

Dumont, B.L., R. Boccard, Y. Renou et J. Charpentier, 1964. Observations sur les qualités de boucherie des taurillons Limousins. Lab.de Rech.sur la Viande, INRA, Bull.Techn.2.

Mukhoty, H. and R.T. Berg, 1971. Influences of breed and sex on the allometric growth patterns of major bovine tissues. Anim.Prod.13, 219-227.

Refsgaard Andersen, H., 1975. Slagtevaegtens og foderstyrkens indflydelse pa vaekst, foderudnyttelse og slagtekvalitet hos ungtyre. Beretn. Statens Husdyrbr.Forsøg 430, København.

Williams, D.R. and P.L. Bergström, 1980. Anatomical Jointing, Tissue Separation and Weight Recording: EEC Standard Method for Beef. Comm. of the European Communities, Publ. EUR 6878 EN.