M. P. M. Vos

Het meten en wegen van runderen voor de selectie op vleesproduktie

With a summary:
Weighing and measuring breeding cattle
in selection for beef production

1969 Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen

206 2603

De auteur promoveerde op 9 december 1969 aan de Landbouwhogeschool te Wageningen op een gelijkluidend proefschrift tot doctor in de Landbouwkunde.

© Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1969.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.
No part of this book may be reproduced and/or published in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

Inhoud

1	**Inleiding**	**3**
2	**Literatuuroverzicht**	**5**
2.1	Groeivermogen	5
2.1.1	Bepaling van het groeivermogen	8
2.1.2	Groeikenmerken	8
2.1.3	Relatie tussen de groeikenmerken	11
2.2	Slachtkwaliteit	12
2.2.1	Kwantitatieve aspecten	12
2.2.2	Kwalitatieve aspecten	14
2.2.3	Groei en slachtkwaliteit	15
2.2.4	Schatting van de slachtkwaliteit	16
2.3	Voederconversie	17
2.3.1	Voederconversie en groei	17
2.3.2	Voederconversie en slachtkwaliteit	18
2.4	Selectie op vleesproduktie	18
2.4.1	Economische betekenis	19
2.4.2	Selectiekenmerken	20
2.4.3	Selectiesystemen	20
3	**Proefopzet en materiaal**	**22**
3.1	Keuze van waarnemingen	22
3.1.1	De waarde van een gegeven	22
3.1.2	Meetfout van de waarnemingen	24
3.1.3	Vastgelegde gegevens	27
3.2	Uitvoering van de proef	28
3.2.1	Stieren	30
3.2.2	Dochtergroepen	30
4	**Correctie van de gegevens**	**33**
4.1	Genetische invloeden	33
4.2	Milieu-invloeden	34
4.3	Tijdelijke fluctuaties	37
4.4	Toegepaste correcties	38
4.4.1	Leeftijd	39

4.4.2 Schatten van het volwassen gewicht en de mate van vroegrijpheid 48
4.4.3 Drachtigheidsstadium 49
4.4.4 Schatten van het gewicht 50
4.4.5 Subjectieve beoordeling van de slachtkwaliteit 50

5 Resultaten van het onderzoek 53
5.1 Gemiddeld verloop van de eigenschappen 53
5.1.1 Stieren 53
5.1.2 Dochtergroepen 57
5.2 De variatie van de verschillende eigenschappen 62
5.2.1 Stieren 62
5.2.2 Dochtergroepen 68
5.3 Relaties tussen de verschillende eigenschappen binnen de leeftijdsgroepen 71
5.3.1 Stieren 71
5.3.2 Dochtergroepen 75
5.4 De relatie tussen de eigenschappen op verschillende leeftijden 77
5.4.1 Stieren 78
5.4.2 Dochtergroepen 80
5.5 De relatie tussen de eigenschappen van de vaders en die van de dochters 81

6 Discussie 86
6.1 Groeivermogen 86
6.1.1 Variabiliteit van de eigenschappen van de groeicurve 87
6.1.2 Relatie tussen de eigenschappen van de groeicurve 89
6.1.3 De lichaamsmaten en het gewicht 91
6.2 Slachtkwaliteit 91
6.2.1 Variabiliteit van de onderdelen van de slachtkwaliteit 94
6.2.2 Relatie tussen de onderdelen van de slachtkwaliteit 95
6.2.3 Het groeivermogen en de slachtkwaliteit 95
6.3 Voederefficiëntie 96
6.3.1 Voedersysteem en groeiverloop 97
6.3.2 Voedersysteem en slachtkwaliteit 99
6.4 Vleesproduktie van de stieren en van hun nakomelingen 99
6.4.1 Stieren en dochters 99
6.4.2 Stieren en zoons 101
6.5 Selectie op vleesproduktie met gegevens van praktijkmateriaal 103
6.5.1 Economische betekenis van de groeikenmerken en de slachtkwaliteit 103
6.5.2 Beperkingen bij de selectie 107
6.5.3 Selectie-methode 107

Samenvatting 110
Summary 112
Literatuur 115

1 Inleiding

Door de toenemende consumptie van rundvlees wordt de vraag actueel, welke foktechnische maatregelen de genetische geschiktheid voor vleesproduktie bij de Nederlandse rundveerassen kunnen opvoeren. Het doel bij de fokkerij van het Nederlandse rundvee is de verbetering van de erfelijke aanleg voor zowel melk- als vleesproduktie. Tevens moet de selectie zich richten op bepaalde gebruiks-eigenschappen. Bij dit onderzoek zal aandacht worden besteed aan de mogelijke verbetering van de erfelijke aanleg voor de vleesproduktie, waarbij eigenschappen welke niet direkt betrekking hebben op de vleesproduktie buiten beschouwing zullen blijven. De mogelijke verbetering van de vleesproduktie door middel van selectie wordt echter beperkt door het selecteren op andere eigenschappen.

De geschiktheid van een rund voor de vleesproduktie wordt vooral bepaald door de eigenschappen groeisnelheid, slachtkwaliteit en voederconversie. Daarnaast zijn er nog enkele andere eigenschappen van belang, zoals de vruchtbaarheid en de constitutie. Deze laatste eigenschappen zullen niet in dit onderzoek worden betrokken. Door selectie kan geprobeerd worden de erfelijke aanleg voor een eigenschap te verbeteren. Het selectie-effect per tijdseenheid hangt af van: de genetische variabiliteit van die eigenschap, de nauwkeurigheid waarmee de fokwaarde voor die eigenschap bij een dier bepaald kan worden, het percentage van de onderzochte dieren dat nodig is voor de fokkerij en het generatie-interval.

Voor het vaststellen van de erfelijke verschillen in een populatie moet worden afgegaan op de meetbare gegevens. Dit is eveneens het geval bij het bepalen van de nauwkeurigheid, waarmee de fokwaarde van een dier vastgesteld kan worden. Het bestuderen van de geschiktheid voor de vleesproduktie kan gebeuren op:

a. proefstations; het milieu is voor alle dieren zoveel mogelijk identiek,
b. praktijkbedrijven; het milieu is aanzienlijk meer variabel.

De eisen, die gesteld worden aan een slachtrund zijn er de oorzaak van dat bijna alle onderzoeken naar de variatie in geschiktheid voor vleesproduktie op proefstations geschieden. Het onderzoek richt zich dan gewoonlijk op nakomelingengroepen om de fokwaarde van de ouders vast te leggen. Bij dit systeem bestaat het risico dat de uitkomsten alleen maar gelden voor het gevolgde mestsysteem, en niet altijd in overeenstemming zijn met de resultaten die bereikt kunnen worden in de praktijk. Wil men de fokwaarde van een groot aantal dieren bepalen, dan is deze methode bovendien uiterst kostbaar (Bergström, 1965a).

In dit onderzoek zal worden nagegaan of een selectie op vleesproduktie mogelijk

is aan de hand van op eenvoudige wijze uit praktijkmateriaal verzamelde gegevens. Men kan daarbij gebruik maken van een individuele selectie of een selectie op basis van een nakomelingenonderzoek. Indien individuele selectie mogelijk is, kan het grootste effect verwacht worden van de selectie van jonge fokstieren. Het testen van de jonge stieren vraagt minder tijd en is goedkoper dan een nakomelingenonderzoek. Bovendien kan het aantal onderzochte dieren groot zijn in vergelijking met het aantal dieren dat nodig is voor de fokkerij. Is de fokwaarde van de individuele stieren niet voldoende nauwkeurig vast te stellen, dan kan de nauwkeurigheid vergroot worden door gebruik te maken van een nakomelingenonderzoek. Dit zal echter zijn consequenties hebben voor de selectie-intensiteit en het generatie-interval. Dit onderzoek richt zich daarom speciaal op de mogelijkheid van een 'eigen prestatietoets' bij de jonge fokstieren.

Voor het vasttellen van de selectie-mogelijkheid zullen eerst de genetische parameters moeten worden geschat. Daartoe zijn waarnemingen verricht bij stieren, die in de praktijk zijn gebruikt. De waarde van het fenotype van stieren wordt getoetst door de eigenschappen van de stieren te vergelijken met de geschiktheid voor de vleesproduktie van dochtergroepen op praktijkbedrijven. Op deze manier zijn er ook cijfers beschikbaar van dochtergroepen van stieren. Hiermee kan worden nagegaan of deze vorm van nakomelingenonderzoek gebruikt kan worden voor de selectie op vleesproduktie. Van enkele stieren zijn er groepen zoons gemest op een proefstation. Dit deel van het onderzoek is uitgevoerd door het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord' te Zeist (Bergström, 1969).

In hoofdstuk 2 is een globaal overzicht gegeven van de bestaande literatuur over de selectie-mogelijkheid op vleesproduktie bij rundvee. De nadruk is daarbij gelegd op de meer recente literatuur van enkele op dit terrein belangrijke onderzoekcentra. Voor dit onderzoek was het slechts mogelijk de dieren te meten, te wegen en subjectief te beoordelen op hun geschiktheid als mestdier. In hoofdstuk 3 wordt de keuze van de eigen waarnemingen gemotiveerd en beschreven hoe het onderzoek is uitgevoerd. Om de genetische parameters zo nauwkeurig mogelijk te schatten is er naar gestreefd grote aantallen dieren in het onderzoek te betrekken. Het moment van wegen en meten was daarom meer afhankelijk van de praktische omstandigheden dan voor een eventuele optimale proefopzet was gewenst. De invloed hiervan op de meetresultaten wordt besproken in hoofdstuk 4; tevens worden daar de toegepaste correcties beschreven. De resultaten van dit onderzoek zijn in hoofdstuk 5 vermeld. In hoofdstuk 6 wordt aan de hand van de hier gevonden resultaten en enkele resultaten uit de literatuur de verschillende eigenschappen van de vleesproduktie besproken. Op grond hiervan wordt getracht conclusies te trekken over de zin van het meten en wegen van fokstieren en hun nakomelingen bij de selectie op vleesproduktie.

2 Literatuuroverzicht

De producent van rundvlees heeft belang bij dieren, die per tijdseenheid een grote winst opleveren. De geschiktheid van een rund voor de vleesproduktie hangt dus af van de capaciteit tot het leveren van deze winst. De netto-winst per tijdseenheid kan aangegeven worden met een formule van Dumont (1965): netto-winst per tijdseenheid = W (P — C)/t. In deze formule is W het eindgewicht van het dier, P de prijs per gewichtseenheid, C de kosten per gewichtseenheid en t de tijd die nodig is om het eindgewicht te bereiken.

De prijs per kg zal bij een gegeven marktsituatie grotendeels afhankelijk zijn van de slachtkwaliteit van het dier. De slachtkwaliteit wordt enerzijds bepaald door het percentage verkoopbaar vlees en anderzijds door de kwaliteit van dit vlees.

Een belangrijk onderdeel van de produktiekosten zijn de voerkosten, welke vooral afhankelijk zijn van de aard van het verstrekte voer. Binnen een gegeven mestsysteem staan de voerkosten in een nauwe relatie met de voederconversie. De overige kosten, zoals rente, risico, arbeid, stalling en veterinaire verzorging, zijn grotendeels afhankelijk van de tijd, die een dier nodig heeft om een bepaald eindgewicht te bereiken. Deze kostenfactor is vrijwel omgekeerd evenredig met het groeivermogen (Gregory, 1965).

Wil men door selectie de geschiktheid van het rundvee voor de vleesproduktie verbeteren, dan zal men zich moeten richten op één of meer van de eigenschappen groei, slachtkwaliteit en voederverbruik. De aandacht die elke eigenschap verdient zal afhangen van de economische betekenis en de selectie-mogelijkheid (Falconer, 1961).

2.1 Groeivermogen

Met groei bij rundvee wordt gewoonlijk de toename in lichaamsgewicht bedoeld, maar soms ook de verandering van lichaamsmaten. Een combinatie van het gewicht met bepaalde lichaamsmaten kan volgens Pomeroy (1955) meer informatie leveren over veranderingen in het groeiverloop. Volgens Brody (1945) is groei: 'a relatively irreversible timechange in the measured dimension'. Deze definitie kan zowel voor het gewicht als voor de lichaamsmaten gelden. In deze definitie worden de gewichtfluctuaties ten gevolge van bijvoorbeeld de dagelijkse voedselopname, de dracht en het lactatiestadium niet gerekend tot de groei.

De groei kan grafisch weergegeven worden door het lichaamsgewicht uit te zetten tegen de leeftijd. Er ontstaat dan een groeicurve, die globaal genomen S-vormig

Fig. 1. Schematische weergave van het gewichtsverloop en de groei per dag van een dier.

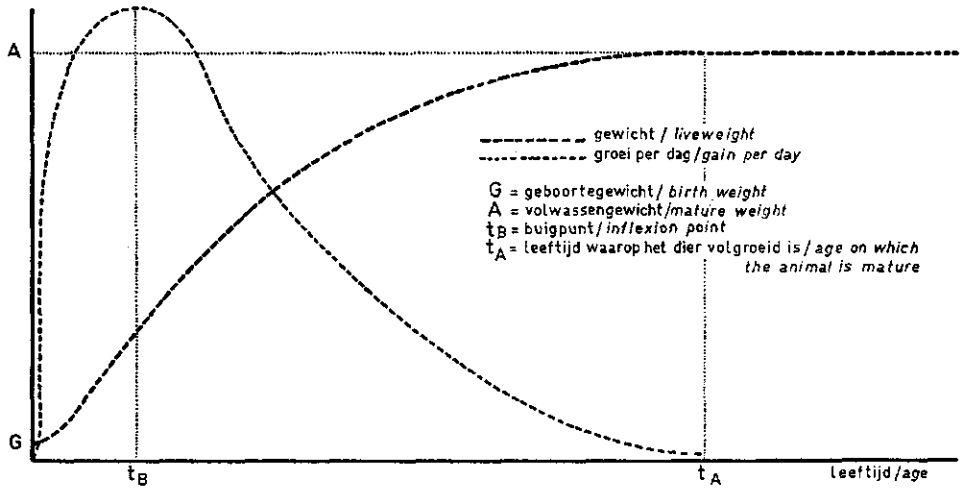


Fig. 1. Weight curve and gain in liveweight per day in outline.

is (fig. 1). Het beginpunt (G) is hier het geboortegewicht. In de eerste periode (van G tot t_B) is er sprake van een groeiversnellende kracht (self-accelerating phase of growth). Daarna gaan er groeiremmende factoren optreden en de curve buigt af (self-retarding phase of growth) (Brody, 1945).

De groei kan aangegeven worden als een toename per tijdseenheid:

$$\textit{groei op moment } t = \frac{dW}{dt}$$

Voor een kort tijdsinterval kan deze groei benaderd worden door de gewichtsvermeerdering (W_2 — W_1) in een bepaalde tijd, te delen door het tussenliggende tijdsinterval (t_2 — t_1).

Een andere methode om de groei aan te geven is het berekenen van de relatieve groei:

$$\textit{relatieve groei op moment } t : k = \frac{dW/dt}{W}$$

Dit kan voor een kort tijdsinterval redelijk correct worden berekend door de gewichtstoename (W_2 — W_1) te delen door het gemiddeld bereikte gewicht ($(W_1 + W_2)/2$).

In het algemeen is het juister uit te gaan van de groeicurve. In de groeiversnellende periode is de groei een functie van de voorafgaande groei:

$$\textit{groei op moment } t: \frac{dW}{dt} = kW$$

Het gewichtsverloop is in deze periode exponentieel:

$$W = ce^{kt}$$

Tijdens de groeivertragende periode is de groei afhankelijk van het nog te groeien deel:

$$\textit{groei op moment } t\text{: } \frac{dW}{dt} = -k\,(A - W)$$

Het gewichtsverloop is dan asymptotisch:

$$W = A - Be^{-kt}$$

Na een bespreking van enkele andere formules komt Brody (1945) tot de conclusie dat deze formules het best hanteerbaar zijn voor de berekening van de groeicurves. Zij gelden zowel voor het gewicht als voor de lichaamsmaten. Gregory (1965) meent dat het gewicht, gecorrigeerd voor de leeftijd, de beste maat is voor de groeicapaciteit van dieren. Dit sluit geheel aan bij de voorgaande formules. De overgang van het exponentiële deel van de groeicurve in het asymptotische gedeelte valt ongeveer samen met de geslachtsrijpheid (Brody, 1945; Pomeroy, 1955; Monteiro & Falconer, 1966).

Het gewichtsverloop is afhankelijk van het geboortegewicht, het groeiverloop en het volwassen gewicht. Bij een gelijk geboortegewicht en een gelijk volwassen gewicht kan het groeiverloop variëren. Daarnaast kan bij een relatief gelijk groeitempo het volwassen gewicht verschillen. Bij het bestuderen van groeicurves kan er onderscheid gemaakt worden tussen het groeitempo (mate van vroegrijpheid) en het uiteindelijk te bereiken volwassengewicht (maximale gewicht) (fig. 2) (Vos, 1966).

Fig. 2. Gewichtscurves bij verschillen in volwassen gewicht en mate van vroegrijpheid.

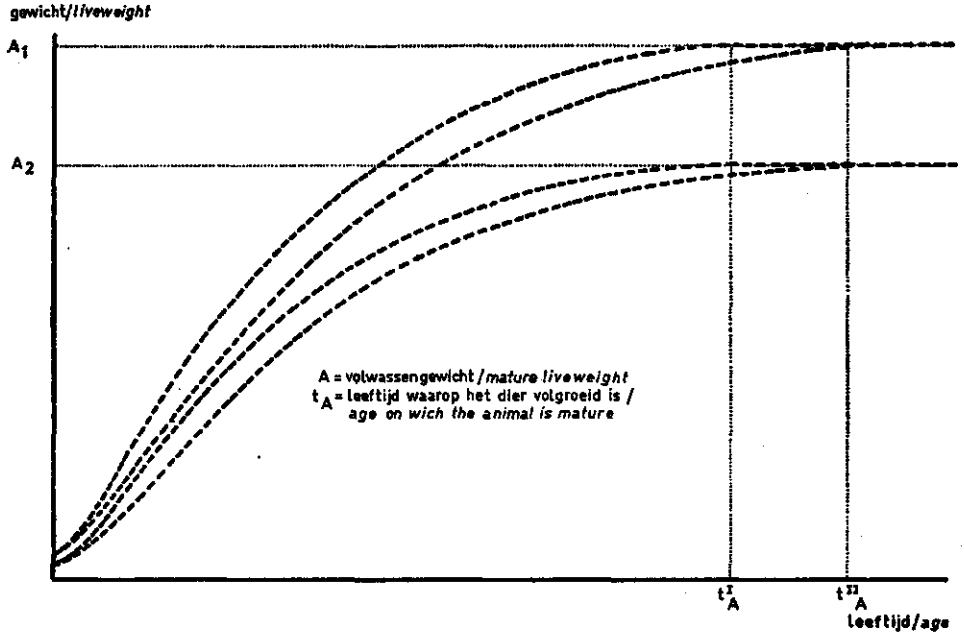


Fig. 2. Weight curves with different adult liveweights and age at maturity.

2.1.1 Bepaling van het groeivermogen

De gewichten van een dier tijdens de groeiperiode kunnen informatie geven over de groeicapaciteit. Voor een bepaling van de groei mogen tijdelijke gewichtsfluctuaties geen invloed hebben, hoewel deze wel tot uiting komen in het weegresultaat (Vissac, 1962). Daar er niet altijd een weegbrug beschikbaar is, heeft men gezocht naar een andere methode om het gewicht te bepalen. Er zijn duidelijke correlaties gevonden tussen verschillende lichaamsmaten en het gewicht (Brody, 1945; Johansson & Hildeman, 1954; Johansson, 1964; Cazemier, 1965). Enkele lichaamsmaten hebben nog het voordeel dat zij ongevoelig zijn voor de fluctuaties ten gevolge van de inhoud van het maagdarmkanaal, de urineblaas, het uier en de baarmoeder (Johansson, 1964).

Vooral de borstomvang en de tour-spiral staan in nauwe relatie met het gewicht. Deze maten kunnen gebruikt worden om het lichaamsgewicht te berekenen (Brody, 1945; Johansson & Hildeman, 1954; Vissac, 1962, 1966; Vos & Vos, 1967).

2.1.2 Groeikenmerken

Het *geboortegewicht* is het eerste waarneembare punt van de groeicurve. Dit geboortegewicht is afhankelijk van factoren, zoals de ontwikkeling van de moeder, het geslacht, de draagtijd, het geboorteseizoen, het genotype van het kalf en of het kalf tot een eenling of tweeling behoort (Kassab, 1964; Witt et al., 1964; Lampo, 1966; Vos et al., 1966).

Met het oog op een eventuele selectie op een hoger geboortegewicht is het nodig te weten in hoeverre het geboortegewicht beïnvloed wordt door de erfelijke aanleg van het kalf. De meeste schattingen van de erfelijkheidsgraad voor het geboortegewicht liggen in de buurt van 0,30 (Meyer, 1964). Dezelfde waarde werd in Nederland gevonden voor vaarskalveren. De erfelijkheidsgraad bij stierkalveren was echter lager (Vos et al., 1966). Bij een selectie op een hoger geboortegewicht is er een risico, dat het afkalven gemiddeld zwaarder zal verlopen (Flock et al., 1962; Vos et al., 1966).

Het *groeiverloop* is afhankelijk van de mate waarin een dier voedsel opneemt en dit voedsel kan benutten voor de opbouw van het lichaam.

Dit groeiverloop zal daarom mede bepaald worden door milieufactoren, zoals de opfokintensiteit en het voederniveau tijdens de groeiperiode (Hodges et al., 1960; Swanson, 1960; Hansson, 1962; Huth, 1964). Uit het onderzoek van Demark & Mauger (1964) blijkt dat dit zowel voor het gewicht als voor de lichaamsmaten geldt. De relatieve invloed op het gewicht was aanzienlijk groter dan op bijvoorbeeld de schofthoogte. Naarmate de dieren ouder werden, werden de verschillen geringer. Ook de seizoensinvloed op het gewichtsverloop (Brown, 1960; Neumann, 1965) zal grotendeels verklaard kunnen worden door verschillen in voeding. Tevens zullen bepaalde fysiologische veranderingen in het dier het groeipatroon kunnen

wijzigen, zoals castratie (Witt & Andreae, 1955), het tijdstip van eerste maal drachtig worden (Swanson, 1961; Wichersham & Schultz, 1963; Stegenga et al., 1968) en de gezondheidstoestand van het dier.

Daarnaast zijn er erfelijke factoren, die het groeiverloop beïnvloeden, zoals verschillen tussen rassen (Hodges et al., 1960; Erb & Asworth, 1961; Gravir, 1962) en tussen geslachten (Taylor et al., 1960; Brown, 1960; Panish et al., 1961). Ook binnen ras en geslacht zijn er genetische verschillen geconstateerd (Langlet et al., 1960; Brown, 1960; Hodges et al., 1960; Bergström, 1965a). Voor de selectie zijn vooral de genetische verschillen binnen ras en geslacht van belang. De gevonden erfelijkheidsgraden lopen sterk uiteen (tabel 1). Naarmate de dieren onder meer gecontroleerde omstandigheden worden gehouden is de schatting hoger. Volgens Mason (1964) is dit de belangrijkste oorzaak voor de verschillen tussen de gepubliceerde schattingen. De erfelijkheidsgraden bepaald bij dieren, die intensief gevoerd worden zijn hoger dan die bij dieren welke minder intensief worden gehouden (Gregory, 1965). Uit een vergelijking van de mestproeven van het IVO te Zeist met die van het RVC te Breda blijken de verschillen tussen groepen zoons van stieren, gemest met een relatief intensief systeem, groter dan met een minder intensief systeem (Bergström, 1965a; Bergström, 1965c; Van Laarhoven, 1966). Haring et al. (1963) vonden bij een meer intensief mestsysteem eveneens grotere verschillen tussen nakomelingengroepen.

Een vergelijking van de exacte eindresultaten van de groeisnelheid mag alleen gebeuren bij volkomen gelijke omstandigheden (Langlet et al., 1960; Bogner & Burgkart, 1961; Bergström, 1965a). De groeisnelheid is duidelijk afhankelijk van de omstandigheden, maar voor de selectie is eerder de onderlinge rangorde dan het eindresultaat van belang. Het mestsysteem blijkt als regel de rangorde van de nakomelingengroepen niet te verstoren. Meestal wordt er geen interactie gevonden tussen het voederregiem en de vaderinvloed (Woodward & Clark, 1950; Gravir, 1962; Lagos & Cartwright, 1963; Haring et al., 1963; Wille, 1965). Hansson (1962) vond met eeneiige vrouwelijke tweelingen geen interactie tussen het genotype en de opfokintensiteit. Dinklage (1965) kon echter geen verband aantonen tussen de rangorde in groei van groepen zoons, die gemest waren op een proefstation en groepen zoons van dezelfde vaders, welke gewogen waren op de 'Auktions'. Hij schrijft dit toe aan de zeer bijzondere behandeling die jonge fokstieren als regel tijdens de opfok ondergaan. Een wisselend selectiebeleid kan dit wellicht ook verklaren.

Het staat niet bij voorbaat vast dat de erfelijke aanleg voor groei bij beide geslachten dezelfde rangorde oplevert. De gevonden relatie tussen het formaat van de moeders en de groei van hun zoons suggereert dat dit wel het geval zal zijn (Langlet & Gravert, 1961). Ook cijfers van Kincaïd & Carter (1958) geven geen tegenstelling te zien tussen de zoons (ossen) en dochters van bepaalde stieren. Panish et al. (1961) konden geen stier × geslacht interactie aantonen voor het 'weaning weight'. Een selectie op groei bij fokstieren zou een positief effect hebben op de groei van hun dochters en zoons (Putterson et al., 1949; Soller et al., 1966a).

Tabel 1. Schattingen in de literatuur van de erfelijkheidsgraden bij groeiende dieren.

Auteurs	Gewicht	Groei	Romplengte	Schofthoogte	Kruishoogte	Borstdiepte	Kruislengte	Heupbreedte	Borstomvang
Melkrassen/dairy breeds									
Carneiro et al. (1954)	0,26	.	.	.	.	.	.	.	.
Blackmore et al. (1958)	0,14	.	0,17	0,34	.	0,24	.	.	0,18
	0,21	.	0,19	0,44	.	0,34	.	.	0,28
	0,52	.	0,63	0,86	.	0,79	.	.	0,55
Langlet et al. (1961)	.	0,42	0,38	0,31	.	0,35	.	.	0,82
Vial et al. (1961)	.	0,38	.	.	.	.	.	.	.
	.	0,18	.	0,18	.	.	.	.	.
Skjervold (1962)	.	.	.	0,24	0,35	0,31	0,41	0,26	0,33
	.	.	.	0,42	0,81	0,59	0,38	0,40	0,38
Vogt-Rohlf (1963)	0,33	.	.	.	.	.	.	.	.
	0,27	.	.	.	.	.	.	.	.
Langholz (1964)	.	0,73	.	.	.	.	.	.	.
Dinklage (1965)	.	0,49	.	.	.	.	.	.	.
	.	0,35	.	.	.	.	.	.	.
Samson-Himmelstjerna (1965)	.	0,46	.	.	.	.	.	.	.
Soller et al. (1966a)	0,33	.	.	.	.	.	.	.	.
Cunningham et al. (1966)	.	0,28	.	0,54	.	0,37	0,34	0,48	0,19
Bakker (1966)	0,23	0,11	0,49	.	0,20	0,30	0,45	.	—0,03
Heidler (1966)	.	0,41	0,21	0,35	0,35	.	0,50	.	0,38
Vleesrassen/beef breeds									
Carter et al. (1959)	0,21/0,40	.	.	.	.	.	.	.	.
	0,20/0,57	.	.	.	.	.	.	.	.
Lickley et al. (1960)	.	0,57	.	.	.	.	.	.	.
Brinks et al. (1962)	0,40	0,48	.	.	.	.	.	.	.
Brown et al. (1964)	0,19	.	.	.	.	.	.	.	.
	0,37	0,93	.	.	.	.	.	.	.
Brinks et al. (1964a)	0,43	.	.	.	.	.	.	.	.
	0,41	0,45	.	.	.	.	.	.	.
	0,50	0,35	.	.	.	.	.	.	.
Authors	Live-weight	Growth	Body length	Wither height	Pelvic height	Chest depth	Pelvic length	Hip width	Heart girth

Table 1. Published estimates of heritability in growing animals.

Het *volwassen gewicht* wordt in sterke mate bepaald door de genetische aanleg van het dier (Hansson, 1962). Volgens Demark & Mauger (1964) had de opfokintensiteit geen grote invoed op het eindresultaat. Ook nam de erfelijkheidsgraad toe naarmate de dieren ouder werden (Blackmore et al., 1958; Brinks et al., 1964a).

In tabel 2 komt tot uiting dat vooral de lichaamsmaten bij min of meer volgroeide dieren sterk afhankelijk zijn van de genetische aanleg. De erfelijkheidsgraden

Tabel 2. Schattingen in de literatuur van de erfelijkheidsgraden bij ongeveer volgroeide koeien.

Auteurs	Gewicht	Romplengte	Schofthoogte	Kruishoogte	Borstdiepte	Kruislengte	Heupbreedte	Borstomvang
Melkrassen/dairy breeds								
Touchberry (1951)	0,37	0,58	0,73	.	0,80	.	.	0,61
Johansson (1954)	0,34	.	.	.	.	.	.	.
Johansson (1957)	.	.	.	0,74	.	0,34	.	.
Weber (1957)	.	.	0,63	0,59	0,36	.	0,50	0,28
Mason et al. (1957)	0,37	.	0,51	.	.	.	.	0,41
Wiezenried (1961)	.	.	0,56	.	0,55	.	0,62	0,52
Peltjes (1961)	.	.	0,47	.	.	.	.	.
	.	.	0,66	.	.	.	.	.
Udris et al. (1961)	.	.	0,45	.	.	.	0,47	0,36
Sutherland et al. (1962)	—0,12	0,61	0,96	.	0,67	.	.	0,50
Vleesrassen/beef breeds								
Lickley et al. (1960)	0,72	.	.	.	.	.	.	.
Brinks et al. (1964a)	0,52	.	.	.	.	.	.	.
Brown et al. (1964b)	0,44	0,48	0,41	0,69	0,71	.	0,11	0,46
Authors	Weight	Body length	Wither height	Pelvic height	Chest depth	Pelvic length	Hip width	Heart girth

Table 2. Published estimates of heritability in almost mature cows.

van het gewicht bij melkkoeien zijn echter relatief laag. Tijdens de lactatieperiode treedt er een gewichtsverlies op, dat afhankelijk is van de hoeveelheid geproduceerde melk (Johansson, 1964). Waarschijnlijk is het moeilijk de invloed van de melkproduktie op het gewicht van melkkoeien voldoende uit te schakelen. Bovendien werden deze dieren als regel niet onder uniforme omstandigheden gehouden. Stegenga et al. (1968) vonden bij melkkoeien verschillen in ontwikkeling tot op een leeftijd van ruim vier jaar ten gevolge van de leeftijd bij het eerste afkalven.

2.1.3 Relatie tussen de groeikenmerken

Voor de vleesproduktie is het eindgewicht een belangrijke factor. Het gewenste groeiverloop zal echter bij de verschillende mestsystemen kunnen variëren (Pomeroy, 1955). Het onderlinge verband tussen de groeikenmerken (geboortegewicht, groeiverloop en volwassen gewicht) is daarom van belang.

Er is vaak een positief verband gevonden tussen het geboortegewicht en de latere groei (Kassab, 1964; Witt et al., 1964; Brinks et al., 1964a). Davis & Hathaway (1959) vonden ook een positieve relatie tussen enkele lichaamsmaten vlak na de geboorte en deze maten op oudere leeftijd. Dit werd ook gevonden door Flock et al. (1962), maar zij menen dat de correlatie te laag is voor een effectieve selectie. Op grond van rangcorrelaties tussen het geboortegewicht en het gewicht op oudere

leeftijden komt Tulloh (1963) tot eenzelfde conclusie. Selectie op het geboortegewicht zou niet voldoende zekerheid geven voor het verdere groeiverloop.

De correlaties tussen de gewichten op verschillende oudere leeftijden zijn in het algemeen hoog en goed hanteerbaar voor de selectie op groei (Carter & Kincaïd, 1959; Brinks et al., 1962; Tulloh, 1963; Brinks et al., 1964a). Hetzelfde zou gelden voor de lichaamsmaten. Zo werd gevonden dat enkele lichaamsmaten en het gewicht in het begin van de afmestperiode bij Fleckviehstieren positief gecorreleerd waren met de groei tijdens de mestperiode (Bogner & Burgkart, 1961; Bogner et al., 1964). Taylor & Craig (1965) berekenden de genetische correlaties tussen lichaamsmaten op verschillende leeftijden. Deze correlaties waren steeds hoog, dus een selectie op de ontwikkeling op een bepaalde leeftijd werkt gunstig op de ontwikkeling op andere leeftijden.

Gemiddeld worden beter groeiende dieren uiteindelijk ook zwaarder. Er bestaan hoge genetische correlaties tussen de gewichten op jongere leeftijden en het volwassen gewicht (Lickley et al., 1960; Brinks et al., 1964).

Vrouwelijke dieren met een hoog gewicht geven gemiddeld ook weer zwaardere kalveren (Kassab, 1964; Lampo, 1966). Daar kalveren van koeien met meer formaat een hoger geboortegewicht hebben, is het te verwachten dat deze kalveren ook beter groeien. Langlet & Gravert (1961) vonden een positieve relatie tussen de hoogtemaat van de koe en de groei van haar zoon. Gezien de hoge erfelijkheidsgraad van het volwassen formaat zullen kalveren van zwaardere koeien uiteindelijk ook weer zwaarder worden.

2.2 Slachtkwaliteit

Het dier dat bij een gegeven marktsituatie per kg levend gewicht de hoogste prijs opbrengt heeft de beste slachtkwaliteit (Hammond, 1958). De prijs per kg levend gewicht is echter mede afhankelijk van de smaak van de consument en de marktsituatie. De gewenste slachtkwaliteit is dus een variabel begrip. Mason (1962) spreekt daarom liever van een 'carcass description' dan van een 'carcass quality'.

De waarde van een slachtdier wordt bepaald door de waarde van het karkas plus de waarde van de slachtafvallen. De waarde van het karkas hangt af van de hoeveelheid verkoopbaar vlees, de verdeling van het vlees over de verschillende onderdelen en de kwaliteit van het vlees (Weniger et al., 1961; fig 3). Aan de slachtkwaliteit is dus een kwantitief en een kwalitief aspect verbonden.

2.2.1 Kwantitatieve aspecten

Martin (1962) beschouwt het dier dat bij een gegeven levend gewicht het meeste vlees levert als het beste slachtdier. De hoeveelheid vlees is afhankelijk van het aanhoudingspercentage en de verhoudingen tussen de hoeveelheid vlees, vet en been. Ook de verdeling van het vlees over de meer of minder dure onderdelen is een kwantitatief kwaliteitsaspect.

Fig. 3. Factoren die invloed hebben op de slachtwaarde (Weniger et al., 1961).

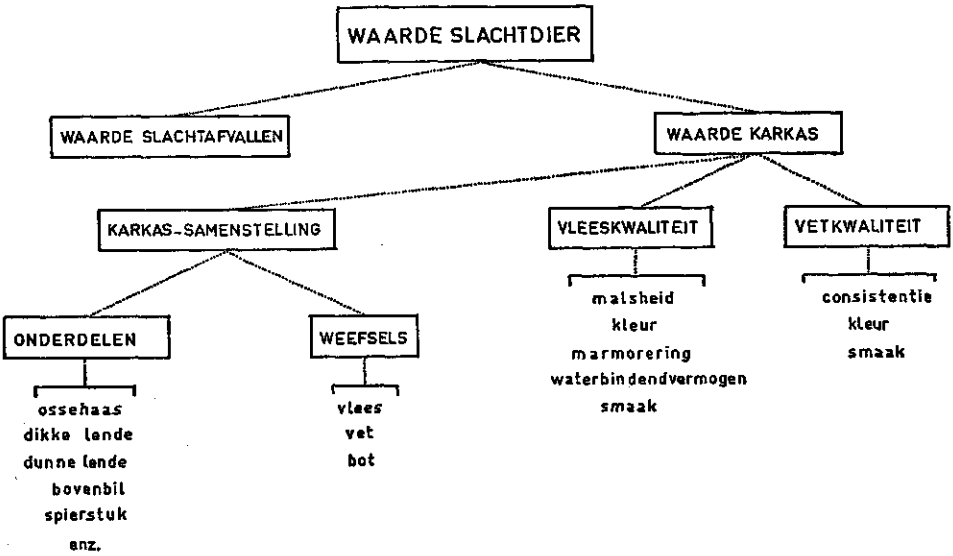


Fig. 3. Factors of carcase quality.

Onder het *aanhoudingspercentage* wordt verstaan het koud karkasgewicht van een dier, uitgedrukt in procenten van het nuchter levend gewicht. Dit aanhoudingspercentage is afhankelijk van de inhoud van het maagdarmkanaal, de lichaamsbouw, zoals het relatieve gewicht van kop, benen, huid, enz. en van de procentuele samenstelling van het karkas (Hammond, 1958). Er bestaat een positieve relatie tussen het aanhoudingspercentage en de hoeveelheid vlees in het karkas (Yeates, 1965; Bergström, 1965b). Het aanhoudingspercentage wordt ten dele erfelijk bepaald (Bergström, 1965a). Warwick (1958) geeft in een literatuuroverzicht een erfelijkheidsgraad van ongeveer 0,70 voor het aanhoudingspercentage bij Amerikaanse vleesrassen. Deze hoge waarde wordt niet gevonden onder Europese omstandigheden. Mason (1964) vond bij ossen 0,05, Bakker (1966) bij jonge stieren 0,24.

De *hoeveelheid vlees* in een karkas is afhankelijk van het karkasgewicht en de samenstelling van het karkas. Tijdens de jeugdgroei ondergaat het gewicht aan beenderen een belangrijke verandering. De variatie in het beendergewicht is bij volwassen dieren relatief gering. De hoeveelheid vet kan sterk variëren en het is vooral deze factor die de procentuele samenstelling van het karkas bepaalt (Yeates, 1965; Bergström, 1965b). De verhouding vlees/vet wordt vaak gebruikt als criterium voor de mate van bespiering (Gravert, 1962). Voor een goede kwantitatieve verhouding en voor het volledig benutten van de capaciteit tot vleesvorming is evenwel een bepaalde vetaanzet nodig (Bergström, 1965b; Guenther et al., 1965).

Bergström (1965b) meent, dat de verhouding vlees/been beter hanteerbaar is als kwaliteitskenmerk.

De lichaamsweefsels hebben een verschillend groeiverloop. De beenderen zijn eerder volgroeid dan de spieren, terwijl een sterke vetaanzet in een nog later stadium optreedt (Hammond, 1958; Guenther et al., 1965). Er is dus een leeftijdsinvloed op de onderlinge verhoudingen tussen de weefsels.

De vleesaanzet en vooral de vetaanzet zijn ook afhankelijk van het voederniveau (Palsson, 1955; Guenther et al., 1965). Bovendien zou de percentuele karkassamenstelling mede worden bepaald door de erfelijke aanleg (Warwick, 1958; Gravert, 1962; Scheper, 1965; Pirchner, 1966; Cunningham et al., 1966).

Bij het fokken van mestdieren wil men nog weleens proberen dieren te krijgen met een hoog percentage zogenaamd *'duur' vlees*. Daarmee worden dieren bedoeld met relatief veel vlees in de achterhand. Yeates (1965) concludeert op grond van de literatuur, dat er sprake moet zijn van een 'anatomical harmony'. Ook uit het onderzoek van Bergström (1965b) komt naar voren, dat de onderlinge verhoudingen tussen de spierpartijen binnen categorieën opvallend constant zijn. Deze sterke 'anatomische wetmatigheid' is nauwelijks afhankelijk van slachttype en conditie. De verdeling van het vlees over het karkas is wel afhankelijk van de leeftijd; bij oudere dieren is de voorhand relatief iets zwaarder ontwikkeld (Bergström et al., 1967).

De procentuele samenstelling van een karkas geeft geen volledig beeld van de slachtwaarde. Het vlees van dieren met een gelijke karkassamenstelling kan toch verschillen in gebruikswaarde (Bergström, 1965a). Het ene dier kan dikkere spieren hebben dan het andere. Dikkere spieren zouden relatief minder bindweefsels bevatten en ten opzichte van het gewicht een kleiner oppervlak hebben. Deze factoren hebben invloed op de kwaliteit van het vlees. Zo is niet alleen de hoeveelheid, maar ook de verdeling van het vet van belang. Een gelijkmatige vetbedekking verdient de voorkeur, omdat dit in relatie zou staan met de slachtrijpheid en het uitdrogen van het karkas tegengaat (Hammond, 1958). Bepaalde onderdelen worden verkocht met aanhangend vet. Bij een gelijkmatige verdeling van het vet kan een groter deel met het vlees worden verkocht.

2.2.2 Kwalitatieve aspecten

De eisen van de consument richten zich speciaal op de kwaliteit van het vlees en het vet en niet direct op het slachtdier dat dit levert. De slager zal bij de bepaling van de prijs van het slachtdier echter rekening houden met deze eisen. De kwaliteit van het vlees en het vet vormen daarom een onderdeel van de waarde van een slachtdier. De vleeskwaliteit wordt bepaald door meerdere eigenschappen zoals het waterbindend vermogen, de malsheid, de kleur, de marmering en de smaak. Voor de kwaliteit van het vet zijn de consistentie, de kleur en de smaak van belang

(Weniger, 1966).

De vleeskwaliteit is o.a. afhankelijk van de leeftijd, het geslacht, het mestsysteem, de slachtrijpheid en vooral van de behandeling van het geslachte dier (Bergström, 1965a; Weniger, 1966). Een selectie op vleeskwaliteit wordt niet aangeraden, ondanks het feit dat bepaalde kenmerken van het vlees duidelijk erfelijk zijn (Gravert, 1963; Weniger, 1966). Deze selectie wordt temeer afgeraden, omdat er negatieve correlaties bestaan tussen de kwaliteit en kwantiteit van het vlees. Een selectie op de kwaliteit van het vlees zou de selectie op de hoeveelheid vlees ongunstig beinvloeden (Herbst, 1964; Weniger et al., 1966). Omgekeerd kan echter bij een selectie op hoeveelheid de kwaliteit teruglopen. Bij een intensieve selectie op de kwantiteit zal een controle van de kwaliteit gewenst zijn.

2.2.3 Groei en slachtkwaliteit

In Europa is door de toegenomen vraag naar mager en mals vlees vooral de jongveemesterij belangrijk geworden. De selectie zal niet gericht moeten zijn op de groei of de slachtkwaliteit afzonderlijk, maar op de produktie van een grote hoeveelheid vlees van een goede kwaliteit (Swiger et al., 1964; Scheper, 1965). Dieren die goed groeien hebben de neiging lang door te groeien en gaan, in tegenstelling tot vroegrijpe dieren, eerst op oudere leeftijd in belangrijke mate vet afzetten (Hammond, 1958). De goed groeiende dieren zullen bij slachten op jonge leeftijd ten opzichte van het vet relatief veel vlees leveren. Langlet (1965) komt tot de uitspraak dat: 'Fleischleistung zu einem Grossteil gleichbedeutend mit Wachstum' is.

Uit een onderzoek van Swiger et al. (1964) blijkt, dat 88 % van de variatie in hoeveelheid verkoopbaar vlees van een rund bij een constante leeftijd, verklaard wordt door de variatie in levend gewicht. Het aanhoudingspercentage en de samenstelling van het karkas verklaren slechts een gering deel van de variatie in totale slachtwaarde. Ook Scheper (1965) vond een duidelijk verband tussen de groei en de netto vleestoename per dag ($r = +0{,}85$). Het aanhoudingspercentage leverde hier wel een extra informatie; het verband tussen de netto groei per dag (karkasgewicht/leeftijd) en de vleestoename was $r = +0{,}95$. Scheper (1965) concludeert dat uit de groei de hoeveelheid vlees te voorspellen is. Gravert & Rosenhahn (1965) vonden een positief verband ($r = +0{,}53$) tussen de groei (netto groei) en de slachtkwaliteit (prijs per kg levend gewicht).

Uitgaande van een mestsysteem over een bepaald tijdstraject wordt de absolute hoeveelheid verkoopbaar vlees van een dier grotendeels bepaald door het groeivermogen. Doordat een snelle groei eerder wijst op een toename in vlees dan op een toename in vet kan er bovendien een positief verband worden verondersteld tussen de groeisnelheid en het percentage vlees in het karkas. Bij een mestsysteem tot een bepaald eindgewicht worden snel groeiende dieren op een jongere leeftijd geslacht. De slachtkwaliteit van jonge dieren zal in het algemeen beter zijn dan die van oudere dieren (Tuma et al., 1962).

2.2.4 Schatting van de slachtkwaliteit

Als de fokwaarde voor de vleesproduktie bij gebruiksdieren bepaald moet worden, is men aangewezen op een schatting van de slachtkwaliteit van het levende dier. De kwaliteit van het vlees is dan niet of nauwelijks waar te nemen en dient noodgedwongen buiten beschouwing te blijven. De schatting van de slachtkwaliteit zal zich daarom moeten beperken tot de kwantitatieve aspecten.

In de literatuur worden meerdere methodes beschreven om de slachtkwaliteit aan het levende dier te schatten. Deze methodes zijn globaal in te delen in drie groepen. De slachtkwaliteit kan geschat worden met behulp van (1) subjectieve beoordelingen, (2) apparatuur, waarmee bepaalde weefsels geregistreerd worden en (3) bepaalde lichaamsmaten of maatverhoudingen.

Volgens Weniger (1966) neemt de subjectieve beoordeling bij de schatting van de slachtkwaliteit een belangrijke plaats in, vooral omdat een andere mogelijkheid meestal niet voorhanden is. Ondanks het feit dat er vaak geringe verbanden gevonden worden tussen de beoordeling en de werkelijke kwantitatieve verhoudingen in het karkas, meent hij dat bij voldoend vakmanschap een klassering mogelijk is. Ook Bergström et al. (1967) komen op grond van de literatuur en eigen onderzoek tot deze conclusie.

Op bepaalde plaatsen kan de verdeling van het vet en vlees aan het levende dier worden gemeten. Bij runderen zou dit kunnen door middel van ultrasone geluidsgolven en röntgenstralen. Vooral Stouffer et al. (1961) hebben geprobeerd met ultrasone geluidsgolven het oppervlak van de musculus longissimus dorsi en de dikte van het daarbij behorende subcutane vet te meten. De vlees-vet verdeling in deze doorsnede kan op deze manier goed geregistreerd worden (Stouffer, 1965). De verdeling van het vlees en vet in deze doorsnede komt echter niet volledig overeen met de werkelijke vlees-vet-verhouding in het dier. Volgens Weniger (1966) wordt de bruikbaarheid van deze methode hierdoor beperkt. Met röntgenfoto's kan de vlees-vet-been-verhouding redelijk nauwkeurig worden bepaald (Stouffer, 1965; Hörnicke, 1966). Vooral voor wetenschappelijk onderzoek zou deze methode perspectief bieden. Een toepassing op grote schaal in de praktijk is echter niet waarschijnlijk (Stouffer, 1965).

Bepaalde lichaamsmaten en het gewicht kunnen aanwijzigingen geven omtrent de slachtkwaliteit. Zo zijn het aanhoudingspercentage en de vlees-vet-been-verhouding negatief gecorreleerd met de hoogte en lengtematen. Daarnaast zijn de breedte, omvang en inhoudsmaten positief gecorreleerd met de kwantitatieve slachtkwaliteit (Mason, 1951; Bogner, 1965; Cazemier, 1965; Bakker et al., 1967). Het gewicht van de achterhand kan nauwkeurig worden geschat met de zogenaamde 'Keulenmasse' (Burgkart & Völkl, 1964; Rittmannsperger, 1965). Scheper (1965) meent zelfs dat bij groeiende dieren de totale hoeveelheid vlees geschat kan worden uit de gemiddelde groei per dag. Het berekenen van de hoeveelheid verkoopbaar vlees met behulp van maten, vindt zijn meest consequente toepassing bij de stereofotografie (biofotografie, fotogrammetrie). Uit de berekende correlaties blijkt dat hiermee de

hoeveelheid vlees van de diverse onderdelen vrij nauwkeurig is te voorspellen (Brinks et al., 1964b; Weniger, 1966).

Bepaalde maten zijn positief gecorreleerd met de slachtkwaliteit, andere negatief. Daarom bestaat er ook een verband tussen de slachtkwaliteit en bepaalde maatverhoudingen, waarbij een positieve factor in de teller en een negatieve factor in noemer is geplaatst. Een schatting van de slachtkwaliteit met behulp van maten heeft ten opzichte van een subjectieve beoordeling het voordeel dat de indeling gebaseerd wordt op objectieve criteria. Bij deze schatting worden minder hoge eisen gesteld aan het vakmanschap, terwijl bij een herhaling eerder hetzelfde resultaat wordt verkregen (Bakker et al., 1967).

2.3 Voederconversie

De rentabiliteit van de rundveemesterij wordt voor een belangrijk deel bepaald door de kosten van het voer. Gravert & Rosenhahn (1965) vonden dat de variatie in brutowinst per dier (opbrengst van het dier minus voerkosten) voor 65 % verklaard kan worden uit de voedselconversie. Het voederverbruik per kg groei is onder andere afhankelijk van de erfelijke aanleg. Zo vermeldt Gravert (1966) een erfelijkheidsgraad van 0,68.

2.3.1 Voederconversie en groei

Uitgaande van een gelijk gewicht van een dier en gelijke voederopname zal een goede voederconversie resulteren in een betere groei. Zo vond Martin (1962) bij het mesten van stieren tot 495 kg een correlatie van $r = +0{,}83$ tussen de totale voederopname en de duur van de mestperiode. Gravert & Rosenhahn (1965) vonden een negatief verband van $r = -0{,}74$ tussen de nettogroei (karkasgewicht/leeftijd in dagen) en de totale voerkosten. Het negatieve verband tussen voederconversie en groei zou genetisch bepaald zijn. Carter & Kincaïd (1959) vonden een genetische correlatie van $r = -0{,}32$, Lickley et al. (1960) $r = -0{,}41$ en Koch et al. (1963) $r = -0{,}79$. Op grond van selectie-indices concluderen Swiger et al. (1965) dat naast een selectie op groei een selectie op voederconversie slechts een geringe bijdrage levert tot het selectie-effect.

Volgens Mason (1962) is bij dieren die in het weiland lopen niet zozeer de voederefficiëntie dan wel de voederopname van belang. De kosten per voedereenheid zijn relatief gering, terwijl de groei sterk afhankelijk zal zijn van de hoeveelheid opgenomen voer. Bovendien is het onder dergelijke omstandigheden praktisch niet mogelijk de voederconversie te registreren. Dit heeft volgens Taylor & Young (1964) ook geen zin, omdat de voederefficiëntie sterk afhankelijk is van het voedersysteem. Daarom kan men het voederverbruik per kg groei van dieren, die op verschillende bedrijven worden gehouden niet vergelijken. Door een selectie op groei zal echter de voederefficiëntie worden verbeterd (Mason, 1951; Gregory, 1965), want de variatie in efficiëntie is voor ongeveer 70 % te verklaren uit de

variatie in groei (Koch et al., 1963; Taylor & Young, 1964; Gravert & Rosenhahn, 1965).

2.3.2 Voederconversie en slachtkwaliteit

Dieren die relatief veel vlees vormen, zullen een gunstigere voederconversie hebben dan dieren die veel vet vormen. Voor de opbouw van vetweefsel is namelijk 7 tot 8 maal zoveel energie nodig als voor het vormen van spierweefsel (Kellner & Becker, 1959). Zo vindt Bergström (1965a) een duidelijk positief verband tussen de voederconversie en de mate van vervetting. Huth (1964) berekende een correlatie van $r = +0{,}90$ tussen de voederconversie en de hoeveelheid vet in het drieribbenstuk.

2.4 Selectie op vleesproductie

Voor een economische vleesproduktie moet per tijdstraject met zo weinig mogelijk kosten veel verkoopbaar vlees van een goede kwaliteit worden geproduceerd. Volgens Dumont (1965) kan de geschiktheid voor de vleesproduktie van een dier het best uitgedrukt worden als de winst per tijdseenheid. In de vorige paragrafen zijn de kenmerken die in relatie staan met de geschiktheid voor de vleesproduktie besproken. In fig. 4 zijn deze kenmerken weergegeven en tevens is daarin door middel van pijlen aangegeven hoe deze eigenschappen onderling met elkaar in verband staan.

In dit onderzoek zal nagegaan worden of selectie op vleesproduktie mogelijk is aan de hand van gegevens, die bepaald zijn bij dieren op praktijkbedrijven. In hoeverre op een bepaalde eigenschap geselecteerd moet worden, hangt af van de

Fig. 4. Relaties tussen de vleesproduktie-eigenschappen.

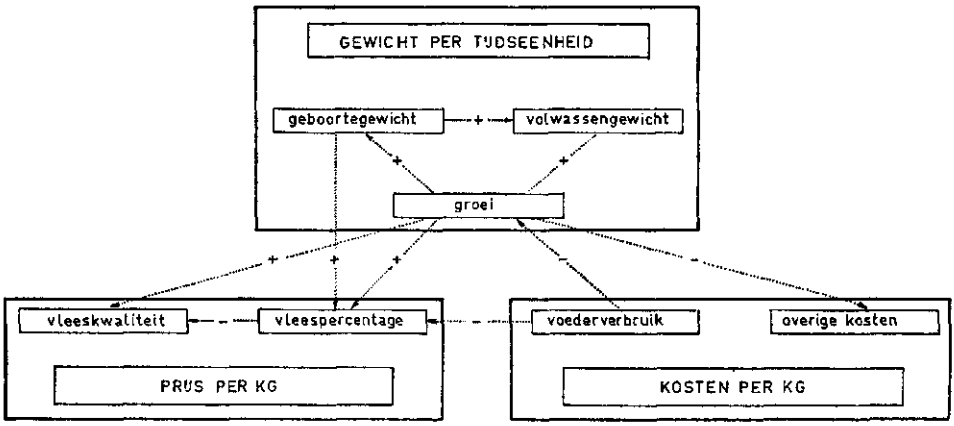


Fig. 4. Relations between traits for beef production.

economische betekenis van die eigenschap en van de selectiemogelijkheid. Om op een eigenschap te kunnen selecteren moet de eigenschap meetbaar zijn en een voldoend grote genetische variabiliteit in de populatie vertonen. Het selectie-effect zal daarnaast bepaald worden door de intensiteit waarmee geselecteerd wordt en de onderlinge relatie, die bestaat tussen de selectie-kenmerken.

2.4.1 Economische betekenis

Gravert & Rosenhahn (1965) hebben de economische betekenis van de diverse vleesproduktiekenmerken nader bestudeerd. Zij gingen daarbij uit van de brutowinst per dier (opbrengst van het dier minus voerkosten). De variatie in deze winst werd voor 65 % verklaard door de voederconversie, voor 27 % door de nettogroei en voor 8 % door de overige factoren, waarvan de mate van bespiering de belangrijkste was. Uit de gevonden correlaties blijkt, dat de variatie in voerkosten voor een groot deel verklaard kan worden uit de groei ($r = -0{,}74$) en, dat de beter groeiende dieren bovendien een hogere prijs per kg opbrachten ($r = +0{,}53$). In de formule van Dumont (1965) worden de overige kosten van de brutowinst afgetrokken. Tussen de overige kosten en de groei bestaat een lineair verband. Dit alles accentueert de economische belangrijkheid van de groei. De dieren uit het onderzoek van Gravert & Rosenhahn werden gemest tot een constant gewicht (350 kg). Dieren die sneller groeiden, leverden een grotere winst. Deze winst werd bovendien in een kortere tijd geproduceerd, waardoor de betekenis van de groei nogmaals wordt benadrukt.

Swiger et al. (1965) hebben voor de Amerikaanse verhoudingen de belangrijkheid van een aantal vleesproduktiekenmerken getoetst. Daartoe stelden zij een aantal selectie-indices op en vergeleken deze met de genetische waarde voor de brutowinst (opbrengst van het dier minus de voerkosten vermenigvuldigt met de erfelijkheidsgraad van deze winst). Zij hadden als gegeven het begingewicht (weaning weight), het eindgewicht, de voederopname per dag en de karkassamenstelling (hoeveelheid vet). De index met al deze gegevens gaf de hoogste correlatie met de genetische waarde van de bruto-opbrengst ($r = +0{,}89$). Het weglaten van de voederopname had geen invloed op de waarde van de index. De index zonder de karkassamenstelling gaf een waardeverlies van 8 %. Een selectie-index met uitsluitend het eindgewicht (gecorrigeerd voor leeftijd) gaf 90 % van de waarde van de beste index. Volgens hen is een selectie op het groeivermogen (gewicht gecorrigeerd voor leeftijd) het eenvoudigst, het goedkoopst en bijna even effectief als een selectie op een combinatie van alle andere gegevens. Indien het mogelijk is de hoeveelheid vet te meten dan kan dit een positieve bijdrage leveren tot het selectie-effect. Bij het projecteren van dit onderzoek op de Europese omstandigheden moet bedacht worden dat de voerkosten in Amerika beduidend lager zijn dan in Europa. Voor de Nederlandse omstandigheden zou het niet bepalen van de voederconversie wel enig verlies aan informatie kunnen geven.

2.4.2 Selectiekenmerken

De factor *groei* is economisch gezien een zeer belangrijke eigenschap. Deze eigenschap is aan het levende dier waar te nemen en gezien de genetische variabiliteit is selectie mogelijk (Mason, 1951; Gregory, 1965).

De *slachtkwaliteit* is economisch niet erg belangrijk (Swiger et al., 1964; Gravert & Rosenhahn, 1965) en is slechts in beperkte mate aan het levende dier waar te nemen. Inpassing in het selectiesysteem zal een geringe bijdrage leveren tot de genetische vooruitgang (Swiger et al., 1965).

Economisch gesproken is de *voederconversie* een eigenschap, die een grote invloed heeft op de waarde van een mestrund. Onder praktische omstandigheden is het voederverbruik per kg groei van de verschillende dieren moeilijk te bepalen en onderling niet te vergelijken (Mason, 1962; Taylor & Young, 1964). In het algemeen is de voederconversie positief gecorreleerd met de groei. Bij een selectie op groei zal de voederconversie verbeterd worden (Mason, 1951; Koch et al., 1963).

2.4.3 Selectiesystemen

Het doel van selectie is het verbeteren van een bepaalde eigenschap in een populatie. De keuze van het selectie-systeem zal afhangen van het effect, dat men denkt te bereiken. Het verwachte selectie-effect van een eigenschap is gelijk aan:

$$R = \frac{i.h^2.\sigma_p}{g}$$

waarin i de selectie-intensiteit is, σ_p de fenotypische variatie van de eigenschap, h^2 de erfelijkheidsgraad en g het generatie-interval (Falconer, 1961). Men kan selecteren op grond van het eigen fenotype (individuele selectie) en het fenotype van de nakomelingen (nakomelingenonderzoek). Deze systemen kunnen eventueel gecombineerd worden. De gegevens uit de beide voorgaande methoden zijn ook te gebruiken bij de selectie op grond van de afstamming.

De fokwaarde van een dier wordt bij het nakomelingenonderzoek geschat op grond van het fenotype van zijn nakomelingen. Bij een voldoend aantal afstammelingen kan de fokwaarde vrij nauwkeurig benaderd worden. In de rundveeteelt kan bij het nakomelingenonderzoek slechts een gering aantal stieren worden betrokken, waardoor de selectie-intensiteit relatief laag is. Een ander nadeel van dit systeem is, dat het generatie-interval lang kan worden. Bij de individuele selectie worden de fokdieren uitgekozen op grond van hun fenotype. Het voordeel van deze selectiemethode is, dat bij een gegeven proefcapaciteit (mankracht, tijd en apparatuur) een relatief groot aantal dieren te bereiken is en het generatie-interval kort kan zijn. Als regel zal de nauwkeurigheid, waarmee de fokwaarde van een dier op grond van zijn eigen fenotype bepaald wordt, geringer zijn dan de fokwaarde met behulp van meerdere nakomelingen. Het toepassen van individuele selectie heeft voordelen als de grotere selectie-intensiteit en het kortere generatie-interval het verlies aan

nauwkeurigheid compenseren.

Indien de erfelijkheidsgraad voor de betrokken kenmerken voldoende hoog is, mag men verwachten dat een individuele selectie effectiever is dan een selectie met behulp van een nakomelingenonderzoek. Dit wordt bevestigd door het onderzoek van Soller et al. (1966b) die de betekenis van de selectie van jonge stieren op grond van hun groei vergeleken met de selectie van stieren op grond van de groei van hun zoons. De individuele selectie leverde economisch gezien een aanzienlijk belangrijkere bijdrage tot de vooruitgang in de rundveestapel dan de selectie op grond van het nakomelingenonderzoek. Ook volgens Rittmannsperger (1966) verdient de 'Eigenleistungsprüfung' de voorkeur boven de 'Nachkommenprüfung'. Het voordeel van de individuele selectie wordt groter naarmate het aantal stieren, dat nodig is voor de fokkerij, toeneemt.

3 Proefopzet en materiaal

Het doel van dit onderzoek is na te gaan of selectie op vleesproduktie mogelijk is met behulp van waarnemingen, die verricht zijn aan runderen op praktijkbedrijven. Om op grote schaal gegevens te verzamelen is het nodig dat de waarnemingen snel en eenvoudig verricht kunnen worden. Tevens mogen de veehouders niet gestoord worden in hun normale bedrijfsvoering en hun dieren mogen geen schade ondervinden van de handelingen. Uitgaande van gebruiksdieren zal bij de vleesproduktie het groeivermogen centraal moeten staan en daarnaast moet getracht worden de slachtkwaliteit te schatten. Het is hierbij niet mogelijk op zinvolle wijze gebruik te maken van gegevens omtrent het voederverbruik per kg groei.

Het grootste selectie-effect kan verwacht worden bij het selecteren van de stieren. Deze selectie kan plaats vinden aan de hand van gegevens, welke gemeten zijn bij de stier zelf of bij de nakomelingen van deze stieren. Voor de nakomelingen van de stieren is men aangewezen op dochtergroepen. Hoewel uit proeftechnisch oogpunt bezwaren kleven aan het gebruik van praktijkmateriaal, heeft deze werkwijze het voordeel dat de gevonden resultaten direct gelden voor de praktijk.

3.1 Keuze van de waarnemingen

Welke waarnemingen gedaan moeten worden om de groei en de slachtkwaliteit vast te stellen zal afhangen van het nut van een gegeven en van de nauwkeurigheid, waarmee een gegeven te meten is (Weber, 1957). Daarnaast zal bij onderzoek met praktijkmateriaal de uitvoerbaarheid een grote rol spelen. Het groeivermogen kan op een eenvoudige manier bepaald worden door het meten en/of wegen van de dieren. De slachtkwaliteit kan snel en eenvoudig geschat worden met een subjectieve beoordeling of met behulp van maten of maatverhoudingen. De mogelijkheden bij dit onderzoek beperkten zich tot het meten, wegen en subjectief beoordelen op slachtkwaliteit van de dieren.

3.1.1 De waarde van een gegeven

Het vastleggen van een bepaald gegeven heeft voor de selectie op vleesproduktie alleen dan zin als dat gegeven in relatie staat met het groeivermogen en/of de slachtkwaliteit. Tevens moet selectie daarmee mogelijk zijn, dus het gegeven moet een voldoende waarneembare genetische variabiliteit vertonen.

Een goed groeivermogen betekent een relatief hoog eindgewicht bij een gefixeerd

moment van afzetten of het bereiken van een gesteld eindgewicht in een snelle tijd (Rittmannsperger, 1966). De leeftijd en het gewicht van de Nederlandse slachtrunderen is zeer gevarieerd en sterk afhankelijk van het gekozen mestsysteem (van Kraaikamp, 1968). Het optimale groeiverloop zal bij de verschillende mestsystemen kunnen variëren (Pomeroy, 1955). Een separate selectie voor de verschillende categorieën ligt niet voor de hand. Er zouden te veel lijnen naast elkaar gehouden moeten worden, terwijl bovendien de vrouwelijke dieren primair gehouden worden voor de melkproduktie. Er zal getracht moeten worden de selectie te richten op dieren, die op verschillende leeftijden een relatief zwaar gewicht kunnen leveren.

Als regel wordt gevonden dat een dier dat bij de geboorte zwaar is, ook beter groeit en dat beter groeiende dieren uiteindelijk ook zwaarder worden. Het geboortegewicht is het eerste waarneembare punt van de groeicurve bij het levende dier. Het geboortegewicht kan op een vroeg tijdstip enige informatie geven over het groeivermogen. Toch is het geboortegewicht geen goed selectiecriterium, omdat de toekomstige groei daaruit niet voldoende betrouwbaar te voorspellen is. Tevens bestaat het gevaar dat door een selectie op een hoger geboortegewicht meer moeilijkheden bij het afkalven zullen gaan optreden (Mason, 1951; Flock et al., 1962). Op latere momenten houdt het gewicht duidelijker verband met het groeivermogen. Met het ouder worden wordt bovendien de invloed van de erfelijke aanleg groter, waardoor de selectiemogelijkheid toeneemt. De beste benadering van het groeivermogen is het gewicht op bepaalde leeftijden (Gregory, 1965; Rittmannsperger, 1966).

Als het gewicht niet bepaald kan worden, kan men het gewicht schatten met behulp van lichaamsmaten. Uit het onderzoek van Vissac (1966) blijkt dat met de borstomvang en de tour-spiral het levend gewicht vrij nauwkeurig geschat kan worden. Bij groeiende dieren kan volgens hem volstaan worden met de borstomvang. Bij het nakomelingenonderzoek kon het gewicht van een groep afstammelingen met meten even nauwkeurig vastgesteld worden als met wegen; daartoe moeten echter 10 % meer dieren per groep afstammelingen gemeten worden. Per individu zou het gewicht met behulp van de borstomvang op ongeveer 4 % nauwkeurig te schatten zijn.

De relatie tussen het gewicht en de borstomvang, kruishoogte en tour-spiral is ook bestudeerd met het materiaal uit dit onderzoek (Vos & Vos, 1967). Uit praktische overwegingen is voor de schatting van het gewicht daarbij alleen de borstomvang gebruikt. De schattingsfout is afhankelijk van de borstomvang en liep bij stieren van 4,14 tot 8,94 % en bij vrouwelijke dieren van 5,47 tot 9,95 %. De dieren uit dit onderzoek zijn op willekeurige momenten van de dag gewogen en gemeten. Een combinatie van de borstomvang met de tour-spiral gaf gemiddeld een kleinere schattingsfout.

Ook andere lichaamsmaten staan in relatie met het gewicht. Op grond van de literatuur meent Johansson (1964) dat de relatie tussen de lichaamsmaten en het gewicht grotendeels berust op genetische correlaties. De gevonden erfelijkheidsgraden (tabel 1 en 2) suggereren dat selectie op maten gemakkelijker is dan op

gewicht. Wellicht zijn naast het gewicht de lichaamsmaten waardevolle gegevens bij de selectie op groeivermogen.

De slachtkwaliteit van een rund wordt vooral bepaald door het percentage verkoopbaar vlees en de kwaliteit van dit vlees. Van het meeste belang hierbij zijn het aanhoudingspercentage, de vleesopbrengst, de slachtrijpheid (vetheid) en de vleeskwaliteit (op grond van leeftijd, sexe en slachtrijpheid).

Door een subjectieve beoordeling is de slachtkwaliteit op een eenvoudige manier te schatten (de Boer, 1966). Om slachtdieren goed te kunnen beoordelen is vakmanschap en ervaring vereist. Een probleem bij deze beoordeling is echter dat de cijfers van verschillende beoordelaars moeilijk te vergelijken zijn. Bovendien kan het niveau van een beoordelaar per groep dieren variëren (Bergström et al., 1967).

Op grond van literatuur en eigen onderzoek menen Bakker et al. (1967) dat de bespiering van een rund geschat kan worden met behulp van maatverhoudingen. Door de grote relatie tussen bespiering en totale slachtkwaliteit kan door middel van de maatverhoudingen eveneens een indruk worden verkregen over de totale slachtkwaliteit. Het gebruik van maten en gewichten is evenals de subjectieve beoordeling relatief eenvoudig. Bij het gebruik van maten en gewichten heeft men bovendien de beschikking over objectieve criteria, die onderling te vergelijken zijn, terwijl het resultaat minder afhankelijk is van het vakmanschap van de beoordelaar.

Er is een relatie tussen de omvang van de pijpbeenderen en de hoeveelheid been in een dier gevonden, maar het verband is te gering om een belangrijke bijdrage te leveren tot het beoordelen van een slachtdier (Orme et al., 1959; Neseni, 1961).

3.1.2 Meetfout van de waarnemingen

De gegevens moeten een bepaalde betekenis hebben voor het vastleggen van de geschiktheid voor de vleesproduktie en moeten nauwkeurig te meten zijn. Door de meetfout wordt de relatie tussen een waarneming en het te onderzoeken kenmerk geringer; bovendien zullen de meetfouten leiden tot een lagere erfelijkheidsgraad.

Een maat kan door éénmaal te meten goed vastgelegd worden mits de relatieve meetfout kleiner is dan 1 % (Touchberry, 1951; Weber, 1957). De schofthoogte, kruishoogte, borstdiepte en de borstomvang voldoen in het algemeen aan deze eis. Bij relatief kleine maten (kruismaten en borstbreedte) is de meetfout vaak te groot (tabel 3). De fluctuaties van het gewicht liggen eveneens in de buurt van 1 %. Dit werd gevonden als de dieren op twee opeenvolgende dagen op hetzelfde uur werden gewogen (Vissac, 1962). Bij weging op een willekeurig moment van de dag is de variatie van het gewicht ongeveer tweemaal zo groot (Johansson & Hildeman, 1954).

Met een klein aantal dieren is nagegaan of de meetfouten bij dit onderzoek in dezelfde orde van grootte liggen: twee personen hebben ieder op één dag drie jonge stieren 13 maal gewogen en gemeten (tabel 4). Bij het meten werden alle maten

Tabel 3. Overzicht van enkele in de literatuur opgegeven meetfouten in centimeters.

Eigenschap/ characteristic	Auteur/authors											
	Touchberry e.a. (1950)		Weber (1957)		Johansson (1957)		Vissac (1962)		Taylor (1963)		Averdunk (1965)	
	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.
romplengte/ body length	1,98	1,31	2,99	1,89	.	.	.	.	1,63	1,01	.	.
schofthoogte/ wither height	0,84	0,65	0,81	0,67	.	.	.	.	0,70	0,54	0,68	0,52
kruishoogte/ pelvic height	.	.	0,67	0,53	1,10	0,84	.	.	0,65	0,47	.	.
borstbreedte/ chest width	.	.	.	.	.	.	.	.	0,71	1,35	.	.
borstdiepte/ chest depth	0,63	0,92	0,49	0,81	.	.	.	.	0,48	0,62	.	.
kruislengte/ pelvic length	.	.	.	.	0,55	0,99	.	.	0,32	0,55	.	.
heupbreedte/ hip width	.	.	0,56	1,27	0,50	0,90	.	.	0,30	0,47	.	.
bekkenbreedte/ pelvic width	.	.	.	.	0,57	1,78	.	.	0,46	1,11	.	.
borstomvang/ heart girth	1,34	0,74	1,25	0,75	.	.	.	.	1,10	0,52	1,05	0,55
tour-spiral/ spiral girth	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,73	0,70
gewicht weight	.	.	.	.	.	.	10,20 14,85	0,77 1,56	.	.	.	.

s.d. = standaardafwijking/standard deviation.
v.c. = variatie-coëfficiënt/coefficient of variation.

Table 3. Published estimates of errors in measurements in centimetres.

naar beneden afgerond op hele centimeters. De grotere meetfout bij dit onderzoek in vergelijking met tabel 3 kan voor een deel hierdoor verklaard worden. De beide hoogtematen, de borstdiepte, de borstomvang en de tour-spiral zijn door éénmaal meten redelijk nauwkeurig vast te leggen. Ook de gewichtsfluctaties in de loop van die dag liggen binnen redelijke grenzen. De absolute meetfout van de kruismaten en de borstbreedte is ongeveer even groot als die van de overige maten. Procentueel zijn deze uitkomsten echter ongunstig, wat mede verklaard kan worden uit het feit dat hier gewerkt is met jonge en dus relatief kleine dieren.

Daar over de meetfout van de tour-spiral en het gewicht weinig literatuur beschikbaar is, is deze bepaald met 40 koeien (tabel 4). Bij deze dieren werd zesmaal de tour-spiral gemeten. In dit geval ligt de meetfout in de buurt van 1 %. Voor de bepaling van de variatie van het gewicht is op dezelfde manier te werk gegaan als bij het onderzoek van Vissac (1962). De hier gevonden fout kwam iets boven de

gewenste 1 %.

Om te zien of door de constructie van een waterpas op de maatstok meer nauwkeurige resultaten verkregen worden bij beide hoogtematen, zijn de 40 koeien 6 maal met en 6 maal zonder waterpas op de maatstok gemeten. De meetfouten (tabel 4) tonen aan dat het gebruik van een waterpas een gering gunstig effect heeft. Tevens blijkt hieruit dat de meetfout bij de kruishoogte geringer is dan bij de

Tabel 4. Enkele berekende meetfouten in het kader van dit onderzoek.

Eigenschap	Materiaal							
	3 stieren, 13 × gemeten				40 koeien, 6 × gemeten		4 koeien, iedere maand 1 × gemeten	
	persoon A		persoon B					
	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.
romplengte/ body length	3,78	2,55	2,85	2,02	.	.	2,50	1,65
schofthoogte/ wither height	1,30	1,07	0,84	0,69	1,54 1,45	1,22[1] 1,15[2]	1,58	1,24
kruishoogte/ pelvic height	1,48	1,17	0,85	0,68	1,28 1,10	0,99[1] 0,85[2]	1,38	1,05
borstbreedte/ chest width	0,07	0,11	0,76	1,18	.	.	1,22	1,74
borstdiepte/ chest depth	1,39	3,02	1,84	3,98	.	.	2,55	5,26
kruislengte/ pelvic length	1,33	2,53	1,40	2,44	.	.	1,28	2,43
heupbreedte/ hip width	1,27	2,79	1,94	4,28	.	.	1,45	2,55
bekkenbreedte/ pelvic width	1,99	3,94	2,22	4,48	.	.	1,20	2,26
borstomvang/ heart girth	1,38	0,76	1,59	0,90	.	.	5,63	2,87
tour-spiral/ spiral girth	2,36	1,04	2,25	0,99	2,89	1,18	.	.
gewicht/ weight	2,92	0,83	3,08	0,86	6,53	1,24[3]	45,50	7,43
	person A		person B					
	3 bulls, measured 13 times				40 cows, measured 6 times		4 cows, measured every month	
Characteristic	Material							

1. zonder waterpas/without water-level.
2. met waterpas/with water-level.
3. gewicht op opeenvolgende dagen ongeveer hetzelfde uur/weight on successive days about the same hour.

Table 4. Some calculated errors of measurement in this research.

schofthoogte, hetgeen overeenkomt met de literatuur. Weber (1957) meent, dat de hoge genetische correlatie tussen de hoogtematen erop wijst dat deze maten op een identieke genetische grondslag moeten berusten. Het meten van de kruishoogte verdient op grond van de meetfout de voorkeur boven de schofthoogte.

Bij het meten van dieren voor het vaststellen van genetische factoren moeten de maten niet alleen op een bepaald moment nauwkeurig vast te leggen zijn, maar bovendien is het nodig te weten in hoeverre de maat afhankelijk is van de conditie, waarin het dier toevallig verkeert. Met 4 koeien uit het onderzoek van Stegenga et al. (1968) is dit nagegaan. De cijfers hebben betrekking op ongeveer volwassen koeien (40 tot 60 maanden), die iedere maand eenmaal gewogen en gemeten zijn. Een nog geringe groei in deze periode is niet uitgesloten. Ook hier zijn de maten naar beneden afgerond op hele centimeters. De borstomvang, borstbreedte en het gewicht fluctueren sterk, terwijl de overige maten slechts gering variëren.

3.1.3 Vastgelegde gegevens

De keuze van de gegevens werd naast de betekenis voor de vleesproduktie en de meetfout van de waarnemingen sterk bepaald door de praktische uitvoerbaarheid. Bij het kiezen van de maten is in de eerste instantie uitgegaan van die maten die in Nederland bij de Stamboekkeuring gebruikelijk zijn. Daar is aan toegevoegd de tour-spiral, die gezien de relatie met het gewicht van belang kan zijn. De bekkenbreedte is niet in het onderzoek opgenomen vanwege de grote meetfout (tabel 3 en 4). Aanvankelijk is geprobeerd ook de pijpomvang te meten. Later is daar van afgezien op grond van praktische overwegingen. Bovendien was bij deze maat de spreiding zeer gering.

De maten, die in dit onderzoek zijn gebruikt, staan vermeld in fig. 5. Bij de hoogtematen werd met een ingebouwd waterpas de verticale stand van de stok gecontroleerd. Bij de meting van de lengte- en breedtematen werd getracht de beide vleugels van de maatstok evenwijdig te houden, zodat de werkelijke afstand zo goed mogelijk werd bepaald. Bij de omvangsmaten is er naar gestreefd de band met een gelijke kracht aan te trekken. Alle maten werden naar beneden afgerond op hele centimeters. In principe werden alle groepen dieren die vergeleken zullen worden, gemeten door dezelfde persoon, om de eventuele meetfouten tussen personen uit te schakelen.

De slachtkwaliteit werd subjectief beoordeeld met het identificatiesysteem, zoals dat beschreven is door Bergström et al. (1967). Dit is een systeem waarbij de hoeveelheid vlees, vet en been kwantitatief worden beoordeeld zonder er een kwaliteitsappreciatie aan te hechten. Op basis van kwantitatieve normen geeft men punten tussen 1 en 5. Aan ieder punt kan een plus of min worden toegevoegd, zodat er meer variatie gebracht kan worden in de beoordeling. Daarnaast is de kwaliteit van het dier als geheel benaderd met de 'totale slachtkwaliteit'. Om onderscheid te maken tussen 'kwantitatieve' en 'kwalitatieve' punten is voor de 'totale slachtkwaliteit' een puntensysteem van 1 tot 10 gebruikt.

Fig. 5. Onderzochte eigenschappen. De leeftijd wordt steeds weergegeven in dagen, de lichaamsmaten in centimeters en het gewicht in kilogrammen. De factoren bespiering, vetheid en beenderstelsel zijn subjectief beoordeeld met een kwantitatieve puntenschaal, die voor de berekeningen is getransformeerd en liep van 1 tot en met 14. De totale slachtkwaliteit wordt steeds uitgedrukt in een schaal van 1 tot en met 100.

leeftijd / *age* .....

romplengte / *body length* ..... (1)

schofthoogte / *wither height* ..... (2)

kruishoogte / *pelvic height* ..... (3)

borstbreedte / *chest width* ..... (4)

borstdiepte / *chest depth* ..... (5)

kruislengte / *pelvic length* ..... (6)

heupbreedte / *hip width* ..... (7)

borstomvang / *heart girth* ..... (8)

tour-spiral / *spiral girth* ..... (9)

gewicht / *liveweight* .....

bespiering voorhand / *musculature of forequarters* .....

bespiering middenhand / *musculature of barrel* .....

bespiering achterhand / *musculature of hindquarters* .....

vetheid / *finish* .....

beenderstelsel / *boning* .....

totale slachtkwaliteit / *general carcase quality* .....

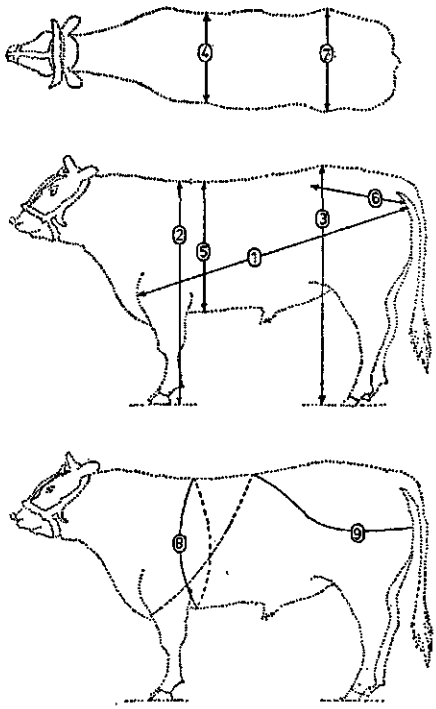


Fig. 5. Characteristics measured. Age is always given in days, body measurements in centimetres and weight in kilogrammes. The factors muscle development, finish and boning are assessed on scales from 1 to 14. General carcase quality is on a scale from 1 to 100.

3.2 Uitvoering van de proef

In dit onderzoek wordt vooral de mogelijkheid van de *individuele selectie* onderzocht. Het grootste selectie-effect kan verwacht worden bij het selecteren van fokstieren. Een selectie van de stieren op grond van hun eigen fenotype heeft alleen zin als dit fenotype wordt teruggevonden bij hun nakomelingen. Mannelijke afstammelingen worden als regel niet geregistreerd en vaker verhandeld. Bij het zoeken naar de overdracht van een eigenschap van een stier op zijn nakomelingen is men onder praktijkomstandigheden aangewezen op dochtergroepen. De gegevens van deze dochtergroepen kunnen gebruikt worden voor het toetsen van de selectiemogelijkheid via het *nakomelingenonderzoek.*

Fig. 5 geeft aan welke gegevens voor dit onderzoek zijn vastgelegd. Bij de stieren

zijn al deze gegevens bepaald. Bij de dochtergroepen speelde de factor tijd een grotere rol, zodat daar enkele maten zijn vervallen. De grootte van de meetfout en de betekenis van de maat zijn daarbij bepalend geweest; de schofthoogte en de kruislengte zijn niet gemeten. Bij de beoordeling is de bespiering niet per onderdeel vastgesteld maar uitsluitend de totale bespiering; het beenderstelsel is niet beoordeeld.

Tabel 5. Aantallen per KI-vereniging gewogen en gemeten stieren.

Ras			
FH		MRIJ	
nummer en plaats KI-station	aantal stieren	nummer en plaats KI-station	aantal stieren
2 Holten	1	1 Laren	8
4 Almelo	15	2 Holten	9
5 Hellendoorn	8	3 Apeldoorn	7
7 Ouderkerk	3	4 Almelo	11
8 Stompetoren	5	6 Heino	11
9 Sijbekarspel	9	20 Lichtenvoorde	12
10 Schagerbrug	7	21 Winterswijk	5
11 Arum	4	22 Hilvarenbeek	16
12 Giekerk	8	23 Oerlo	27
13 Stellingwerf	3	24 Lierop	11
14 Vries	8	25 Heythuyzen	9
15 Beilen	9	27 Horst	10
16 Ommen	9	28 Erp	19
17 Emmeloord	14	29 Beers	39
18 Steenwijk	12	30 Engelen	15
19 Meppel	26		
20 Lichtenvoorde	8		
21 Winterswijk	1		
26 Wijnantsrade	8		
31 Utrecht	10		
32 Utrecht	8		
totaal/total	176		209
No and place of AI centre	number of bulls	No and place of AI centre	number of bulls
Dutch Friesian		Meuse-Rhine and Yssel	
Breed			

Table 5. Number of bulls weighted and measured at different AI centres.

3.2.1 Stieren

Dit onderzoek zal zich richten op jonge dieren, omdat vooral deze voor de vleesproduktie interessant zijn. Met het oog op de individuele selectie zijn er eerst gegevens verzameld van jonge fokstieren. Van deze stieren moesten later relatief gemakkelijk nakomelingen te vinden zijn. Daarom is het onderzoek gericht op KI-stieren. Deze groep stieren is praktisch de meest geschikte groep, omdat er meerdere stieren op één plaats zijn, er op de stations vakkundig personeel aanwezig is en deze stieren door training in het algemeen goed hanteerbaar zijn. Als regel zijn deze dieren royaal opgefokt en hebben ook daarna alle kansen gekregen zich goed te ontwikkelen. Dit wordt bevestigd door het onderzoek van Cöp & Vos (1967), waarin werd gevonden, dat vrijwel al deze stieren boven hun optimale voederniveau werden gevoerd. Verschillen in gewicht en kruishoogte waren niet te verklaren uit verschillen in hoeveelheid verstrekt voer. Bij de meer intensief gevoerde stieren werd gemiddeld een iets betere conditie waargenomen.

Tussen augustus 1963 en mei 1966 zijn op een aantal KI-stations met tussenpozen van ongeveer 3 maanden alle stieren die dan jonger waren dan 3 jaar, gemeten, gewogen en beoordeeld op hun slachtkwaliteit.

In het totaal zijn er op deze manier 176 FH- en 209 MRIJ-stieren verdeeld over 32 KI-stations meer dan éénmaal gemeten. Van 22 FH- en 35 MRIJ-stieren uit dit onderzoek zijn in een later stadium dochters gemeten (tabel 5).

3.2.2 Dochtergroepen

Het onderzoek met dochtergroepen is uitgevoerd in de stalperiode, zodat in een kort tijdsbestek veel dieren gemeten konden worden. Per vereniging werden na-

Tabel 6. Aantallen per stier gemeten dochters.

Ras							
FH				MRIJ			
KI nummer	stier nummer	aantal dochters per seizoen		KI nummer	stier nummer	aantal dochters per seizoen	
		64/65	65/66			64/65	65/66
5	1	51		2	1	36	
	2	51			3	37	
9	3	56			5	50	
	4	53			6	39	
13	1	48		22	1	54	
	2	47			2	49	
	3	50			3	48	

Tabel 6. Vervolg/Table 6. Continued

AI No	Sire No	64/65	65/66	AI No	Sire No	64/65	65/66
Dutch Friesian		number of daughters per season		Meuse-Rhine and Yssel		number of daughters per season	
14	1		28	23	1	39	28
	2		32		2	20	32
	3		35		3		23
	4		32		4		33
	6		35		5		22
	7		33		6		24
15	1	50	36		7	26	33
	2	37	30		8	47	31
	3	51	27		9		32
	4	54	48		12		29
	5		14		99[1]	50	
	6		35		97[1]	48	
17	1	31		27	1	31	
	2	29			2	52	
	3	30			5	52	
					98[1]	55	
					99[1]	56	
				29	1		32
					2		29
					4		31
					7		32
					8		32
					9		31
					10		30
					11		32
					13		14
					95[1]		31
				30	2		34
					3		31
					4		31
					6		37
					7		35
					11		9
totaal/total		638	385			789	758

Breed

1. vader niet zelf onderzocht/sire not included in the study.

Table 6. The numbers of daughters measured per sire.

komelingen van meerdere stieren onderzocht, terwijl er naar gestreefd is per bedrijf dochters van meerdere stieren te meten. Alle dochters van de te vergelijken stieren zullen dan ongeveer een gelijk milieu hebben gehad. Voor dit deel van het onderzoek is gebruik gemaakt van dieren die nog niet gekalfd hebben, zodat de groei en de conditie niet beïnvloed zijn door de melkproduktie.

In de stalperiode 1963/1964 is de praktische uitvoerbaarheid van dit onderzoek getoetst. Daartoe zijn dochters van 2 FH-stieren en 4 MRIJ-stieren gewogen, gemeten en beoordeeld. In deze periode was het nog niet mogelijk nakomelingen van de stieren uit eigen onderzoek te meten.

In de winterperiode 1964/1965 konden er waarnemingen worden verricht bij dochters van stieren, die zelf ook onderzocht waren. Gezien de grote overeenkomst tussen bepaalde lichaamsmaten en het gewicht (Vos & Vos, 1967) zijn niet alle dieren gewogen, maar is volstaan met het wegen van een steekproef per dochtergroep. In dit seizoen is geprobeerd per stier 50 dochters te meten, omdat dat aantal bij een relatief lage erfelijkheidsgraad nog een redelijk betrouwbare indruk kan geven over een stier. De aantallen zijn ongeveer gelijk verdeeld over de beide veeslagen (tabel 6).

In 1965/1966 is het aantal dochters per stier verlaagd tot 30. Daardoor was het mogelijk binnen de beschikbare tijd een groter aantal stieren te bereiken. Volgens Van Montfort (1967) geeft bij een bepaalde proefcapaciteit een groter aantal vaderdieren een meer betrouwbare schatting van de genetische parameters. Ook dit jaar was het streven, de aantallen over de beide veeslagen gelijk te verdelen. Dochters van 6 FH-stieren in één gebied konden niet gemeten worden in verband met de toen heersende mond- en klauwzeer-epidemie.

4 Correctie van de gegevens

De vleesproduktie van een rund wordt beïnvloed door het genotype en het milieu (fig. 6). In praktijkmateriaal kunnen belangrijke milieuverschillen optreden. Bij het zoeken naar genetische verschillen is het gewenst dat alle omstandigheden voor de dieren zoveel mogelijk gelijk zijn. Door indeling van het materiaal kan getracht worden het milieu van de groepen ongeveer gelijk te maken. Voor invloeden die op deze manier niet zijn uitgeschakeld kan een correctie worden overwogen.

4.1 Genetische invloeden

De hoeveelheid geproduceerd vlees kan variëren met het geslacht, het ras en het genotype binnen ras en geslacht (fig. 6). Reeds bij de geboorte zijn stierkalveren gemiddeld zwaarder dan vaarskalveren en tussen het volwassen gewicht van een stier en dat van een koe bestaan grote verschillen (Vos, 1966). Ook rasverschillen zullen ten dele veroorzaakt worden door het genotype van de dieren. Vos & Van Laarhoven (1964) constateerden een duidelijk verschil tussen MRIJ- en FH-stieren

Fig. 6. Invloeden van het genotype en milieu op de vleesproduktie.

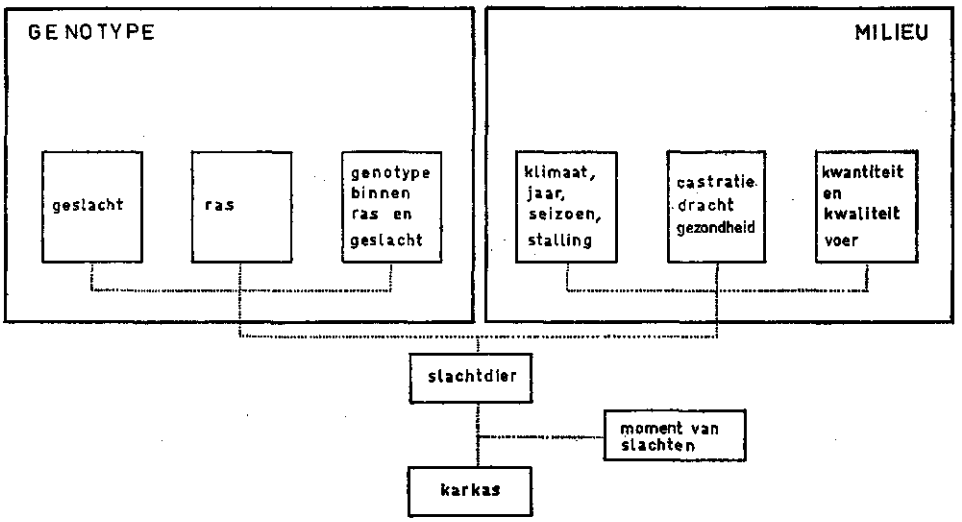


Fig. 6. Influence of genotype and environment on beef production.

wat betreft het volwassen gewicht en de leeftijd waarop dit werd bereikt. De geslachts- en rasverschillen maken het nodig dat alle analyses binnen ras en geslacht worden uitgevoerd.

Door selectie kan het gemiddelde genotype van een bepaalde groep dieren veranderd zijn, zo zullen de stieren sterk geselecteerd zijn op grond van hun fenotype. Bovendien kunnen zoons van bepaalde vaders afstammen van verschillend geselecteerde moeders. Door het aankoopbeleid kunnen er verschillen ontstaan tussen de stieren van de KI-verenigingen.

Wil men bepaalde stieren vergelijken op grond van hun nakomelingen, dan moeten de moeders van deze nakomelingen een aselecte steekproef vormen. Een KI-stier is meestal binnen één gebied (vereniging) gebruikt, waardoor de gemiddelde genetische aanleg van een moedergroep kan afwijken van die van andere moedergroepen. Vergelijking van stieren binnen één KI-vereniging maakt de kans op dit soort verschillen aanzienlijk kleiner.

Een gerichte stierkeuze binnen één vereniging kan de vergelijkbaarheid van de dochtergroepen verminderen. Daarnaast kan een verschillende selectie-intensiteit binnen de nakomelingengroepen het beeld verstoren. Een gerichte stierkeuze bij jonge stieren, waarvan de vererving nog niet bekend is, zal zich niet vaak voordoen. Praktisch alle dochters waren nog aanwezig op het bedrijf waar zij geboren waren, zodat voor de dochtergroepen geen sterk wisselend selectiebeleid gehanteerd kan zijn.

4.2 Milieu-invloeden

De ontwikkeling van een dier is afhankelijk van de hoeveelheid en kwaliteit van het opgenomen voer en van de manier waarop dit wordt benut voor de opbouw van het lichaam. De totale hoeveelheid opgenomen voer is sterk afhankelijk van de leeftijd, zodat voor een juiste vergelijking van de geschiktheid voor de vlees-

Fig. 7. Gewichtscurves van stieren die in het voorjaar en in het najaar zijn geboren.

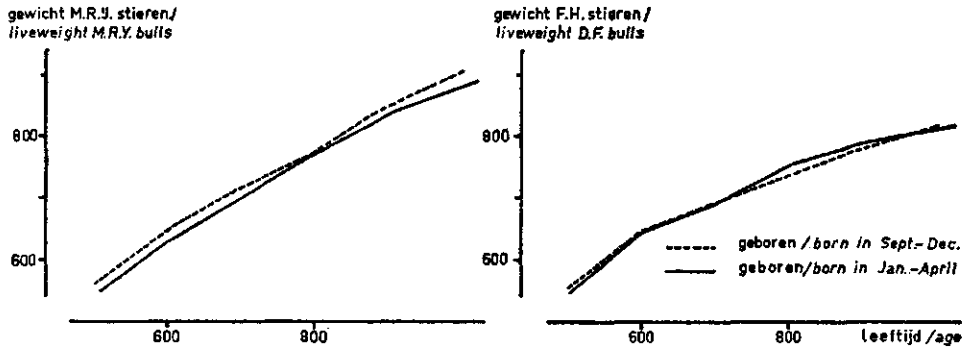


Fig. 7. Weight curves of bulls born in spring and autumn.

produktie de dieren even oud moeten zijn. Door de proefopzet is dit niet mogelijk, zodat een correctie voor de leeftijd aangebracht zal moeten worden. De hoeveelheid en de kwaliteit van het voer kan variëren met het jaar, het seizoen, het mestsysteem en de streek. De wijze waarop het voer wordt benut, wordt eveneens beïnvloed door enkele milieufactoren zoals castratie, tijdstip van eerste maal drachtig worden en de gezondheidstoestand (fig. 6).

Cöp & Vos (1967) vonden dat de stieren uit dit onderzoek die het minst intensief gevoerd werden zich even goed ontwikkelden als de anderen. Alleen bij de conditie was een geringe invloed merkbaar. Tijdens de weideperiode werd kwalitatief beter gevoerd dan tijdens de stalperiode. De dieren in de wei werden niet zwaarder maar wel iets vetter. Uit hun onderzoek kan geconcludeerd worden dat bijna al deze KI-stieren intensief werden gevoerd.

Tijdens het eerste levensjaar vond Kassab (1964) verschillen in groei bij kalveren die in verschillende seizoenen waren geboren. Bij de oudere dieren uit dit onderzoek (500 - 1000 dagen) kon deze invloed niet worden aangetoond (fig. 7).

Bij de stieren kon slechts een systematische milieu-invloed op de conditie aangetoond worden. Vrijwel alle stieren zullen dus de mogelijkheid hebben gehad hun potentiële groeicapaciteit te benutten. De gegevens van de stieren worden daarom alleen gecorrigeerd voor de leeftijd.

De vrouwelijke dieren worden gemiddeld niet extreem intensief gevoerd. Zo bestaat er een verschil tussen de weide- en de stalperiode, waardoor de groei tijdens de weideperiode beter is dan op stal (Vos, 1966). Dit vindt men ook terug in fig. 8. De dochters van stier 1703 zijn gezamelijk ingeschaard en tijdens de weideperiode drie maal gemeten en gewogen. Bij de kruishoogte volgen de tien dieren die bij het inscharen het jongste waren ongeveer hetzelfde groeiverloop als de tien oudste dieren. Het gewicht van de jongste dieren groeit op vergelijkbare leeftijd echter beter dan dat van de oudere.

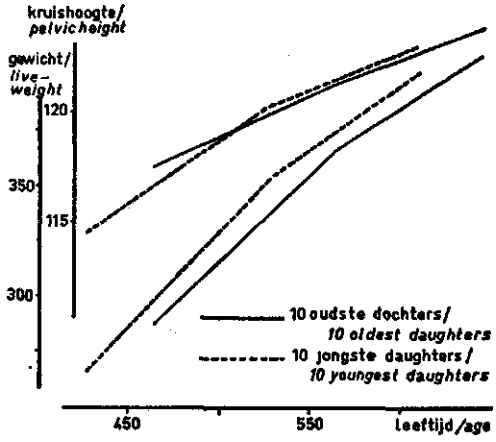


Fig. 8. Gewicht en kruishoogte van dochters van stier 1703.

Fig. 8. Liveweight and pelvic height of daughters of Sire 1703.

Tabel 7. Het gemiddeld groeiverloop van vaarzen welke in twee gebieden waren ingeschaard.

Materiaal	Eigenschap	Maand								
		mei			augustus			november		
		gebied		verschil	gebied		verschil	gebied		verschil
		A	B	A - B	A	B	A - B	A	B	A - B
dochters van stier 1799/ daughters of sire 1799	aantal/ number	16	29		16	28		11	20	
	leeftijd/ age	484,3	463,9	+20,4	585,4	541,6	+43,8	648,9	655,9	— 7,0
	gewicht/ weight	267,4	281,4	—14,0	349,6	335,5	+14,1	378,6	360,6	+18,0
	kruishoogte/ pelvic height	116,1	116,0	+ 0,1	121,1	121,1	+ 0,0	121,9	123,9	— 2,0
dochters van stier 1798/ daughters of sire 1798	aantal/ number	16	41		15	41		11	37	
	leeftijd/ age	499,0	475,5	+23,5	612,5	587,4	+25,1	686,7	655,0	+31,7
	gewicht/ weight	285,1	284,4	+ 0,7	379,9	343,5	+36,4	408,7	366,2	+42,5
	kruishoogte/ pelvic height	117,3	116,6	+ 0,7	121,2	121,4	— 0,2	123,4	123,4	+ 0,0
gehele materiaal/ total material	aantal/ number	60	163		60	159		41	142	
	leeftijd/ age	487,9	462,9	+25,0	591,1	562,3	+28,8	655,2	652,0	+ 3,2
	gewicht/ weight	284,7	277,1	+ 7,6	367,2	335,2	+32,0	398,8	361,7	+37,1
	kruishoogte/ pelvic height	116,9	116,0	+ 0,9	121,2	121,0	+ 0,2	123,0	123,4	— 0,4
		A	B	A - B	A	B	A - B	A	B	A - B
		district		difference	district		difference	district		difference
Progeny group	Trait	May			August			November		
		Month								

Table 7. Average changes in heifers put on the grass in two districts.

In fig. 9 is het gemiddelde groeiverloop geschetst van twee apart ingeschaarde groepen pinken. Hieruit blijkt dat tijdens de weideperiode belangrijke streekverschillen kunnen optreden. Dezelfde verschillen treden op binnen de dochtergroepen van één stier (tabel 7).

Ook kan van gebied tot gebied het tijdstip waarop de dieren voor de eerste maal drachtig worden verschillen.

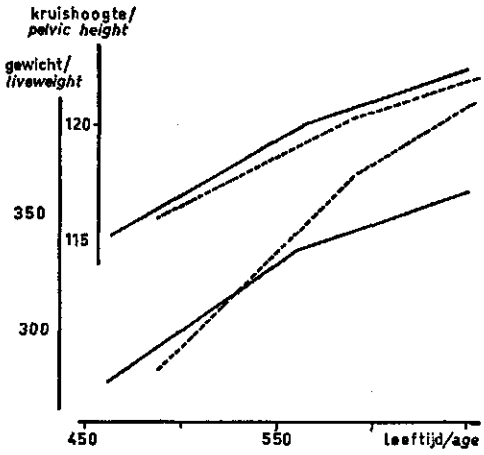


Fig. 9. Invloed van het gebied op gewicht en kruishoogte van vaarzen.

Fig. 9. Influence of district on liveweight and pelvic height of heifers.

De invloed van het jaar, het seizoen, het gebied en het tijdstip van de eerste maal drachtig worden zal enigszins worden uitgeschakeld door de berekeningen uit te voeren binnen jaar, KI-vereniging en seizoen. De bedrijfsverschillen zullen echter invloed uitoefenen op de variatie. Door de nagestreefde methode van onderzoek zullen de gemiddelden binnen de verenigingen wel vergelijkbaar zijn, zodat alleen gecorrigeerd moet worden voor de leeftijd.

4.3 Tijdelijke fluctuaties

Enkele gegevens van een koe, die iedere maand éénmaal gewogen en gemeten is, zijn uitgezet in fig. 10. Daarbij valt op, dat er vooral bij gewicht, borstomvang en borstbreedte grote fluctuaties optreden, parallel aan het drachtigheidsstadium. Dit stemt overeen met de resultaten van tabel 4, waaruit bleek dat deze drie gegevens van maand tot maand sterker fluctueerden dan op grond van de normale meetfout mag worden verondersteld.

De variatie ten gevolge van het drachtigheidsstadium kan bij een ongelijke verdeling over de dochtergroepen de vergelijking ernstig verstoren. Bovendien wordt hierdoor de variatie binnen de dochtergroepen belangrijk groter. Daarom verdient het aanbeveling te proberen deze invloed te verminderen door een correctie.

Een aantal schommelingen van veel geringere omvang kunnen optreden ten gevolge van een wisselende inhoud van het maagdarmkanaal, urineblaas en uier. Bovendien kan een tijdelijk conditieverlies een invloed uitoefenen. Bij de gekozen proefopzet zullen deze schommelingen over het algemeen volgens toeval verdeeld zijn over de te vergelijken groepen. Deze schommelingen zullen echter wel een storende invloed uitoefenen op de schatting van de fokwaarde van de dieren.

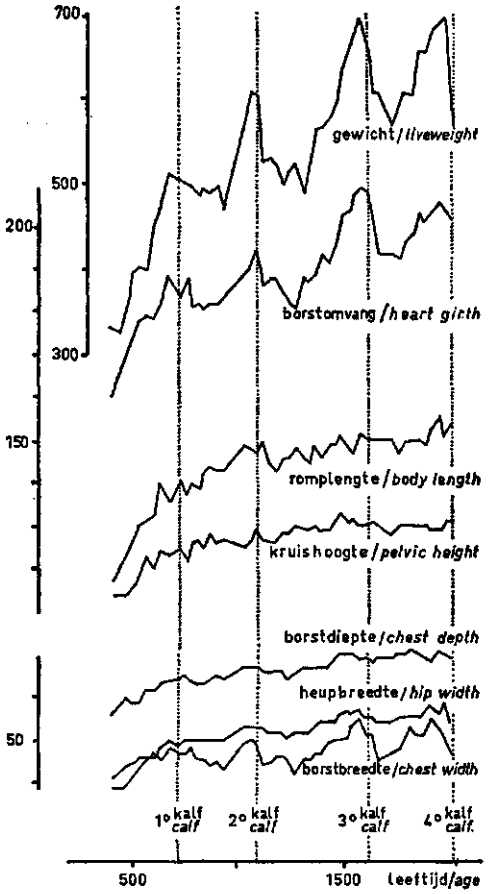


Fig. 10. Fluctuaties van het gewicht en de lichaamsmaten van een koe.

Fig. 10. Fluctuations in liveweight and body measurements of a cow.

4.4 Toegepaste correcties

Alle meet- en weeggegevens moeten worden gecorrigeerd voor de leeftijd. Alle analyses zijn uitgevoerd binnen ras en geslacht, waardoor de invloed van deze genetische factoren wordt vermeden. Bij de vrouwelijke dieren zullen de berekeningen bovendien uitgevoerd worden binnen jaar, KI-vereniging en seizoen, waardoor een aantal belangrijke milieu-invloeden worden uitgeschakeld en de invloed van eventueel bestaande genetische verschillen tussen gebieden wordt vermeden. Bij de vrouwelijke dieren zal gecorrigeerd worden voor het drachtigheidsstadium. Het grootste gedeelte van de dochters is niet gewogen. Om het gewicht van deze dieren toch te kunnen vergelijken met het gewicht van hun vaders zal dit berekend moeten worden met behulp van de maten.

4.4.1 Leeftijd

Brody (1945) maakt bij het berekenen van de groeicurve onderscheid tussen de groeiversnellende en de groeivertragende periode. De overgang tussen het exponentiële deel en het asymptotische deel zou samenvallen met de geslachtsrijpheid en het dier zou dan ongeveer 30 % van het volwassen gewicht bereikt hebben (fig. 1).

Voor de stieren zal het buigpunt liggen bij een gewicht van 300 à 400 kg. Wanneer de stieren op een leeftijd van ongeveer één jaar op het KI-station komen, mag op grond van de geslachtsrijpheid en het gewicht worden aangenomen dat zij het buigpunt gepasseerd zijn. Dit wordt bevestigd in fig. 11; bij beide rassen ligt het buigpunt beneden een leeftijd van ongeveer 300 dagen.

Uit het onderzoek van Kassab (1964) kan berekend worden dat het buigpunt bij vrouwelijke dieren iets eerder optreedt dan bij mannelijke dieren. Bij kalveren van het Laboratorium voor Veeteeltwetenschap werd dit verschil echter niet gevonden voor het FH-ras (tabel 8). Deze gegevens hadden echter betrekking op slechts 25 kalveren per ras per geslacht. Gemiddeld zijn echter de vrouwelijke dieren het buigpunt gepasseerd bij 250 dagen.

Brody (1945) meent dat bij de lichaamsmaten na de geboorte nauwelijks sprake is van een exponentieel verloop. Uit tabel 8 blijkt dat aanvankelijk de groei per dag van de maten nog iets toeneemt, maar het eventuele buigpunt treedt bij de maten duidelijk eerder op dan bij het gewicht.

De mannelijke dieren in dit onderzoek waren ouder dan 300 dagen en de vrouwelijke ouder dan 250 dagen. Bij de berekening van de groeicurves kan daarom volstaan worden met een bewerking van het asymptotische deel van de curve.

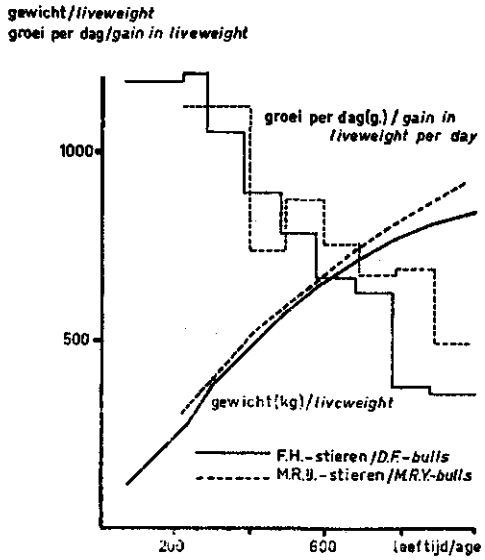


Fig. 11. Gemiddeld gewicht en groei per dag van de stieren.

Fig. 11. Average liveweight and gain in liveweight per day of the bulls.

Tabel 8. De groei per dag bij kalveren.

Materiaal	Leeftijds-traject	Eigenschap					
		romp-lengte	kruis-hoogte	borst-breedte	borst-omvang	tour-spiral	gewicht
25 FH-stieren/ DF-bulls	0,0						
							—0,01
	11,8						
		0,22	0,17	0,10	0,32	0,37	0,50
	42,1						
		0,29	0,16	0,11	0,34	0,43	0,80
	83,4						
		0,28	0,20	0,07	0,35	0,45	1,02
	131,6						
		0,18	0,14	0,08	0,25	0,26	1,00
	199,6						
		0,15	0,10	0,07	0,22	0,28	0,95
	276,4						
25 FH-vaarzen/ DF-heifers	0,0						
							—0,05
	8,6						
		0,22	0,16	0,12	0,32	0,34	0,43
	25,6						
		0,24	0,16	0,07	0,30	0,31	0,58
	62,6						
		0,21	0,16	0,07	0,24	0,31	0,63
	123,4						
		0,21	0,12	0,04	0,24	0,28	0,77
	192,6						
		0,14	0,11	0,07	0,23	0,24	0,80
	252,9						
		0,09	0,07	—0,01	0,09	0,16	0,39
	299,9						
25 MRIJ-stieren/ MRY-bulls	0,0						
							—0,07
	14,5						
		0,22	0,14	0,07	0,28	0,34	0,51
	47,4						
		0,26	0,19	0,11	0,34	0,35	0,86
	89,0						
		0,21	0,15	0,08	0,29	0,37	0,88
	138,2						
		0,20	0,14	0,07	0,25	0,32	0,98
	201,5						
		0,19	0,12	0,06	0,23	0,31	1,06
	275,4						

Tabel 8. Vervolg/Table 8. Continued

Material	Age	Characteristic					
		body length	pelvic height	chest width	heart girth	spiral girth	weight
25 MRIJ-vaarzen/ MRY-heifers	0,0						
							0,24
	10,3						
		0,14	0,16	0,06	0,25	0,34	0,28
	27,3						
		0,24	0,15	0,07	0,36	0,48	0,72
	55,2						
		0,19	0,12	0,06	0,20	0,27	0,52
	100,2						
		0,23	0,17	0,07	0,26	0,31	0,85
	160,9						
		0,13	0,10	0,02	0,17	0,20	0,63
	235,7						
		0,13	0,10	0,08	0,22	0,23	0,78
	298,1						

Table 8. Growth of calves per day.

Brody (1945) geeft als model voor de berekening van dit deel van de groeicurve:

$$W = A - Be^{-kt}$$

Om aan de eisen van een groeicurve te voldoen geldt dat A, B en k groter moeten zijn dan nul. Schatting van de parameters kan geschieden door het minimaliseren van:

$$\sum_{i=1}^{n} [W_i - A + Be^{-kt_i}]^2$$

Deze vergelijking is slechts op te lossen door iteratie, uitgaande van beginschattingen van A, B en k. Bij weinig waarnemingen in een relatief kort leeftijdstraject krijgt men echter geen nauwkeurige schattingen van de parameters, omdat A en B volgen uit een sterke extrapolatie. Binnen het waarnemingsinterval kan men een vrij goede aansluiting vinden. Dit is echter een zeer intensieve rekenmethode, die bij een onjuiste beginschatting van de parameters tot een zeer onwaarschijnlijk resultaat kan leiden.

Hetzelfde resultaat kan eenvoudiger bereikt worden door als extra gegeven het snijpunt met de leeftijdsas (t_o) te accepteren (fig. 12). De t_o voor de verschillende maten is geschat aan de hand van een aantal groeicurves die berekend waren volgens de hiervoor beschreven methode (tabel 9). Het model wordt dan:

$$W = A - Ae^{-k(t-t_o)}$$

Dit model voldoet aan de eisen van een groeicurve als A en k groter zijn dan nul. Voor de schatting van de parameters moet de volgende factor geminimaliseerd worden:

$$\sum_{i=1}^{n} [W_i - A + Ae^{-k(t_i - t_o)}]^2$$

Ook deze vergelijking wordt opgelost door iteratie, uitgaande van beginschattingen van A en k (tabel 9). Deze methode gaat sneller en geeft vaker een meer bevredigende oplossing.

Wanneer de waarnemingspunten ver verwijderd liggen van de waarde op volwassen leeftijd, krijgt men soms onwaarschijnlijk hoge A-waarden. Om dit te corrigeren wordt na het oplossen van de vergelijking gecontroleerd of de waarde groter is dan een maximaal acceptabele waarde, die vooraf is vastgesteld (tabel 9). Indien de berekende A groter is, dan wordt deze maximale waarde als gegeven geaccepteerd en opnieuw de bijbehorende k berekend.

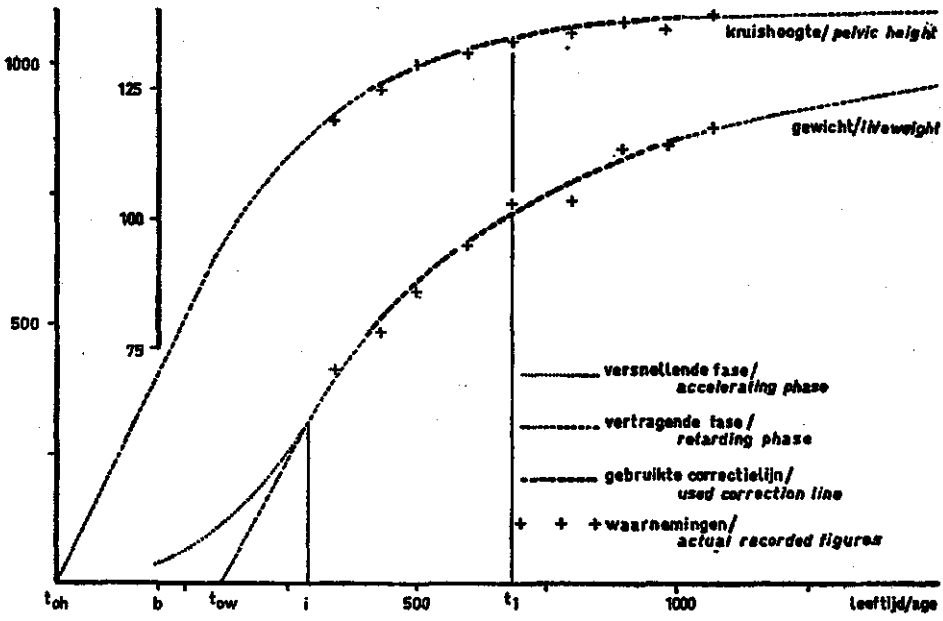
Het gewicht is het laatst volgroeide gegeven, zodat deze mogelijkheid bij het gewicht vaker optreedt dan bij de maten. Daarom is voor het gewicht een andere procedure gevolgd. Als het berekende volwassen gewicht meer dan 150 kg afwijkt van wat men op grond van de borstomvang mag verwachten, dan wordt dit gewicht geschat met behulp van de borstomvang van het volwassen dier (Vos & Vos, 1967; tabel 10). Ook daarna wordt k opnieuw berekend.

Tabel 9. Basisgegevens voor de berekening van de groeicurves.

Eigenschap	Basisgegevens					
	t_0	volwassen waarde (A)		k	maximale A-waarde	
		♂	♀		♂	♀
romplengte/body length	—150	170	145	0,0020	185	170
schofthoogte/wither height	—250	140	.	0,0020	155	.
kruishoogte/pelvic height	—200	140	130	0,0020	155	140
borstbreedte/chest width	— 50	50	45	0,0020	70	60
borstdiepte/chest depth	—150	80	70	0,0020	95	85
kruislengte/pelvic length	—150	60	.	0,0020	70	.
heupbreedte/hip width	—100	60	50	0,0020	75	66
borstomvang/heart girth	—100	230	195	0,0020	265	225
tour-spiral/spiral girth	—100	300	230	0,0020	330	270
gewicht/liveweight	+100	1100	600	0,0015	.	.
		♂	♀		♂	♀
	t_0	mature value (A)		k	maximum A value	
Characteristic	Initial data					

Table 9. Initial data for computing the growth curves.

Fig. 12. Groeicurves van stier 1913.



Correctie lijnen/correction lines $W = 1006 - 1242\ e^{-0{,}0021\ t}$

$H = 140 - 68\ e^{-0{,}0066\ t}$

b = geboorte/birth

t_0 = snijpunt leeftijdsas/point of intersection

i = buigpunt/inflexion point

t_1 = tijd die nodig is voor/time taken to $W = 0.70\ A_w$

$H = 0.96\ A_H$

Fig. 12. Growth curves of Bull 1913.

Tabel 10. Parameters voor het schatten van het gewicht met behulp van de borstomvang (Gewicht = a × Borstomvang ^{b}).

Ras	Geslacht	a	b
FH/DF	♂	0,00028	2,763
	♀	0,00034	2,711
MRIJ/MRY	♂	0,00024	2,795
	♀	0,00031	2,740
Breed	**Sex**	**a**	**b**

Table 10. Parameters to estimate weight from heart girth (Weight = a × Heart girth ^{b}).

Soms resulteert de methode van Brody in een negatieve A en k, bijvoorbeeld wanneer slechts waarnemingen bekend zijn over een kort leeftijdstraject. Voor dit traject wordt dan een lineair verloop aangenomen. De regressie tussen het gegeven en de leeftijd dient daarbij positief te zijn. Als de berekening resulteert in een negatieve regressie dan wordt deze op nul gesteld.

Alle meet- en weeggegevens van iedere stier zijn op deze manier bewerkt. Door interpolatie zijn de maten en het gewicht herleid tot op veelvouden van 100 dagen. In fig. 12 wordt een voorbeeld gegeven van berekende groeicurves voor het gewicht en de kruishoogte.

De gemiddelde groeicurves van de dochtergroepen zijn in principe op dezelfde manier berekend. Alle dochters zijn slechts éénmaal onderzocht, daarom is de berekening gebaseerd op gegevens van verschillende dochters, waarvan de leeftijd verdeeld was over een bepaald traject. Iedere dochter kan nu gecorrigeerd worden voor de leeftijd door verschuiving van de gegevens langs de gemeenschappelijke

Tabel 11. De relatie tussen de gegevens van zoongroepen, welke op een verschillende manier zijn gecorrigeerd voor de leeftijd.

Nummer vader	Aantal zoons	Wijze van correctie	Eigenschap								
			kruishoogte			borstomvang			gewicht		
			x̄	s.d.	r	x̄	s.d.	r	x̄	s.d.	r
9018	13	A	134,7	2,3		208,9	5,1		717,6	39,0	
		B	134,5	2,0	0,70	208,9	4,7	0,63	719,4	32,2	0,71
		C	134,5	3,3	0,95	211,1	5,3	0,74	727,6	42,2	0,77
9002	14	A	131,9	2,7		205,5	5,1		686,5	36,5	
		B	131,8	2,2	0,87	205,3	5,2	0,75	692,9	42,5	0,93
		C	131,9	2,6	0,67	205,7	4,4	0,69	685,7	49,4	0,82
Sire No	Number of sons	Correction method	pelvic height			heart girth			weight		
			Characteristic								

A. correctie naar 700 dagen met de individuele groeicurves van de zoons/correction to 700 days with the individual growth curves of the sons.
B. van elke zoon één willekeurig meetpunt evenwijdig verplaatst langs de groeicurve van de zoongroep/for each son one arbitrary point is taken and corrected to 700 days parallel to the average growth curve of the group.
C. idem met een ander meetpunt van elke zoon/as Method B with another arbitrary point of each son.
x̄. gemiddelde per groep/mean of the group.
s.d. standaardafwijking per groep/standard deviation per group.
r. correlatie tussen de gegevens die met methode A en methode B respectievelijk C zijn gecorrigeerd/correlation between data corrected by Method A and by Method B or C respectively.

Table 11. The relation between the data of son groups which are corrected for age in different ways.

groeicurve. Aan deze werkwijze is het risico verbonden dat door eventuele fouten in de groeicurve verkeerde informaties worden verkregen over de verschillen tussen de dochtergroepen.

In hoeverre dit kan optreden is nagegaan met twee zoongroepen. Per zoon is de groeicurve van iedere eigenschap berekend en daarna is op grond hiervan gecorrigeerd naar een leeftijd van 700 dagen (fig. 12; systeem A). Daarnaast zijn per zoon volgens toeval gegevens van één willekeurige meetdag gekozen, waaruit, analoog aan de dochtergroepen, gemiddelde groeicurves zijn berekend. Langs deze groeicurves is gecorrigeerd naar een leeftijd van 700 dagen (systeem B en C). Deze verschillende wijze van corrigeren mag geen invloed hebben op de gemiddelden en standaardafwijkingen. Bovendien is een hoge correlatie gewenst tussen de verschillend gecorrigeerde gegevens. Uit tabel 11 blijkt dat over het algemeen aan deze voorwaarden is voldaan, ondanks het feit dat slechts gegevens beschikbaar waren van respectievelijk 13 en 14 zoons per vader.

Dochtergroepen van drie stieren zijn tijdens de weideperiode gemeenschappelijk ingeschaard en in die periode drie maal gemeten en gewogen. Het effect van een

Tabel 12. De relatie tussen de gegevens van dochtergroepen, welke op verschillende wijze zijn gecorrigeerd voor de leeftijd.

Nummer vader	Aantal dochters	Wijze van correctie	Eigenschap								
			kruishoogte			borstomvang			gewicht		
			x̄	s.d.	r	x̄	s.d.	r	x̄	s.d.	r
1701	29	B	121,4	2,1		165,4	4,8		365,0	19,0	
		D	121,6	2,2	0,81	166,0	4,8	0,84	364,3	21,3	0,79
1702	28	B	119,1	2,0		163,9	4,7		349,1	21,2	
		D	119,1	2,1	0,88	163,9	4,5	0,96	348,3	21,6	0,93
1703	30	B	121,1	2,5		165,8	4,1		364,9	22,5	
		D	121,0	2,5	0,99	165,9	4,4	0,95	363,8	24,4	0,96
Sire No	Number of daughters	Correction method	pelvic height			heart girth			weight		
			Characteristic								

B. gegevens van één meting van elke dochter gecorrigeerd langs de gemiddelde groeilijn berekend binnen de groep naar een leeftijd van 550 dagen/data from one measurement of each daughter corrected to 550 days parallel to the growth curve of that group.
D. lineaire correctie van elke dochter naar 550 dagen tussen twee meetpunten/each daughter corrected to 550 days by the straight line between two measurements.
x̄. gemiddelde per groep/mean of the group.
s.d. standaardafwijking per groep/standard deviation per group.
r. correlatie tussen de gegevens die met methode B en D zijn gecorrigeerd/correlation between the corrected data on both ways.

Table 12. The relation between data of daughter groups which are corrected for age in different ways.

Tabel 13. Gegevens van de dochtergroepen van één KI-vereniging op verschillende manieren gecorrigeerd voor de leeftijd.

Nummer stier	Aantal dochters	Manier van corrigeren	Eigenschap					
			kruishoogte		borstomvang		gewicht	
			x̄	s.d.	x̄	s.d.	x̄	s.d.
2901	32	B	118,1	4,2	160,8	8,4	333,0	45,6
		E	118,0	4,1	160,8	8,4	332,2	45,7
2902	29	B	115,1	3,3	157,4	7,7	320,7	39,6
		E	117,0	3,7	161,1	8,3	333,6	40,7
2904	31	B	117,5	2,9	160,8	8,0	332,6	41,3
		E	117,3	3,0	163,0	8,2	335,8	41,4
2907	32	B	117,7	3,5	160,1	6,3	328,5	31,6
		E	117,6	3,5	160,0	6,3	328,5	31,6
2908	32	B	114,7	3,6	156,0	7,1	306,6	36,1
		E	115,1	3,6	158,3	7,3	317,7	36,9
2909	31	B	115,3	4,4	159,3	8,8	325,2	43,7
		E	115,3	4,4	159,3	8,8	324,9	43,7
2910	30	B	114,9	3,0	157,0	6,0	314,6	30,5
		E	116,4	3,2	159,7	6,3	324,4	32,4
2911	32	B	116,6	3,9	160,2	7,9	326,2	39,4
		E	116,7	3,9	160,2	7,9	326,4	39,4
Sire No	Number of daughters	Correction method	pelvic height		heart girth		weight	
			Characteristic					

B. gegevens van elke dochter gecorrigeerd langs de groeilijn van die groep naar een leeftijd van 500 dagen/data from each daughter corrected to 500 days parallel to the growth curve of that group.
E. gegevens van de dochters gecorrigeerd naar 500 dagen langs de gemiddelde groeilijn van alle gemeten dochters in deze vereniging/data from each daughter corrected to 500 days parallel to the average growth curve of all the measured daughters in this association.
x̄. gemiddelde per groep/mean of the group.
s.d. standaardafwijking binnen de groep/standard deviation within group.

Table 13. Data of daughter groups of one AI association corrected for age in different ways.

correctie naar leeftijd evenwijdig aan de gemiddelde groeicurve van de dochtergroep kan ook met deze gegevens gecontroleerd worden. Met de gegevens van de middelste meting zijn per groep de groeicurves berekend en de afzonderlijke gegevens gecorrigeerd naar 550 dagen (systeem B). Daarnaast konden de gegevens per individu gecorrigeerd worden naar een leeftijd van 550 dagen door lineaire interpolatie tussen de twee meetdata die het dichtst bij 550 dagen lagen (systeem D). De gemiddelden en standaardafwijkingen per dochtergroep blijken goed overeen te komen, terwijl de correlatie tussen de gegevens hoog is (tabel 12). Bij dit materiaal bestond het gevaar dat de vergelijkbaarheid verstoord zou worden door

een geringe seizoensinvloed (fig. 8).

Een mogelijk alternatief is correctie naar leeftijd langs de groeicurve van de populatie van een bepaald district. Dit is nagegaan binnen een KI-vereniging (tabel 13). Eerst zijn deze gegevens gecorrigeerd langs de groeilijn van de dochtergroep (systeem B) en vervolgens langs de groeilijn van alle dochters van deze vereniging (systeem E). Beide systemen geven niet altijd hetzelfde gemiddelde, terwijl over het algemeen een standaardafwijking iets groter wordt. Deze verschillen kunnen ontstaan als de groeicurve van een bepaalde dochtergroep duidelijk afwijkt van de groeicurve van de populatie. Indien men zou kiezen voor een correctie langs de lijn van de populatie, dan zou men er van uitgaan dat een specifiek groeiverloop per individu of per dochtergroep niet zou bestaan (fig. 2). Bij een correctie langs de groeilijn van de populatie zal, als de groeicurve van een groep sterk afwijkt, het gemiddelde van de groep (na correctie) tevens afhankelijk zijn van de leeftijd. Dit wordt bevestigd in tabel 14. De stieren 2909 en 2910 hebben een afwijkend groeiverloop (tabel 13). Indien men corrigeert langs de populatielijn, wijkt in de meeste gevallen het gemiddelde van de jongste dieren af van het gemiddelde van de oudste. Dit is duidelijk minder het geval na correctie langs de individuele lijn.

Voor een vergelijking van de verschillende dochtergroepen, zijn de gegevens gecorrigeerd langs de groeicurve, die berekend is voor de betrokken dochtergroep. De onvermijdelijke fouten zullen hierdoor vrij klein zijn (tabel 11 en 12).

Tabel 14. De gemiddelde gegevens van de oudste en jongste groep dochters van twee stieren op verschillende wijze gecorrigeerd voor de leeftijd (zie tabel 13).

Nummer stier	Groep	Eigenschap					
		kruishoogte		borstomvang		gewicht	
		B	E	B	E	B	E
2902	15 jongste dochters/ youngest daughters	115,4	118,3	157,2	162,7	321,1	340,3
	14 oudste dochters/ oldest daughters	114,8	115,6	157,8	159,3	320,3	326,6
2910	15 jongste dochters/ youngest daughters	115,6	116,2	157,9	159,0	313,9	317,2
	15 oudste dochters/ oldest daughters	114,3	116,6	156,0	160,3	315,3	329,7
Sire		pelvic height		heart girth		weight	
No	Group	Characteristic					

Table 14. The average data of the youngest and oldest group of daughters of two sires corrected for age in different ways (see Table 13).

4.4.2 Schatten van het volwassen gewicht en de mate van vroegrijpheid

Het gewicht en de maten van een dier op een gegeven leeftijd zijn afhankelijk van de mate van vroegrijpheid en het niveau van het gegeven op volwassen leeftijd. Beide factoren berusten mogelijk op verschillende genetische grondslagen, zodat een afzonderlijke analyse interessant kan zijn. Bij de leeftijdscorrectie is getracht per dier of per groep een groeicurve te schatten. De A-waarde uit de formule van Brody (1945) geeft informatie over het niveau van het volwassen gegeven en de k-waarde over de mate van vroegrijpheid. Men kan de mate van vroegrijpheid uitdrukken in een tijdseenheid door te berekenen hoeveel tijd er nodig is om een gegeven stadium van ontwikkeling te bereiken (fig. 12). Men kan hiervoor alleen normale groeicurves gebruiken, waarbij op rekenkundige wijze de A- en k-waarden zijn geschat.

In de aanvankelijk gekozen proefopzet waren wij geïnteresseerd in de jeugdgroei van de verschillende dieren, zodat slechts een deel van de groeicurve is gebaseerd op waarnemingen. Bij de analyse van het volwassen gewicht en de mate van vroegrijpheid moet worden bedacht, dat er gebruik is gemaakt van een extrapolatie, hetgeen zijn consequenties heeft voor de nauwkeurigheid.

Ook de relatieve toename ten opzichte van de reeds bereikte ontwikkeling kan

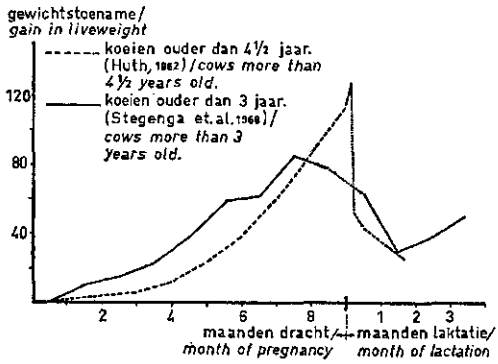


Fig. 13. Gewichtsverloop tijdens dracht en lactatie.

Fig. 13. Liveweight during pregnancy and lactation.

Tabel 15. Toegepaste correctie voor het drachtigheidsstadium.

Drachtigheidsstadium (maanden)	Correctie per eigenschap			
	gewicht	borstomvang	tour-spiral	borstbreedte
1 tot 6	0	0	0	0
6 tot 8	—30	—3	—3	—2
8 en 9	—45	—4	—4	—2
Period in calf (months)	weight	heart girth	spiral girth	chest width
	Characteristic			

Table 15. Corrections at different stages of gestation.

informatie geven over de mate van vroegrijpheid. De relatieve groei kan berekend worden binnen het leeftijdstraject waarover gegevens bekend zijn. Hierdoor wordt het bezwaar van een extrapolatie voorkomen, terwijl het tevens niet nodig is dat de volledige groeicurve bekend is.

4.4.3 Drachtigheidsstadium

Tijdens de dracht neemt het gewicht van een rund toe met gemiddeld ongeveer 125 kg (Huth, 1962; fig. 13). Met het kalven treedt er een plotselinge gewichtsdaling op en daarna zal de conditie van de koe geleidelijk dalen ten gevolge van de melkproduktie. Ondanks het feit dat Huth met oudere koeien (ouder dan 4,5 jaar) werkte, ontstaat de indruk dat bij de gewichtstoename tijdens de dracht ook nog sprake is van een geringe groei der dieren zelf. Ook met de dieren uit het onderzoek van Stegenga et al. (1968) is het gewichtsverloop tijdens dracht en lactatie gevolgd. Deze cijfers hebben betrekking op dieren die minstens voor de tweede maal drachtig waren. De lijn voor deze dieren toont dezelfde tendens als bij Huth, maar de toename in het eerste deel is sterker omdat de dieren van Stegenga et al. jonger waren en dus nog meer eigen groei vertoonden (fig. 13).

Om de afwijking ten gevolge van dracht en lactatie te berekenen moet de eigen gewichtstoename worden uitgeschakeld. In fig. 14 is de afwijking ten opzichte van de groeicurve uitgezet. Als een koe pas gekalfd heeft, is het gewicht niet meer afhankelijk van de extra zware baarmoeder en nog niet van het conditieverlies ten

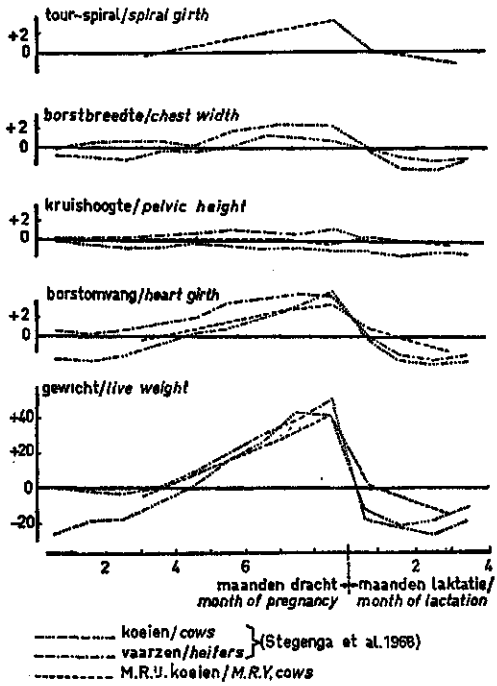


Fig. 14. Afwijking van de gemiddelde groeicurve tengevolge van de dracht en lactatie.

Fig. 14. Deviation from mean growth curve by pregnancy and lactation.

gevolge van de melkproduktie. Bij de correctie voor de dracht is van dit moment uitgegaan. Ditzelfde niveau wordt door vaarzen gevolgd tot een dracht van vijf maanden, zodat tot en met een dracht van vijf maanden geen correctie nodig is.

Van de dochters was bekend of zij pas drachtig waren (een tot zes maanden), iets langer (zes tot acht maanden) of hoogdrachtig (acht tot negen maanden). De toegepaste correctiefactoren staan vermeld in tabel 15.

4.4.4 Schatten van het gewicht

De dochters van de stieren uit dit onderzoek zijn niet allemaal gewogen. Om toch de gewichten van de dochters te kunnen vergelijken met die van hun vaders moet het gewicht worden geschat met behulp van de lichaamsmaten.

Het verband tussen de maten en het gewicht is niet lineair; de lijn wordt steiller naarmate de maten groter worden. Zo is de regressie tussen de borstomvang en het gewicht bij een borstomvang van 100 cm ongeveer 2,5 kg en bij een omvang van 200 cm ongeveer 8,5 kg (Vos & Vos, 1967). Volgens Johansson & Hildeman (1954) kan over een kort traject een lineair verloop worden aangenomen. Vos & Vos (1967) vonden dat een combinatie van borstomvang en tour-spiral gemiddeld de beste schatting leverde; deze schatting werd niet beter door bovendien gebruik te maken van de kruishoogte.

Uit wegingen van 118 FH- en 146 MRIJ-vaarzen zijn na een correctie voor de dracht de formules voor schatten van het gewicht berekend. Ook hier leverde de kruishoogte geen bijdrage tot de nauwkeurigheid van de schatting, zodat voor de berekening van het gewicht gebruik is gemaakt van de borstomvang en de tour-spiral. Er werd geen verschil gevonden tussen een lineaire en een logaritmische benadering. Dit betekent dat dit relatief korte traject als lineair mag worden beschouwd. Bij de FH-dochters werd gevonden:

$$G = 3{,}06 \times \textit{borstomvang} + 1{,}57 \times \textit{tour-spiral} - 482$$

Voor MRIJ-vaarzen werd de formule:

$$G = 2{,}81 \times \textit{borstomvang} + 2{,}10 \times \textit{tour-spiral} - 560$$

De hierbij gevonden restvarianties bedroegen respectievelijk 18,2 en 17,1 kg^2.

4.4.5 Subjectieve beoordeling van de slachtkwaliteit

In het karkas van een nuchter kalf zit relatief veel bot en weinig vet. Aanvankelijk stijgt het vleespercentage, waardoor het percentage bot daalt. Vervolgens begint het dier in sterke mate vet af te zetten, waardoor het percentage vlees en bot daalt, terwijl het aanhoudingspercentage stijgt (fig. 15). De slachtkwaliteit zal afhankelijk zijn van het ontwikkelingsstadium en dus ook van de leeftijd.

Gezien het verband tussen de groeicurve en de slachtkwaliteit kunnen bepaalde milieufactoren op beide een invloed uitoefenen. Zo zal een intensieve voeding vooral effect hebben op de vetafzetting en het aanhoudingspercentage (Guenther et al., 1965).

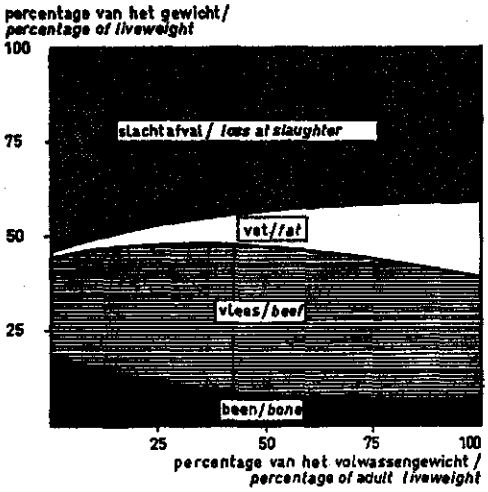


Fig. 15. Samenstelling van een rund ten opzichte van het ontwikkelingsstadium van het gewicht.

Fig. 15. Composition of cattle in relation to stage of development.

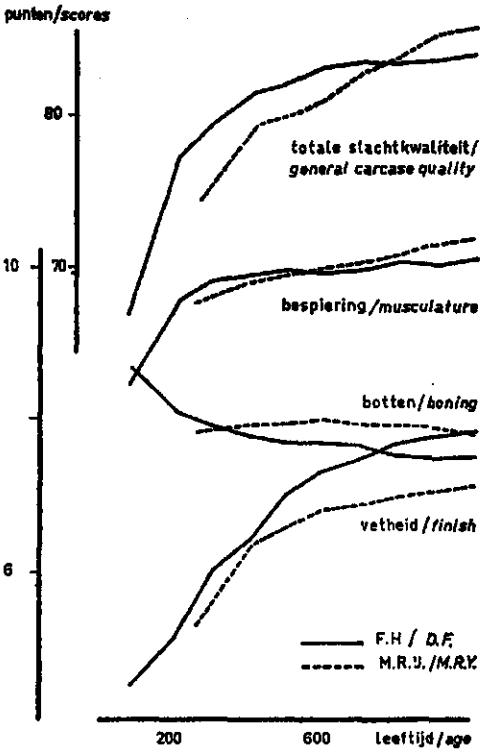


Fig. 16. Gemiddeld toegekende punten voor de slachtkwaliteit van de dieren.

Fig. 16. Mean scores for carcase quality of the bulls.

De dieren uit dit onderzoek zijn op hun slachtkwaliteit beoordeeld met het identificatie-systeem (Bergström et al., 1967). De onderdelen bespiering, vetheid en beenderstelsel worden daarbij kwantitatief beoordeeld aan de hand van een puntenschaal van 1 tot 5, waarbij ieder punt onder verdeeld is in drie klassen (1^-, 1, 1^+, etc.). Voor de berekening is dit puntensysteem getransformeerd in cijfers, waarbij 1 in de plaats is gekomen voor 1^-, 2 voor 1, 3 voor 1^+, etc. tot en met 14 voor 5. De totale slachtkwaliteit is beoordeeld met een kwalitatief puntensysteem van 1 tot 10, waarbij geprobeerd is tot op één decimaal de kwaliteit aan te geven.

Fig. 16 geeft de gemiddelde punten voor de slachtkwaliteit van de stieren. Het verloop van de lijnen vertoont een overeenkomst met het patroon van fig. 15. In het onderzochte traject is het verschil tussen de oudste en de jongste groep relatief gering (meestal minder dan één klasse). Bovendien zijn de verschillen binnen de leeftijdsgroepen aanzienlijk groter dan de verschillen tussen de groepen, zodat het niet mogelijk is om op zinvolle wijze het verband tussen leeftijd en subjectieve beoordeling per dier te berekenen.

De maten en het gewicht zijn herleid tot op veelvouden van 100 dagen, daarom is het gewenst dit ook te doen voor de slachtkwaliteit. Bij de stieren is dit gebeurd door een lineaire interpolatie tussen de gegevens van twee dagen die het dichtst bij het betrokken punt lagen. Voor het vaststellen van de slachtkwaliteit bij een gegeven ontwikkelingsstadium wordt eerst geschat welke leeftijd behoort bij dat stadium (paragraaf 4.4.2) en vervolgens is met bovenstaande methode de bijbehorende slachtkwaliteit berekend.

Bij de dochtergroepen wordt het lineaire verband tussen de leeftijd en de beoordeling per groep bepaald. Evenals bij de maten en het gewicht worden de gegevens van de individuele dieren langs deze lijnen gecorrigeerd.

5 Resultaten van het onderzoek

5.1 Gemiddeld verloop van de eigenschappen

5.1.1 Stieren

Binnen het leeftijdstraject van 400 - 1000 dagen zijn de gegevens per stier op basis van de groeicurve gecorrigeerd voor de leeftijd. Hierdoor is een schatting van het gegeven op volwassen leeftijd mogelijk en is de mate van vroegrijpheid te berekenen. Helaas berusten deze gegevens op een extrapolatie (paragraaf 4.4.2).

Tabel 16 geeft het gemiddelde groeiverloop. De gegevens van de volwassen dieren zijn gemiddelden van die stieren waarvoor een normale curve kon worden berekend. Daar extreem hoge waarden niet geaccepteerd zijn (zie 4.4.1), kan het gevonden gemiddelde iets lager zijn dan de werkelijke waarde. Het valt op dat voor bepaalde eigenschappen het aantal berekende curves hoger is dan bij andere eigenschappen. Dit zal mede afhankelijk zijn van de meetfout (tabel 3 en 4). Zo is de meetfout bij de romplengte groter dan die bij de schofthoogte; het aantal curves bij de romplengte is kleiner dan bij de schofthoogte. Daarnaast speelt de totale groei in het betrokken traject een rol. De borstomvang groeit 54 cm, terwijl bijvoorbeeld de kruishoogte slechts 16 cm toeneemt; bij de borstomvang konden meer curves worden berekend dan bij de kruishoogte.

De cijfers omtrent de kruishoogte en het gewicht komen vrij goed overeen met die van op keuringen onderzochte stieren (Vos & Van Laarhoven, 1964). Alleen het gewicht van de volwassen dieren is in ons onderzoek iets lager. Mogelijk is dat veroorzaakt door het uitsluiten van hoge waarden en/of de extra conditie van de op keuringen ingezonden dieren.

De verschillen tussen FH- en MRIJ-stieren zijn aanvankelijk betrekkelijk gering. Later worden de MRIJ-stieren duidelijk groter en zwaarder. Dit wijst er op dat de MRIJ-stieren aanvankelijk relatief langzamer groeien. Uit tabel 17 blijkt dat op gelijke leeftijd de roodbonte stieren steeds minder volgroeid zijn.

Niet alle maten groeien in het zelfde tempo naar hun uiteindelijke niveau. Huth (1968) meldt dat de kruishoogte van vrouwelijke runderen bij de geboorte reeds 55 % van het volwassen stadium heeft bereikt, de schofthoogte 53 %, de romplengte 40 %, de borstomvang 38 %, de borstdiepte 37 %, de borstbreedte 33 % en het gewicht 6 %. Dit betekent dat een kalf in vergelijking met een volwassen dier relatief kort, smal en licht is. Dit is eveneens het geval bij de groeiende stieren (tabel 17 en 18). Daarnaast lijkt het op basis van de cijfers van oudere dieren

Tabel 16. Gemiddelde lichaamsmaten, gewicht en subjectieve beoordeling slachtkwaliteit bij de stieren.

Eigenschap	Ras	Leeftijd				Volwassen	
		400	600	800	1000	eigen-schap	aantal
aantal/number	FH	40	80	80	91		
	MRIJ	10	118	113	78		
romplengte/body length	FH	137,3	151,9	159,1	163,1	166,8	125
	MRIJ	136,6	150,8	160,3	165,8	171,4	154
schofthoogte/wither height	FH	120,1	129,8	134,5	137,0	141,3	149
	MRIJ	119,3	127,1	132,7	135,8	140,1	183
kruishoogte/pelvic height	FH	123,1	131,0	134,5	136,5	139,1	158
	MRIJ	125,1	132,0	136,2	138,4	141,2	192
borstbreedte/chest width	FH	43,8	51,3	54,8	56,9	58,1	129
	MRIJ	44,7	50,1	54,2	57,6	59,8	154
borstdiepte/chest depth	FH	61,6	69,4	73,4	75,8	78,1	151
	MRIJ	62,7	69,3	74,1	77,3	80,8	174
kruislengte/pelvic length	FH	44,9	50,1	52,8	54,7	56,1	130
	MRIJ	46,8	50,9	54,0	55,7	58,5	154
heupbreedte/hip width	FH	45,6	51,8	55,7	58,0	61;8	136
	MRIJ	45,3	51,4	55,3	57,9	62,3	167
borstomvang/heart girth	FH	175,4	199,0	212,2	219,9	229,3	163
	MRIJ	177,7	197,5	212,3	222,8	231,3	182
tour-spiral/spiral girth	FH	224,3	250,5	265,6	274,2	281,0	154
	MRIJ	224,9	249,6	268,1	281,4	291,2	179
gewicht/liveweight	FH	460,1	637,4	751,2	828,2	939,1	162
	MRIJ	486,1	646,8	780,6	885,5	1016,2	191
bespiering voorhand/	FH	9,8	9,8	10,0	9,9	.	.
musculature of forequarters	MRIJ	9,9	9,9	10,1	10,3	.	.
bespiering middenhand/	FH	9,9	9,9	10,2	10,1	.	.
musculature of barrel	MRIJ	9,8	10,0	10,1	10,2	.	.
bespiering achterhand/	FH	9,9	9,8	10,0	10,0	.	.
musculature of hindquarters	MRIJ	9,7	10,0	10,1	10,5	.	.
vetheid/finish	FH	6,2	7,2	7,6	7,8	.	.
	MRIJ	6,5	6,7	6,9	7,1	.	.
beenderstelsel/boning	FH	7,7	7,6	7,5	7,5	.	.
	MRIJ	8,0	8,0	7,9	7,8	.	.
totale slachtkwaliteit/	FH	79,9	82,0	83,5	83,6	.	.
general carcase quality	MRIJ	78,5	81,7	83,5	85,9	.	.
						trait	number
Trait	Breed	Age				Mature	

Table 16. Average body measurements, weight and assessment of carcase quality of the bulls (MRIJ = Meuse-Rhine-Yssel; FH = Dutch Friesian).

Tabel 17. Lichaamsmaten en gewichten van de stieren als percentage van het volwassen gegeven (berekend uit tabel 16).

Eigenschap	Ras	Leeftijd			
		400	600	800	1000
romplengte/body length	FH	82,3	91,1	95,4	97,8
	MRIJ	79,7	88,0	93,5	96,7
schofthoogte/wither height	FH	85,0	91,9	95,2	97,0
	MRIJ	85,2	90,7	94,7	96,9
kruishoogte/pelvic height	FH	88,5	94,2	96,7	98,1
	MRIJ	88,6	93,5	96,5	98,0
borstbreedte/chest width	FH	75,4	88,3	94,3	97,9
	MRIJ	74,7	83,8	90,6	96,3
borstdiepte/chest depth	FH	78,9	88,9	94,0	97,1
	MRIJ	77,6	85,8	91,7	95,7
kruislengte/pelvic length	FH	80,0	89,3	94,1	97,5
	MRIJ	80,0	87,0	92,3	95,2
heupbreedte/hip width	FH	73,8	83,8	90,1	93,9
	MRIJ	72,7	82,5	88,8	92,9
borstomvang/heart girth	FH	76,5	86,8	92,5	95,9
	MRIJ	76,7	85,2	91,6	96,1
tour-spiral/spiral girth	FH	79,8	89,1	94,5	97,6
	MRIJ	77,2	85,7	92,1	96,7
gewicht/liveweight	FH	49,0	67,9	80,0	88,2
	MRIJ	47,8	63,6	76,8	87,1
Trait	Breed	Age			

Table 17. Body measurements and liveweight of bulls as a percentage of the trait in the adult (calculated from Table 16).

(> 1000 dagen) waarschijnlijk dat de roodbonte stieren in vergelijking met de zwartbonte relatief langer, dieper en breder in de borst worden.

Wanneer van een bepaalde eigenschap een groeicurve kan worden berekend, dan kan de mate van vroegrijpheid worden uitgedrukt als het aantal dagen dat nodig is om een bepaald ontwikkelingsstadium te bereiken. Op basis van tabel 17 is geschat welk stadium de maten bereikt hebben wanneer het gewicht 70 % van het volwassen gewicht bedraagt (tabel 19). Bij alle maten zijn de FH-stieren gemiddeld vroeger volgroeid dan de MRIJ-stieren, hoewel het verschil tussen beide rassen niet voor alle maten gelijk is. De borstbreedte, borstdiepte en tour-spiral ontwikkelen zich bij de MRIJ-stieren duidelijk langzamer dan de andere maten, vergeleken met de FH-stieren. Dit zou kunnen betekenen, dat tot op zekere hoogte, het tempo van de ontwikkeling der verschillende maten niet in een vaste onderlinge verhouding hoeft te verlopen.

Bij ongeveer gelijke lichaamsmaten zijn de MRIJ-stieren zwaarder dan de FH-stieren (tabel 16). Dit kan veroorzaakt worden door verschillen in soortelijk gewicht

Tabel 18. Maten van de stieren als percentage van de kruishoogte (berekend uit tabel 16).

Eigenschap	Leeftijd en ras					
	600		1000		volwassen	
	FH	MRIJ	FH	MRIJ	FH	MRIJ
romplengte/body length	116,0	114,2	119,5	119,8	120,0	121,4
schofthoogte/wither height	99,1	96,3	100,4	98,1	101,6	99,2
kruishoogte/pelvic height	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
borstbreedte/chest width	39,2	38,0	41,7	41,6	41,8	42,4
borstdiepte/chest depth	53,0	52,5	55,5	55,8	56,1	57,2
kruislengte/pelvic length	38,2	38,6	40,1	40,2	40,3	41,4
heupbreedte/hip width	39,5	38,9	42,5	41,8	44,4	44,1
borstomvang/heart girth	151,9	149,6	161,1	161,0	164,8	164,2
tour-spiral/spiral girth	190,9	189,1	200,9	203,3	202,0	206,2
Trait	Age and breed					

Table 18. Body measurements of bulls as a percentage of pelvic height (calculated from Table 16).

Tabel 19. Aantal dagen dat nodig is om een bepaald ontwikkelingsstadium te bereiken.

Eigenschap	Percentage van het volwassen gegeven	Aantal dagen		Verschil
		FH	MRIJ	MRIJ - FH
romplengte/body length	92	637	715	51
schofthoogte/wither height	92	616	648	32
kruishoogte/pelvic height	95	646	682	36
borstbreedte/chest width	89	631	716	85
borstdiepte/chest depth	90	621	706	85
kruislengte/pelvic length	90	605	669	64
heupbreedte/hip width	85	627	643	16
borstomvang/heart girth	88	616	658	42
tour-spiral/spiral girth	90	631	714	83
gewicht/liveweight	70	630	670	40
gemiddeld/average		625	674	49
Trait	Percentage of the mature trait	Age in days		Difference

Table 19. Time to reach a given stage of development.

Tabel 20. Subjectief beoordeelde slachtkwaliteit als de dieren een gesteld ontwikkelingsstadium hebben bereikt (zie tabel 19).

Eigenschap	Ras	
	FH op 625 dagen	MRIJ op 674 dagen
bespiering voorhand/musculature of forequarters	9,81	9,97
bespiering middenhand/musculature of barrel	9,97	9,99
bespiering achterhand/musculature of hindquarters	9,83	10,03
vetheid/finish	7,21	6,78
beenderstelsel/boning	7,67	7,96
totale slachtkwaliteit/general carcase quality	82,29	82,43
	DF at 625 days	MRY at 674 days
Trait	Breed	

Table 20. Carcase quality judged on the hoof when the bulls reached a given stage of development (see Table 19).

of door rondingen buiten de gemeten lichaamsmaten. Het soortelijk gewicht zal lager zijn naarmate het percentage vet hoger is. Bij de FH-stieren is op gelijke leeftijd een hoger punt voor vetheid toegekend en de MRIJ-stieren hebben in het gehele leeftijdstraject een betere bespiering. Dit verschil in bespiering komt ook tot uiting in de tour-spiral, die bij gelijke hoogte op 1000 dagen duidelijk langer is. Uit de cijfers voor de slachtkwaliteit blijkt dat bij een gelijk ontwikkelingsstadium de MRIJ-stieren beter bespierd zijn dan de FH-stieren (tabel 20). Door de laatrijpheid van de MRIJ-stieren is de waardering voor de slachtkwaliteit op relatief jonge leeftijd geringer dan bij FH-stieren. Op grond van de cijfers op oudere leeftijd kan worden aangenomen dat de potentiële bespiering bij de roodbonte stieren beter is dan bij de zwartbonte.

5.1.2 Dochtergroepen

De minder intensieve voeding van de vrouwelijke dieren zal een vertragend effect hebben op de groeicurve, waarbij de eigenschappen die ten opzichte van het volwassen niveau het minst ver zijn ontwikkeld, het sterkst achter zullen blijven. Als het voederniveau op verschillende leeftijd niet gelijk is, dan zal zelfs het niveau van de groeicurve veranderen. Worden tijdens de stalperiode de kalveren beter gevoerd dan de pinken, dan zal dit een negatieve invloed hebben op de schatting van het volwassen niveau. De vrouwelijke dieren worden op stal als regel beperkt gevoerd, waardoor de kans op een afwijkend groeiverloop groter is dan bij de stieren, die praktisch ad libitum worden gevoerd. Hierdoor zal de potentiële groeicapaciteit bij de vrouwelijke dieren niet geheel tot uiting komen.

Tabel 21. Gemiddelde lichaamsmaten, gewicht en subjectief beoordeelde slachtkwaliteit bij de vrouwelijke dieren.

Eigenschap	Ras	Leeftijd					Volwassen	
		300	400	500	600	700	eigen-schap	aantal
aantal/number	FH	740	883	813	778	405		
	MRIJ	1178	1488	1408	1318	1013		
romplengte/body length	FH	108,0	116,8	123,3	128,0	131,3	139,4	22
	MRIJ	106,9	115,5	121,9	126,7	130,8	139,0	44
kruishoogte/pelvic height	FH	108,5	115,2	119,8	122,9	124,6	129,8	22
	MRIJ	107,2	113,2	117,5	120,7	123,0	128,0	44
borstbreedte/chest width	FH	33,0	36,7	39,7	41,6	42,1	46,9	22
	MRIJ	32,4	36,3	39,1	41,2	43,0	46,4	43
borstdiepte/chest depth	FH	51,6	56,3	60,1	62,7	64,6	70,7	23
	MRIJ	50,4	54,7	58,1	60,8	63,1	68,6	43
heupbreedte/hip width	FH	36,0	40,4	43,8	46,5	48,4	55,5	21
	MRIJ	35,5	39,4	42,5	45,0	47,2	52,8	43
borstomvang/heart girth	FH	139,2	152,9	163,6	170,8	174,3	190,0	23
	MRIJ	135,8	148,7	158,7	166,4	172,7	187,1	44
tour-spiral/spiral girth	FH	175,0	191,5	203,1	211,0	216,9	230,4	22
	MRIJ	174,0	189,3	200,8	209,4	216,3	228,0	43
gewicht/liveweight [1]	FH	218,4	284,5	335,2	370,9	392,7	491,0	23
	MRIJ	204,5	268,7	320,3	362,1	399,5	524,4	44
bespiering/musculature	FH	8,0	8,2	8,5	8,8	8,9	.	.
	MRIJ	8,0	8,3	8,6	8,8	9,1	.	.
vetheid/finish	FH	5,2	5,4	5,8	6,1	6,1	.	.
	MRIJ	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	.	.
totale slachtkwaliteit/	FH	67,5	69,0	70,9	72,7	73,8	.	.
general carcase quality	MRIJ	67,2	68,8	70,4	72,1	73,6	.	.
							trait	number
Trait	Breed	Age					Mature	

1. Grotendeels geschat met behulp van de borstomvang en tour-spiral/for most heifers calculated from heart girth and spiral girth.

Table 21. Average body measurements, liveweight and assessment of carcase quality of heifers.

De gemeten FH-pinken zijn aanvankelijk groter en zwaarder dan de MRIJ-pinken. Later zijn de MRIJ-pinken zwaarder, maar blijven gemiddeld iets kleiner (tabel 21). De volwassen gegevens zijn afgeleid uit een gering aantal groeicurves, omdat deze per dochtergroep zijn berekend. De schatting van het volwassen gewicht blijkt laag. Dit kan enigszins veroorzaakt zijn doordat het gewicht berekend is met behulp van de borstomvang en de tour-spiral via een lineaire regressie. De belangrijkste verklaring zal echter gezocht moeten worden in het lage voederniveau van de oudere pinken. De oudere dieren kunnen in het voorjaar lichter zijn dan op

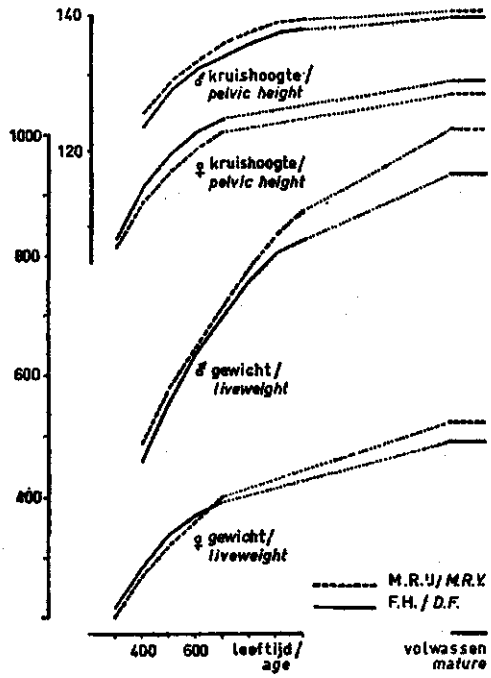


Fig. 17. Gemiddeld verloop van het gewicht en de kruishoogte bij stieren en vaarzen.

Fig. 17. Mean changes in liveweight and pelvic height of bulls and heifers with age.

grond van het latere groeiverloop van de jongere dieren mocht worden verwacht (zie fig. 8). Daarom zal een schatting van het volwassen gewicht op basis van de voorjaarscijfers een te lage uitkomst leveren. De kruishoogte is op dit moment ten opzichte van het volwassen stadium verder ontwikkeld dan het gewicht en daarom minder sterk te beïnvloeden.

De grote verschillen tussen stieren en dochters (fig. 17) zullen veroorzaakt zijn door een geslachtsverschil en verschillen in voederomstandigheden. De MRIJ-stieren hadden vrijwel steeds een iets beter groeiverloop dan de FH-stieren, terwijl dit bij de dochters op jonge leeftijd niet het geval is. Mogelijk vormen de vadergroepen geen aselecte steekproeven. In tabel 22 is het rasgemiddelde van alle onderzochte stieren (tabel 16) vergeleken met dat van de vadergroepen. Op 800 dagen is de FH-vadergroep beter en op oudere leeftijd iets minder ontwikkeld dan de gehele FH-groep; de MRIJ-vadergroep is aanvankelijk iets beter en later duidelijk beter ontwikkeld. Dit suggereert dat de FH-vadergroep in vergelijking met het rasgemiddelde vroeg volgroeid is, terwijl dit bij de MRIJ-stieren juist omgekeerd is. Het gemiddeld aantal dagen dat nodig was om de in tabel 19 gestelde stadia te bereiken was voor deze FH-stieren 27 dagen minder en voor de MRIJ-stieren 45 dagen meer dan de corresponderende rasgemiddelden.

De volwassen gewichten van de vrouwelijke dieren vertonen dezelfde rasverhouding als bij de mannelijke dieren (fig. 17). De vrouwelijke MRIJ-dieren blijven echter kleiner dan de FH-dieren, ondanks het feit dat hun vaders groter werden.

Tabel 22. Enkele verschillen tussen de gemiddelde gegevens van alle onderzochte stieren en de stieren waarvan dochters zijn gemeten.

Eigenschap	Leeftijd en ras					
	800		1000		volwassen	
	FH	MRIJ	FH	MRIJ	FH	MRIJ
kruishoogte/pelvic height	+ 1,1	— 0,1	+ 0,3	+ 0,5	+ 0,9	+ 1,4
borstomvang/heart girth	+ 2,2	+ 1,3	+ 0,2	+ 1,5	— 0,1	+ 6,9
gewicht/liveweight	+15,3	+ 9,3	+ 2,8	+23,3	— 6,8	+78,1
					mature	
Trait	Age and breed					

Table 22. Some differences between mean values for all bulls and sires of the heifers.

Tabel 23. Lichaamsmaten en gewichten van de vrouwelijke dieren als percentage van het berekende volwassen gegeven (berekend uit tabel 21).

Eigenschap	Ras	Leeftijd				
		300	400	500	600	700
romplengte/body length	FH	77,5	83,8	88,5	91,8	94,2
	MRIJ	76,9	83,1	87,7	91,1	94,1
kruishoogte/pelvic height	FH	83,6	88,8	92,3	94,7	96,0
	MRIJ	83,7	88,4	91,8	94,3	96,0
borstbreedte/chest width	FH	70,4	78,3	84,6	88,7	89,8
	MRIJ	69,8	78,2	84,3	88,8	92,7
borstdiepte/chest depth	FH	73,0	79,6	85,0	88,7	91,4
	MRIJ	73,5	79,7	84,7	88,6	92,0
heupbreedte/hip width	FH	64,9	72,8	78,9	83,8	87,2
	MRIJ	67,2	74,6	80,5	85,2	89,4
borstomvang/heart girth	FH	73,3	80,5	86,1	89,9	91,7
	MRIJ	72,6	79,5	84,8	88,9	92,3
tour-spiral/spiral girth	FH	76,0	83,1	88,2	91,6	94,1
	MRIJ	76,3	83,0	88,1	91,8	94,9
gewicht/liveweight	FH	44,5	57,9	68,3	75,5	80,0
	MRIJ	39,0	51,2	61,1	69,1	76,2
Trait	Breed	Age				

Table 23. Body measurements and weights of heifers as a percentage of the mature trait (calculated from Table 21).

Mogelijk is het geslachtsverschil niet gelijk voor de twee rassen. Een andere mogelijkheid is dat de MRIJ-vaarzen afstammen van relatief kleine moeders. Dit zou dan betekenen dat in de jaren waarin deze proef is uitgevoerd extra aandacht moet zijn besteed aan de ontwikkeling van de MRIJ-stieren, vergeleken met FH-stieren.

Hoewel minder duidelijk dan bij de stieren, zijn de FH-dochters op gelijke leeftijd verder ontwikkeld dan de MRIJ-dochters (tabel 23). Het verschil tussen beide vadergroepen was groter dan er normaal tussen beide rassen bestaat, daarom had men mogen verwachten dat dit ook voor de dochtergroepen zou gelden. Mogelijk belet het voederniveau dat dit verschil zichtbaar wordt. Een vergelijking van tabel 17 met tabel 23 laat zien dat op gelijke leeftijd de vrouwelijke dieren verder volgroeid zijn dan de stieren, ondanks de intensievere voeding van de stieren. Tevens blijkt uit deze cijfers dat de volgorde, waarin de verschillende maten naar het volwassen stadium groeien, niet verschilt tussen beide geslachten.

Vooral op iets oudere leeftijd zijn de MRIJ-dochters beter bespierd dan de FH-dochters (tabel 21). De geconstateerde hoeveelheid vet is bij de MRIJ-pinken geringer, omdat de MRIJ-dieren iets later volgroeid zijn en potentieel een betere bespiering hebben dan de FH-dieren. Bij de lichaamsverhoudingen blijkt eveneens dat de MRIJ-dochters later volgroeid zijn dan de FH-dochters (tabel 24). Ook hier zijn de volwassen roodbonten relatief langer en iets breder in de borst. Er bestaan echter grote verschillen tussen de lichaamsverhoudingen van beide geslachten (tabel 18 en 24). De stieren zijn relatief langer, breder, dieper en vertonen grotere rondingen. Dit alles zal resulteren in een betere bespiering. Het betere milieu van de stieren zal de ontwikkeling van het spierweefsel hebben bevorderd. Dat ondanks de betere bespiering de hoeveelheid vet in vergelijking met de dochters groter was, zal veroorzaakt zijn door de betere voeding van de stieren.

Tabel 24. Maten van de vrouwelijke dieren als percentage van de kruishoogte (berekend uit tabel 21).

Eigenschap	Leeftijd en ras					
	400		600		volwassen	
	FH	MRIJ	FH	MRIJ	FH	MRIJ
romplengte/body length	101,4	102,0	104,1	105,0	107,4	108,6
kruishoogte/pelvic height	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
borstbreedte/chest width	31,9	32,1	33,8	34,1	36,1	36,3
borstdiepte/chest depth	48,9	48,3	51,0	50,4	54,5	53,6
heupbreedte/hip width	35,1	34,8	37,8	37,3	42,8	41,3
borstomvang/heart girth	132,7	131,4	139,0	137,9	146,3	146,2
tour-spiral/spiral girth	166,2	167,2	171,7	173,5	177,5	178,1
Trait	Age and breed				mature	

Table 24. Body measurements of heifers as a percentage of pelvic height (calculated from Table 21).

5.2 De variatie van de verschillende eigenschappen

5.2.1 Stieren

In het algemeen zullen de verschillen tussen de stieren groter worden als de dieren ouder worden. In het hier onderzochte leeftijdstraject is dit voor het gewicht waarneembaar, terwijl dit voor de overige gegevens niet is vast te stellen (tabel 25). Volgens tabel 17 groeit in deze periode het gewicht van beneden 50 % tot bijna 90 % van het volwassen gewicht. De meest laatrijpe maat (borstbreedte) groeit slechts van 75 % tot 95 % van het volwassen gegeven. De standaardafwijking is in het onderzochte traject vrij constant en nagenoeg onafhankelijk van het niveau van het gegeven (tabel 25). Voor een nadere analyse van de spreiding is gebruik gemaakt van de standaardafwijking berekend binnen de leeftijdsgroepen.

Aan de KI-stieren in Nederland worden bij de stamboekkeuring eisen gesteld aan o.a. de hoogtemaat. Deze selectie kan de verdeling van de gegevens beïnvloeden, daarom zijn voor een aantal eigenschappen op de leeftijd van 600 en 1000 dagen de gevonden frequenties vergeleken met de bijbehorende Gauss-kromme (tabel 26, fig. 18). Geen van de gevonden verdelingen week significant af van de normale verdeling, terwijl bijna alle eigenschappen normaal verdeeld waren.

Tabel 25. De variatie van enkele eigenschappen van de stieren per leeftijdsgroep (aantallen per groep zie tabel 16).

Leeftijd	Ras	Eigenschap							
		kruishoogte		gewicht		bespiering		totale slachtkwaliteit	
		s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.	s.d.	v.c.
400	FH	3,0	2,4	31,1	6,8	0,34	3,4	3,7	4,6
	MRIJ	2,2	1,8	46,3	9,5	0,82	8,4	5,4	6,9
600	FH	2,7	2,1	39,3	6,1	0,45	4,6	3,7	4,5
	MRIJ	2,7	2,0	51,3	7,9	0,53	5,3	4,3	5,3
800	FH	2,7	2,0	45,5	6,1	0,39	3,9	3,6	4,3
	MRIJ	2,8	2,1	53,3	6,8	0,54	5,3	4,1	4,9
1000	FH	2,9	2,1	47,4	5,7	0,45	4,5	3,5	4,2
	MRIJ	2,8	2,0	51,1	5,8	0,65	6,2	3,7	4,3
		pelvic height		liveweight		musculature		general carcase quality	
Age	Breed	Characteristic							

s.d. = standaardafwijking per leeftijdsgroep/standard deviation per age group.
v.c. = variatiecoëfficiënt/coefficient of variation.

Table 25. Variation in some traits of bulls per age group (numbers per group are given in Table 16).

Tabel 26. De frequentie-verdeling van enkele eigenschappen vergeleken met de Gauss-kromme.

Eigenschap	Ras	χ^2 per leeftijdsgroep	
		600	1000
kruishoogte/pelvic height	FH	1,84 (P > 0.975)	4,98 (P > 0.800)
	MRIJ	2,60 (P > 0.975)	2,21 (P > 0.950)
gewicht/liveweight	FH	4,09 (P > 0.950)	2,11 (P > 0.995)
	MRIJ	1,33 (P > 0.995)	1,63 (P > 0.995)
totale slachtkwaliteit/	FH	2,36 (P > 0.995)	1,48 (P > 0.995)
general carcase quality	MRIJ	3,81 (P > 0.975)	0,94 (P > 0.995)
Trait	Breed	χ^2 per age group	

Table 26. Frequency distribution of some traits compared with the Gauss curve.

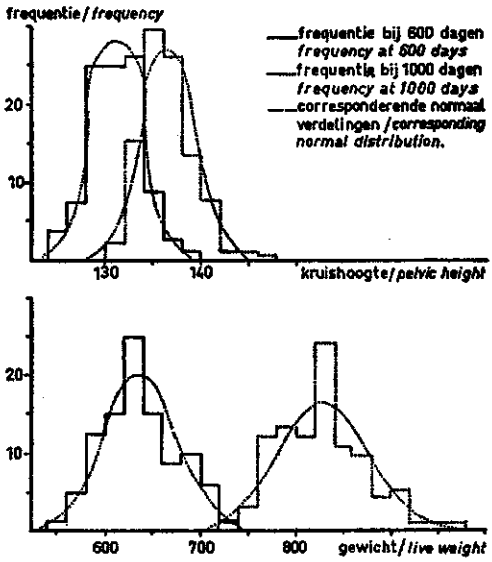


Fig. 18. Frequentie-verdelingen van kruishoogte en gewicht bij FH-stieren.

Fig. 18. Frequency distributions of pelvic height and of liveweight in Dutch Friesian bulls of different ages.

Tabel 27 vermeldt de standaardafwijkingen binnen de leeftijdsgroepen. Daar de ontwikkeling bij beide rassen niet gelijk is, is tevens de variatiecoëfficiënt berekend. Bij vrijwel alle lineaire maten is de variatiecoëfficiënt bij de MRIJ-stieren kleiner dan bij de FH-stieren. Bij de omvangsmaten en het gewicht is het omgekeerde het geval, daarom vertoont ook de bespiering van de roodbonten een grotere variatie. De subjectief beoordeelde hoeveelheid vet varieerde bij de MRIJ-stieren minder.

De variatie kan worden veroorzaakt door verschillen in genetische aanleg van de stieren en door verschillen in milieu.

Bij de analyse van de variatie worden de meetfouten onder het milieu gerangschikt. De hier gehanteerde cijfers zijn berekend door een interpolatie tussen meer-

Tabel 27. Schatting van de variatie, enkele invloeden op de spreiding en de erfelijkheidsgraad van de eigenschappen bij de stieren.

Eigenschap	Ras	Binnen de leeftijdsgroepen				
		standaard-afwijking	variatie coëffi-ciënt	percentage van de variantie veroorzaakt door		erfelijk-heids-graad
				KI-station [1]	vader [2]	
romplengte/	FH	4,41	2,8	— 2,2	3,8	0,15
body length	MRIJ	4,39	2,8	9,8**	11,2**	0,45
schofthoogte/	FH	3,18	2,4	6,2*	9,5**	0,38
wither height	MRIJ	2,91	2,2	3,8	4,8	0,19
kruishoogte/	FH	2,77	2,1	5,8*	15,0**	0,60
pelvic height	MRIJ	2,82	2,1	4,0	15,0**	0,60
borstbreedte/	FH	2,63	4,9	16,5**	5,5	0,22
chest width	MRIJ	2,31	4,3	10,5**	14,0**	0,56
borstdiepte/	FH	2,05	2,9	3,5	5,2	0,21
chest depth	MRIJ	1,98	2,7	7,2**	19,8**	0,79
kruislengte/	FH	1,86	3,6	— 2,2	— 1,5	— 0,06
pelvic length	MRIJ	1,89	3,6	0,5	8,0*	0,32
heupbreedte/	FH	1,87	3,5	— 1,5	— 3,0	— 0,12
hip width	MRIJ	1,53	2,8	12,2**	7,5*	0,30
borstomvang/	FH	5,38	2,6	22,0**	1,8	0,07
heart girth	MRIJ	5,50	2,6	18,0**	24,0**	0,96
tour-spiral/	FH	6,35	2,4	6,5*	7,2	0,29
spiral girth	MRIJ	6,64	2,5	6,0*	10,8*	0,43
gewicht/	FH	43,15	6,1	7,3*	1,0	0,04
liveweight	MRIJ	53,06	7,1	14,8**	23,8**	0,95
bespiering voorhand/	FH	0,44	4,5	10,8**	5,2	0,21
musculature of forequarters	MRIJ	0,50	5,0	— 1,3	14,2**	0,56
bespiering middenhand/	FH	0,55	5,4	1,6	5,7	0,22
musculature of barrel	MRIJ	0,57	5,7	— 1,9	6,2	0,24
bespiering achterhand/	FH	0,41	4,1	6,7*	9,1**	0,36
musculature of hindquarters	MRIJ	0,57	5,6	1,5	24,2**	0,96
vetheid/	FH	0,87	11,8	25,0**	5,1	0,20
finish	MRIJ	0,79	11,5	12,9**	1,7	0,07
beenderstelsel/	FH	0,56	7,4	14,8**	8,7*	0,34
boning	MRIJ	0,57	7,2	2,8	17,4**	0,69
totale slachtkwaliteit/	FH	3,61	4,4	10,4**	9,5**	0,37
general carcase quality	MRIJ	4,21	5,1	6,3*	22,7**	0,90
				AI centre [1]	sire [2]	
		standard deviation	coeffi-cient of variation	percentage of the variance caused by		herita-bility
Trait	Breed	Within the age groups				

1. variantie tussen KI-stations binnen leeftijdsgroepen/variance between AI centres within age groups.
2. variantie tussen vaders binnen leeftijdsgroepen/variance between sires within age groups.
* significant ($P < 0.01$)
** significant ($P < 0.05$)

Table 27. Estimating variation, some sources of variance and the heritability of traits in the bulls.

dere meetpunten, waardoor de toevallige fluctuaties iets genivelleerd worden. Uit tabel 27 blijkt echter dat er enig verband is tussen de hier berekende standaardafwijkingen en de grootte van de meetfout (zie tabel 3 en 4).

De grootste verschillen in milieu zullen te vinden zijn tussen de KI-stations. Met een variantie-analyse is de invloed van de KI-stations getoetst binnen de leeftijdsgroepen (tabel 27). Bij beide rassen werd een significante invloed van het station gevonden op de borstbreedte, de borstomvang, de tour-spiral en het gewicht. Dit zijn de gegevens die het meest gevoelig zijn voor het milieu (zie paragraaf 3.1.2). Volgens Cöp & Vos (1967) was de invloed van de voeding op de gewichtsontwikkeling niet groot. Als hun constatering juist is, dan spelen naast de voeding ook nog andere stationsverschillen een rol. Wel werd door hen een verband gevonden tussen de voeding en de vetheid. Daarom werd hier voor de vetheid een invloed van het KI-station aangetoond en mede als gevolg hiervan ook voor de totale slachtkwaliteit. Bij de overige gegevens is de invloed van het station gemiddeld gering en verdeeld over de rassen.

De verenigingen kunnen een verschillend aankoopbeleid voeren. Hierdoor ontstaan verschillen tussen de verenigingen, die veroorzaakt kunnen worden door de genetische aanleg van de stieren. Zo variëren de beide hoogtematen bij de FH-stieren wel tussen de verenigingen, terwijl dit bij de MRIJ-stieren niet het geval is. Dit zou kunnen betekenen, dat de verschillende FH-verenigingen op dit punt niet gelijk selecteren. De selectie bij aankoop kan op verschillende manieren plaatsvinden. Men kan dit realiseren door van bepaalde vaderdieren steeds die zoons te kiezen, die passen in hun aankoopbeleid of door stieren aan te kopen die afstammen van verschillende vaders. Deze selectie zal invloed hebben op de schatting van de genetische parameters. Het aantal stieren per vereniging is vrij klein, daarom is het niet mogelijk de analyses uit te voeren binnen de KI-verenigingen.

Om een indruk te krijgen over de invloed van de vaders op de zoons is de tussenvader-variantie berekend binnen leeftijdsgroepen en uitgedrukt als percentage van de totale variantie binnen de leeftijdsgroepen. Op grond hiervan is de erfelijkheidsgraad geschat (tabel 27). Een vergelijking van deze erfelijkheidsgraden met die uit de literatuur (tabel 1 en 2) laat zien dat gemiddeld de erfelijkheidsgraden bij de FH-stieren laag zijn, terwijl die van de MRIJ-stieren hoog zijn. Als de KI-invloed en de vaderinvloed groot zijn, dan wijst dit op een verstrengeling van deze beide of op een verschillende selectie door de verenigingen. Bij de FH-stieren treedt dit op bij de hoogtematen en enkele slachtkwaliteitskenmerken. Bij de MRIJ-stieren is dit het geval bij het gewicht, de breedte en de omvangsmaten.

In tabel 28 is de verdeling van de zoongroepen over de verenigingen vermeld. Bij de FH-stieren is er een grote concentratie op enkele vaderdieren en alle zoonsgroepen zijn sterk verdeeld over de verenigingen. Deze verenigingen kunnen binnen deze groepen verschillend geselecteerd hebben, hetgeen kan resulteren in een onderschatting van de erfelijkheidsgraad. Bij de MRIJ-stieren is het aantal vaderdieren groter en enkele zoongroepen komen slechts voor in één of enkele verenigingen. Als ook hier de verenigingen verschillend selecteren, dan zal de erfelijkheidsgraad

Tabel 28. De verdeling van de zoons van bepaalde vaders over de KI-stations.

Aantal zoons per vader	Ras					
	FH			MRIJ		
	aantal vaders	aantal zoons	gemiddeld aantal stations *	aantal vaders	aantal zoons	gemiddeld aantal stations *
1	25	25	1,0	44	44	1,0
2	4	8	2,0	10	20	1,7
3	2	6	2,5	7	21	2,6
4				2	8	2,5
5	1	5	4,0	4	20	3,8
7	2	14	5,5	2	14	6,0
8				1	8	5,0
10	1	10	5,0	1	10	7,0
11	1	11	6,0			
12	1	12	9,0			
14	1	14	7,0			
17				1	17	9,0
21	1	21	11,0	1	21	13,0
22	1	22	11,0			
26				1	26	12,0
28	1	28	12,0			
totaal/total	41	176		74	209	
	number of sires	number of sons	mean number of centres *	number of sires	number of sons	mean number of centres *
Number of sons per sire	DF			MRY		
	Breed					

* Aantal stations waar zoons van een stier zijn/number of stations at which there are sons of one sire.

Table 28. Distribution of son groups over the AI centres.

overschat worden. De zoons van enkele MRIJ-vaders zijn eveneens verdeeld over meerdere verenigingen, hetgeen een deel van de overschatting weer teniet kan doen. De stieren zijn waarschijnlijk geen aselecte steekproef uit te betrokken populaties, zodat het niet mogelijk is hier conclusies te trekken omtrent de erfelijkheidsgraden van de gemeten eigenschappen. Bovendien zijn de aantallen, op grond waarvan de erfelijkheidsgraad is geschat, gering. Wel zijn er aanwijzingen dat bij de meeste eigenschappen een invloed van de erfelijke aanleg aanwezig is.

De schattingen van de eigenschappen op volwassen leeftijd en het aantal dagen dat nodig is om een gegeven ontwikkelingsstadium te bereiken, berusten op een extrapolatie. De variatie van deze gegevens zal afhankelijk zijn van de betrouw-

Tabel 29. De spreiding van de gegevens op volwassen leeftijd en het aantal dagen dat nodig is om een gesteld stadium van ontwikkeling te bereiken bij stieren die een verschillend aantal malen gemeten zijn.

Eigenschap	Ras	Standaardafwijking van het volwassengegeven per aantal metingen				Standaardafwijking van het aantal dagen nodig om P te bereiken per aantal metingen		
		≧ 2	≧ 4	≧ 6	P [1]	≧ 2	≧ 4	≧ 6
romplengte/	FH	8,4	6,5	5,8	92	177	156	152
body length	MRIJ	8,6	7,9	6,8		200	195	146
schofthoogte/	FH	4,8	3,5	3,3	92	186	94	74
wither height	MRIJ	5,3	4,8	4,3		161	142	109
kruishoogte/	FH	4,1	3,2	3,1	95	164	84	69
pelvic height	MRIJ	4,9	3,8	3,7		172	107	85
borstbreedte/	FH	5,2	4,5	3,9	89	210	176	138
chest width	MRIJ	4,5	4,2	3,9		214	209	198
borstdiepte/	FH	4,2	3,0	2,8	90	217	122	114
chest depth	MRIJ	4,5	4,0	3,1		216	178	117
kruislengte/	FH	3,9	3,1	2,5	90	227	177	109
pelvic length	MRIJ	4,6	3,8	3,0		296	234	191
heupbreedte/	FH	4,7	3,7	3,3	85	191	149	128
hip width	MRIJ	4,7	4,3	3,7		205	168	138
borstomvang/	FH	11,3	9,4	8,5	88	149	91	79
heart girth	MRIJ	12,2	11,0	9,7		162	141	109
tour-spiral/	FH	14,8	13,0	11,8	90	154	129	114
spiral girth	MRIJ	16,3	15,0	13,4		171	158	132
gewicht/	FH	118,0	96,0	91,0	70	145	101	98
liveweight	MRIJ	151,0	130,0	106,0		191	167	140
Trait	Breed	Standard deviation of mature trait per number of measurements			P [1]	Standard deviation of days taken to reach P per number of measurements		

1. P = gesteld stadium van het wolwassen gegeven (zie tabel 19)/P = given stage of development (see Table 19).

Table 29. Variation in mature traits and time taken to a given stage of development of bulls different times measured.

baarheid waarmee de verschillende curves zijn bepaald en de mate waarin is geextrapoleerd. Naarmate een dier vaker gemeten is, neemt de standaardafwijking van de volwassen gegevens en het aantal dagen af (tabel 29). De verschillen tussen de standaardafwijkingen van de romplengte en de beide hoogtematen zullen toegeschreven moeten worden aan de meetfouten. De mate waarin geëxtrapoleerd wordt, is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de betrokken eigenschap. Zo is de kruishoogte in vergelijking met het gewicht reeds ver volgroeid, vandaar dat bij

de kruishoogte de standaardafwijking vrij snel constant wordt.

Bij de gegeven proefopzet is de variatie van de gegevens van de volwassen dieren en de mate van vroegrijpheid sterk afhankelijk van schattingsfouten, zodat een nadere analyse van deze gegevens weinig zin heeft. De gemiddelden per ras waren nauwelijks afhankelijk van het aantal malen, dat de dieren waren gemeten.

5.2.2 Dochtergroepen

Het leeftijdstraject, waarover bij vrouwelijke dieren gegevens gemeten zijn, is korter dan bij de stieren, zodat de variatie minder sterk afhankelijk is van de leeftijd. De variabiliteit is bij de MRIJ-vaarzen groter dan bij de FH-vaarzen (tabel 30). Alleen de punten die toegekend zijn voor de vetheid, vormen hierop een uitzondering. Bij de roodbonte stieren varieerden alleen de omvangsmaten meer dan bij de zwartbonten (tabel 27). De standaardafwijkingen en vooral de variatiecoëfficiënten zijn bij de vaarzen gemiddeld groter dan bij de stieren; de variatiecoëfficiënt is bijna dubbel zo groot. De vrouwelijke dieren zijn slechts eenmaal gemeten, daarom zullen de meetfouten en tijdelijke fluctuaties bij de vaarzen een grotere invloed hebben gehad dan bij de stieren, die meerdere malen gemeten zijn. Bovendien zijn de vaarzen kleiner en lichter, waardoor de variatie-coëfficiënt groter wordt. Een en ander wordt nog versterkt door de grote verscheidenheid in het milieu waarin de vaarzen worden gehouden. Dit kan zowel tussen als binnen de KI-verenigingen het geval zijn. De milieuvariatie kan bij de MRIJ-vaarzen groter zijn dan bij de FH-vaarzen, omdat de variabiliteit bij de MRIJ-vaarzen groter is. Bij de vaarzen kan nauwelijks sprake zijn van selectie, daarom zou de genetische variabiliteit van de vrouwelijke dieren groter kunnen zijn dan die van de stieren.

Tussen de gebieden waarin de verschillende KI-verenigingen werken kunnen belangrijke milieu-verschillen bestaan. Bovendien kunnen de verenigingen door een bepaald aankoopbeleid, vooral wanneer dit enige generaties lang volgehouden wordt, hun stempel drukken op het genotype van de vrouwelijke dieren. De invloed van de verenigingen is berekend door middel van een variantie-analyse binnen de leeftijdsgroepen. Ook hier is de tussen-verenigings-variantie uitgedrukt als percentage van de totale variantie (tabel 30). De procentuele invloed van de KI-vereniging op de variatie ligt bij de vrouwelijke dieren in dezelfde orde van grootte als bij de stieren (tabel 27). Ook zijn de sterk milieugevoelige gegevens (borstbreedte, borstomvang, tour-spiral, gewicht en vetheid) sterker beïnvloed dan de andere eigenschappen.

De invloed van de vader binnen de leeftijdsgroepen en de KI-verenigingen was voor alle eigenschappen significant ($P < 0{,}01$; tabel 30). De berekende erfelijkheidsgraden zijn gemiddeld iets lager dan die uit de literatuur (tabel 1). Dit kan toegeschreven worden aan het feit dat de dieren gehouden zijn op meerdere bedrijven.

Om de vaderinvloed bij de stieren te vergelijken met de vaderinvloed bij de vaarzen, zijn in tabel 31 de verschillende varianties vergeleken. De geringere varian-

Tabel 30. Schatting van de spreiding, enkele invloeden op de spreiding en de erfelijkheidsgraad van de eigenschappen bij de vrouwelijke dieren.

Eigenschap	Ras	Binnen leeftijdsgroepen					
		standaard-afwijking	variatie coëfficiënt	percentage van de variantie veroorzaakt door		erfelijkheidsgraad [3]	
				KI-station [1]	vader [2]	gemiddeld	uiterste
romplengte/	FH	5,26	4,3	0,8	5,5	0,22	0,16—0,32
body length	MRIJ	6,17	5,1	0,8	9,3	0,36	0,15—0,56
kruishoogte/	FH	3,51	3,0	1,0	17,8	0,69	0,35—0,90
pelvic height	MRIJ	4,26	3,7	5,8	8,9	0,37	0,26—0,54
borstbreedte/	FH	3,13	8,1	16,8	7,4	0,28	0,09—0,46
chest width	MRIJ	3,47	9,0	11,1	5,6	0,24	0,13—0,40
borstdiepte/	FH	2,36	4,0	1,4	3,8	0,15	0,06—0,27
chest depth	MRIJ	2,94	5,1	2,4	7,1	0,28	0,18—0,38
heupbreedte/	FH	2,37	5,5	7,7	6,2	0,26	0,19—0,33
hip width	MRIJ	2,74	6,5	4,4	5,1	0,21	0,13—0,26
borstomvang/	FH	7,43	4,6	17,6	4,4	0,21	0,15—0,29
heart girth	MRIJ	8,89	5,7	7,6	7,3	0,31	0,23—0,40
tour-spiral/	FH	8,05	4,0	2,7	7,6	0,30	0,24—0,45
spiral girth	MRIJ	10,30	5,2	8,0	6,7	0,28	0,14—0,42
gewicht/	FH	33,59	10,5	12,0	5,1	0,23	0,19—0,30
liveweight	MRIJ	46,23	14,9	8,1	6,0	0,25	0,13—0,42
bespiering/	FH	0,69	8,1	31,9	4,3	0,29	0,11—0,35
musculature	MRIJ	0,77	8,9	1,7	13,6	0,52	0,32—0,80
vetheid/	FH	0,92	16,1	52,9	2,4	0,26	0,13—0,57
finish	MRIJ	0,81	14,7	10,8	7,7	0,32	0,14—0,46
totale slachtkwaliteit/	FH	4,54	6,4	28,1	5,2	0,27	0,11—0,53
general carcase quality	MRIJ	5,04	7,2	8,5	9,8	0,42	0,23—0,62
				AI centre [1]	sire [2]	mean	range
		standard deviation	coefficient of variation	percentage of the variance caused by		heritability [3]	
Trait	Breed	Within the age groups					

1. Variantie tussen KI-stations binnen leeftijdsgroepen/variance between AI centres within age groups.
2. Variantie tussen vaders binnen KI-vereniging binnen leeftijdsgroepen/variance between sires within AI association within age groups.
3. Erfelijkheidsgraad binnen KI-vereniging binnen leeftijdsgroepen met de uiterste verschillen tussen de leeftijdsgroepen/heritability within AI association within age groups with the extremes between the age groups.

Table 30. Estimation of variation, some sources of variance and heritability of traits in heifers.

Tabel 31. De varianties tussen en binnen vaders bij de mannelijke en vrouwelijke dieren.

Eigenschap	Ras	Varianties			
		tussen vaders		binnen vaders	
		♂ [1]	♀ [2]	♂	♀
romplengte/body length	FH	0,73	1,53	18,15	25,90
	MRIJ	2,08	3,53	16,17	34,31
kruishoogte/pelvic height	FH	1,21	2,19	6,77	10,00
	MRIJ	1,08	1,62	6,12	15,44
borstbreedte/chest width	FH	0,38	0,72	6,51	7,41
	MRIJ	0,75	0,67	4,57	10,04
borstdiepte/chest depth	FH	0,21	0,21	3,92	5,26
	MRIJ	0,69	0,61	2,80	7,83
heupbreedte/hip width	FH	—0,11	0,35	3,55	4,84
	MRIJ	0,18	0,38	2,26	6,79
borstomvang/heart girth	FH	0,52	2,45	25,76	43,00
	MRIJ	6,26	5,79	19,76	67,35
tour-spiral/spiral girth	FH	2,92	4,91	36,60	58,10
	MRIJ	4,61	7,11	38,21	90,93
gewicht/liveweight	FH	18,62	57,69	1604,58	935,22
	MRIJ	619,68	127,33	1970,96	1837,20
bespiering/musculature	FH	0,04	0,02	0,19	0,30
	MRIJ	0,04	0,08	0,25	0,50
vetheid/finish	FH	0,04	0,02	0,71	0,38
	MRIJ	0,01	0,05	0,62	0,53
totale slachtkwaliteit/	FH	1,24	1,07	11,84	13,76
general carcase quality	MRIJ	4,28	2,49	14,65	20,76
		between sires		within sires	
Trait	Breed	Variance			

1. Variantie tussen vaders binnen leeftijdsgroepen/between sire variance within age groups.
2. Variantie tussen vaders binnen KI-verenigingen binnen leeftijdsgroepen/between sire variance within AI association within age groups.

Table 31. The variance in bulls and heifers between and within sire groups.

ties bij de stieren zullen grotendeels verklaard moeten worden door het gemiddeld betere en wellicht uniformere milieu, waarin zij zijn gehouden. De invloed van een uniformer milieu op de variantie komt tot uiting als de binnen-vader-variantie bij de vaarzen vergeleken wordt met de spreidingen die gevonden werden bij de gedurende drie maanden gezamenlijk ingeschaarde dieren (tabel 12). De standaardafwijking van de kruishoogte binnen vadergroepen was bij de gezamenlijk geweide dieren 2,2 cm, van de borstomvang 4,5 cm en van het gewicht 20,9 kg, terwijl bij de FH-dieren uit tabel 31 dit respectievelijk 3,3 cm, 6,6 cm en 30,5 kg was.

Daarnaast kan de binnen-vader-variantie bij de stieren verkleind zijn doordat deze dieren wellicht zijn geselecteerd op uniformiteit.

Een mogelijk selectie-effect komt vooral tot uiting bij een vergelijking van de tussen-stier-varianties. De invloed van meetfouten en milieu is hierop beduidend geringer. Als de variabiliteit duidelijk afhankelijk is van het niveau van de gegevens, dan zou men mogen verwachten dat de tussen-vader-variantie bij de vaarzen geringer is dan bij de stieren. Dit is voor de meeste eigenschappen duidelijk niet het geval. Bij de FH-stieren is de tussen-vader-variantie van bijna alle eigenschappen geringer dan bij de FH-vaarzen. Dit is zeer waarschijnlijk het gevolg van een selectie bij de stieren. Ook op grond hiervan mag worden aangenomen dat de erfelijkheidsgraden bij de FH-stieren zijn onderschat. Bij de MRIJ-stieren is de tussen-vader-variantie gemiddeld groter dan bij de FH-stieren, maar overwegend kleiner dan bij de MRIJ-vaarzen. Houdt men rekening met het niveau van de verschillende eigenschappen, dan is bij de MRIJ-stieren alleen de variantie van de borstomvang, het gewicht en de totale slachtkwaliteit even groot als bij de vrouwelijke dieren. Mocht in deze gevallen de relatief geringe binnen-vader-variantie veroorzaakt zijn door een selectie, dan wordt hier de erfelijkheidsgraad overschat.

De hoge variatie-coëfficiënten bij de vaarzen moeten voor een groot deel te wijten zijn aan de invloed van het milieu. Dit zou betekenen, dat de erfelijkheidsgraad bij de stieren duidelijk hoger zou moeten zijn dan bij de vaarzen. Dat dit niet steeds wordt gevonden moet wellicht verklaard worden door een selectie waaraan de stieren onderworpen waren. Dit lijkt bij de FH-stieren gemiddeld sterker het geval te zijn dan bij de MRIJ-stieren.

5.3 Relaties tussen de verschillende eigenschappen binnen de leeftijdsgroepen

5.3.1 Stieren

Door de beperktheid van het materiaal was het niet mogelijk bij de stieren betrouwbare genetische correlaties te berekenen. De fenotypische correlaties tussen de verschillende kenmerken zijn berekend binnen de leeftijdsklassen. Er bestaan positieve correlaties tussen het gewicht en de verschillende lichaamsmaten (tabel 32), omdat de verschillende eigenschappen afhankelijk zijn van dezelfde genen of in gelijke richting worden beïnvloed door het milieu. De spreiding binnen de leeftijdsgroepen is betrekkelijk gering (tabel 27), vandaar dat deze correlaties lager zijn dan in de literatuur. Het hoogste verband wordt gevonden tussen het gewicht en de borstomvang. De iets lagere correlatie tussen het gewicht en de tour-spiral wordt wellicht veroorzaakt door de iets grotere meetfout bij de tour-spiral, vergeleken met de borstomvang (tabel 4). Deze beide maten zijn, evenals het gewicht, sterk afhankelijk van het milieu, zodat dit verband ten dele veroorzaakt kan zijn door het milieu. De relatief hoge correlatie tussen borstbreedte en gewicht wordt wellicht ook door een samenvallende milieu-invloed veroorzaakt. De romplengte, schofthoogte en kruishoogte hebben een ongeveer even hoge correlatie met het gewicht.

Tabel 32. Fenotypische correlaties tussen het gewicht en de lichaamsmaten bij de stieren.

Eigenschap	Ras	Correlatie binnen leeftijdsgroepen								
		schoft-hoogte	kruis-hoogte	borst-breedte	borst-diepte	kruis-lengte	heup-breedte	borst-omvang	tour-spiral	gewicht
romplengte/	FH	0,64	0,53	0,35	0,53	0,51	0,45	0,33	0,50	0,53
body length	MRIJ	0,51	0,55	0,38	0,47	0,36	0,48	0,55	0,66	0,67
schofthoogte/	FH		0,75	0,45	0,63	0,46	0,61	0,44	0,50	0,54
wither height	MRIJ		0,78	0,28	0,55	0,30	0,43	0,51	0,47	0,58
kruishoogte/	FH			0,30	0,47	0,39	0,43	0,50	0,61	0,64
pelvic height	MRIJ			0,19	0,51	0,30	0,47	0,49	0,50	0,56
borstbreedte/	FH				0,48	0,50	0,47	0,73	0,53	0,62
chest width	MRIJ				0,40	0,30	0,47	0,73	0,55	0,67
borstdiepte/	FH					0,57	0,61	0,63	0,47	0,56
chest depth	MRIJ					0,28	0,43	0,76	0,52	0,61
kruislengte/	FH						0,53	0,43	0,49	0,49
pelvic length	MRIJ						0,35	0,36	0,40	0,38
heupbreedte/	FH							0,53	0,46	0,55
hip width	MRIJ							0,57	0,55	0,62
borstomvang/	FH								0,69	0,82
heart girth	MRIJ								0,74	0,85
tour-spiral/	FH									0,77
spiral girth	MRIJ									0,80
		wither height	pelvic height	chest width	chest depth	pelvic length	hip width	heart girth	spiral girth	live-weight
Trait	Breed	Correlation within age groups								

Table 32. Phenotypic correlation between liveweight and body measurement of bulls.

De correlaties tussen de verschillende lichaamsmaten onderling zijn eveneens positief. De correlaties van de lengte- en hoogtematen met de borstbreedte zijn relatief laag. Deze lage correlaties worden niet gevonden bij de heupbreedte. Dit suggereert dat er een duidelijk positief verband moet bestaan tussen de ontwikkeling van het skelet in alle dimensies. Aangezien de skeletmaten ten opzichte van het volwassen stadium reeds ver volgroeid zijn, is de invloed van het milieu hierop gering. De dikte van de weefsels op het skelet kan ten dele onafhankelijk van het skelet variëren.

De relatief lage correlaties tussen de punten, die bij de subjectieve beoordeling van de slachtkwaliteitseigenschappen zijn toegekend (tabel 33), worden mogelijk veroorzaakt door de geringe variatie binnen deze eigenschappen. Bij de verdeling van het spierweefsel over het lichaam zouden grote anatomische wetmatigheden bestaan. Daarom zijn vooral de correlaties tussen de verschillende punten voor bespiering hier lager dan verwacht had mogen worden. Bij de relatie tussen spierweefsel en vetheid spelen twee factoren een rol. Enerzijds betekent relatief veel spierweefsel weinig vet, terwijl anderzijds een dier zijn spiervormend vermogen niet

Tabel 33. Fenotypische correlaties tussen subjectief beoordeelde slachtkwaliteitseigenschappen bij de stieren.

Eigenschap	Ras	Correlatie binnen leeftijdsgroepen				
		bespiering		vetheid	beenderstelsel	totale slachtkwaliteit
		middenhand	achterhand			
bespiering voorhand/	FH	0,43	0,46	0,07	—0,27	0,58
musculature of forequarters	MRIJ	0,37	0,37	0,03	—0,37	0,59
bespiering middenhand/	FH		0,34	—0,02	—0,30	0,62
musculature of barrel	MRIJ		0,41	0,12	—0,36	0,62
bespiering achterhand/	FH			0,02	—0,22	0,53
musculature of hindquarters	MRIJ			0,06	—0,36	0,66
vetheid/finish	FH				—0,06	0,20
	MRIJ				0,02	0,34
beenderstelsel/boning	FH					—0,27
	MRIJ					—0,40
		barrel	hindquarters			general carcase quality
		musculature		finish	boning	
Trait	Breed	Correlation within age groups				

Table 33. Phenotypic correlation between traits of carcase quality in bulls judged on the hoof.

volledig kan benutten zonder een bepaalde vetheid. In dit onderzoek heffen beide factoren elkaar kennelijk op. Veel vlees gaat noodgedwongen gepaard met een bepaalde hoeveelheid vet, waardoor de hoeveelheid bot laag zal moeten zijn. De bespiering is daarom negatief gecorreleerd met het beenderstelsel. Bij de toekenning van een punt voor de totale slachtkwaliteit is vooral de bespiering doorslaggevend geweest. De hoeveelheid vet is mede bepalend voor de slachtrijpheid, vandaar het positieve verband tussen totale slachtkwaliteit en vetheid. Uiteraard is de geschatte hoeveelheid bot negatief gecorreleerd met de totale beoordeling.

De hoeveelheid vlees is een belangrijk deel van het levend gewicht, daarom wordt een zwaarder dier in de regel hoger gewaardeerd voor de bespiering (tabel 34). Gezien de hoge correlaties van borstomvang en tour-spiral met het gewicht, zijn ook deze maten positief gecorreleerd met de bespiering. De negatieve correlaties tussen de lengte- en hoogtematen en de bespiering betekenen dat bij een constant gewicht de relatief hogere en langere dieren lager gewaardeerd worden voor de bespiering. Uiteraard bestaat er een positieve correlatie tussen de breedtematen en de bespiering.

Bij praktisch alle fenotypische correlaties bij de stieren werden geen systematische verschillen gevonden tussen beide rassen. Alleen bij de relaties tussen een aantal skeletmaten en de slachtkwaliteitskenmerken werden bij de FH-stieren over-

Tabel 34. De correlaties van de lichaamsmaten en het gewicht met de subjectief beoordeelde slachtkwaliteit bij stieren.

Eigenschap	Ras	Correlatie binnen leeftijdsgroepen					
		bespiering			vetheid	beenderstelsel	totale slachtkwaliteit
		voorband	middenhand	achterhand			
romplengte/	FH	—0,10	—0,09	—0,12	0,07	0,17	—0,11
body length	MRIJ	0,08	0,09	0,14	—0,02	—0,03	0,14
schofthoogte/	FH	—0,03	—0,03	—0,09	0,00	0,19	—0,15
wither height	MRIJ	—0,01	0,07	0,05	—0,07	—0,05	0,01
kruishoogte/	FH	—0,13	—0,06	—0,11	—0,04	0,17	—0,18
pelvic height	MRIJ	—0,05	0,05	—0,00	—0,16	0,01	—0,09
borstbreedte/	FH	0,18	0,14	0,20	0,37	—0,05	0,29
chest width	MRIJ	0,23	0,27	0,28	0,23	—0,18	0,47
borstdiepte/	FH	—0,02	0,05	—0,04	0,15	0,01	—0,00
chest depth	MRIJ	—0,02	0,05	0,07	0,06	0,07	0,08
kruislengte/	FH	—0,06	—0,02	—0,09	0,16	0,03	0,03
pelvic length	MRIJ	0,09	0,00	—0,04	0,18	0,01	0,11
heupbreedte/	FH	0,14	0,14	0,10	0,07	—0,03	0,02
hip width	MRIJ	0,22	0,23	0,18	0,01	—0,14	0,26
borstomvang/	FH	0,17	0,18	0,22	0,36	—0,05	0,24
heart girth	MRIJ	0,16	0,26	0,23	0,18	—0,17	0,35
tour-spiral/	FH	0,09	0,10	0,06	0,26	0,13	0,19
spiral girth	MRIJ	0,19	0,20	0,23	0,23	—0,17	0,38
gewicht/	FH	0,16	0,11	0,13	0,29	0,01	0,19
liveweight	MRIJ	0,26	0,28	0,27	0,15	—0,19	0,39
		forequarters	barrel	hindquarters			general carcase quality
		musculature			finish	boning	
Trait	Breed	Correlation within age groups					

Table 34. Correlations of body measurements and liveweight with assessment of carcase quality.

wegend negatieve en bij de MRIJ-stieren zwak positieve correlaties gevonden. Bij jonge groeiende dieren kan men een positief verband verwachten tussen de ontwikkeling van het skelet en de slachtkwaliteit. Bijna volgroeide dieren met relatief veel bot hebben echter in de regel een slechtere bespiering. Daar de FH-stieren gemiddeld eerder volgroeid zijn dan de MRIJ-stieren, kan de correlatie tussen skeletmaten en de bespiering reeds negatief zijn voor de FH-stieren, terwijl de fysiologische jongere MRIJ-stieren nog een zwak positief beeld te zien geven.

In 5.2 werd verondersteld dat dit materiaal onderworpen is geweest aan selectie. Als door een selectie alleen de uitersten aan beide zijden zijn verwijderd, dan is daardoor de spreiding geringer geworden en ten gevolge daarvan zijn de correlaties

lager dan bij de totale populatie verondersteld mag worden. Het is echter waarschijnlijk dat op bepaalde eigenschappen is geselecteerd, waardoor de correlaties totaal kunnen veranderen. Het is echter niet mogelijk met dit materiaal het effect van een specifieke selectie na te gaan.

In het algemeen zijn de correlaties tussen de verschillende lichaamsmaten onderling en het gewicht duidelijk positief. De relaties tussen de eigenschappen van de slachtkwaliteit beantwoorden aan de verwachtingen, hoewel het niveau van de correlaties laag is. De correlaties tussen het gewicht, de omvangs- en breedtematen en de slachtkwaliteit zijn gunstig, terwijl de hoogte-, lengte- en dieptematen een ongunstig verband met de slachtkwaliteit vertonen.

5.3.2 Dochtergroepen

De variabiliteit bij de vrouwelijke dieren was groter dan bij de stieren. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de grote milieuverschillen, hetgeen een belangrijke invloed kan hebben op de correlaties.

De fenotypische correlaties tussen de lichaamsmaten en het gewicht vertonen dezelfde tendens als bij de stieren (tabel 35). Het gewicht is geschat op basis van de borstomvang en de tour-spiral, waardoor de correlaties tussen het gewicht en deze maten hoog zijn. De genetische correlaties zijn gebaseerd op de tussen-stiervarianties en covarianties. Bij de proefopzet is getracht per vereniging dochters van verschillende stieren op dezelfde bedrijven te meten, zodat de kans dat een bepaalde milieu-invloed doorwerkt in de genetische correlaties betrekkelijk gering is. Er bestaat grote overeenstemming tussen de fenotypische en de genetische correlaties. De hoogte van deze correlaties suggereert dat de ontwikkeling van de verschillende lichaamsmaten ten dele afhankelijk is van dezelfde genen. Ook hier is de relatie tussen een aantal skeletmaten, zoals romplengte, kruishoogte en borstdiepte, groter dan de relatie van deze maten met de borstbreedte. Dit zou kunnen betekenen, dat de ontwikkeling van het totale skelet sterk afhankelijk is van dezelfde genen, terwijl de hoeveelheden vlees en vet op dit skelet vooral bepaald worden door een aantal andere genen.

De fenotypische correlaties tussen de kenmerken van de slachtkwaliteit zijn bij de vrouwelijke dieren anders dan bij de mannelijke (tabel 36). Extreme vetheid komt bij de vaarzen praktisch niet voor en er is een bepaalde hoevelheid vet nodig voor een goede bespiering, vandaar de hoge correlatie tussen bespiering en vetheid. De genetische correlaties zijn van dezelfde orde van grootte. Dit zou kunnen betekenen, dat dieren die in dit milieu kans zien vlees te vormen, ook vet kunnen maken, hetgeen op genetische factoren kan berusten.

De hoge positieve fenotypische correlaties tussen de lichaamsmaten en de slachtkwaliteit kunnen bij grote milieuverschillen gemakkelijk optreden. Indien het milieu de groei van deze jonge dieren mogelijk maakt, dan zullen alle lichaamsweefsels groeien. De genetische correlaties zijn duidelijk lager, daarom wordt de fenotypische overeenkomst vooral veroorzaakt door de milieuverschillen. Uit de genetische cor-

Tabel 35. Fenotypische en genetische correlaties tussen het gewicht en de lichaamsmaten bij de vrouwelijke dieren. [1]

Eigenschap	Ras	Correlaties binnen leeftijdsgroepen binnen KI-vereniging							
		romp-lengte	kruis-hoogte	borst-breedte	borst-diepte	heup-breedte	borst-omvang	tour-spiral	gewicht
romplengte/	FH		0,57	0,27	0,51	0,50	0,50	0,61	0,58
body length	MRIJ		0,67	0,51	0,63	0,65	0,67	0,72	0,71
kruishoogte/	FH	0,73		0,46	0,58	0,56	0,62	0,68	0,68
pelvic height	MRIJ	0,65		0,61	0,73	0,66	0,75	0,77	0,78
borstbreedte/	FH	0,30	0,11		0,53	0,58	0,66	0,58	0,66
chest width	MRIJ	0,53	0,55		0,65	0,77	0,81	0,75	0,80
borstdiepte/	FH	0,51	0,23	0,57		0,62	0,74	0,68	0,76
chest depth	MRIJ	0,70	0,74	0,60		0,71	0,82	0,77	0,81
heupbreedte/	FH	0,33	0,29	0,66	0,80		0,69	0,72	0,75
hip width	MRIJ	0,77	0,52	0,81	0,62		0,81	0,82	0,83
borstomvang/	FH	0,75	0,46	0,75	0,88	0,85		0,79	0,95 [2]
heart girth	MRIJ	0,66	0,71	0,83	0,85	0,73		0,89	0,96 [2]
tour-spiral/	FH	0,75	0,52	0,62	0,78	0,79	0,97		0,90 [2]
spiral girth	MRIJ	0,80	0,77	0,74	0,82	0,78	0,89		0,95 [2]
gewicht/	FH	0,78	0,54	0,64	0,79	0,80	0,99 [2]	0,99 [2]	
liveweight	MRIJ	0,73	0,74	0,79	0,85	0,73	0,96 [2]	0,93 [2]	
		body length	pelvic height	chest width	chest depth	hip width	heart girth	spiral girth	live-weight
Trait	Breed	Correlation within age groups within AI association							

1. Fenotypische correlaties rechts boven/phenotypic correlations top right - genetische correlaties links onder/genetic correlations bottom left.
2. Gewicht merendeels berekend met borstomvang en tour-spiral/liveweight of most heifers calculated from heart girth and spiral girth.

Table 35. Phenotypic and genetic correlations between liveweight and body measurements of heifers. [1]

relaties tussen de maten en de subjectief beoordeelde slachtkwaliteit komt eveneens naar voren dat het spier- en vetweefsel zich in belangrijke mate onafhankelijk van het skelet kunnen ontwikkelen. De vaarzen zijn gemiddeld jonger dan de stieren; dit verklaart het positieve verband tussen bepaalde skeletmaten en de slachtkwaliteit. Ook hier treden dezelfde rasverschillen op als bij de stieren, mogelijk eveneens ontstaan door een verschil in vroegrijpheid. Zoals bij de stieren hebben ook hier breedte- en omvangsmaten een positieve correlatie met de slachtkwaliteit.

Op grond van de berekende relaties bij beide geslachten kan geconcludeerd worden dat er een positief verband bestaat tussen de lichaamsmaten en het gewicht. Zware dieren hebben gemiddeld een betere bespiering en worden als slachtdier in het totaal hoger gewaardeerd. Voor een goede bespiering is een bepaalde hoeveel-

Tabel 36. Fenotypische en genetische correlaties tussen de lichaamsmaten, het gewicht en de subjectief beoordeelde slachtkwaliteit bij de vrouwelijke dieren.

Eigenschap	Ras	Correlatie binnen leeftijdsgroepen binnen KI-verenigingen					
		bespiering		vetheid		totale slachtkwaliteit	
		r_p	r_A	r_p	r_A	r_p	r_A
romplengte/	FH	0,31	0,18	0,28	0,18	0,34	0,28
body length	MRIJ	0,37	0,15	0,42	0,25	0,43	0,25
kruishoogte/	FH	0,26	—0,04	0,28	—0,10	0,35	0,06
pelvic height	MRIJ	0,37	0,09	0,42	0,26	0,45	0,16
borstbreedte/	FH	0,37	0,28	0,39	0,30	0,41	0,35
chest width	MRIJ	0,55	0,38	0,59	0,53	0,59	0,48
borstdiepte/	FH	0,36	0,24	0,40	0,59	0,41	0,29
chest depth	MRIJ	0,46	0,29	0,48	0,28	0,51	0,31
heupbreedte/	FH	0,42	0,27	0,47	0,41	0,47	0,45
hip width	MRIJ	0,57	0,27	0,60	0,38	0,63	0,39
borstomvang/	FH	0,46	0,38	0,49	0,57	0,52	0,48
heart girth	MRIJ	0,61	0,46	0,62	0,42	0,66	0,50
tour-spiral/	FH	0,48	0,16	0,48	0,33	0,55	0,30
spiral girth	MRIJ	0,57	0,33	0,60	0,35	0,64	0,41
gewicht/	FH	0,50	0,25	0,52	0,43	0,57	0,40
liveweight	MRIJ	0,61	0,41	0,63	0,35	0,67	0,47
bespiering/	FH			0,61	0,84	0,86	0,93
musculature	MRIJ			0,71	0,69	0,89	0,95
vetheid/	FH					0,70	0,79
finish	MRIJ					0,75	0,70
		musculature		finish		general carcase quality	
Trait	Breed	Correlation within age group within AI associations					

Table 36. Phenotypic and genetic correlations between the body measurements, liveweight and assessment of carcase quality in heifers.

heid vet noodzakelijk. De genetische aanleg van het vlees- en vetpercentage is grotendeels onafhankelijk van de ontwikkeling van het skelet.

5.4 De relatie tussen de eigenschappen op verschillende leeftijden

Bij groeicurves kan zowel het volwassen stadium als het tempo waarin dit stadium bereikt wordt variëren (fig. 2). Hierdoor kunnen de groeicurves elkaar snijden. Om na te gaan of dit in ons materiaal voorkomt, zijn de correlaties berekend tussen de eigenschappen op verschillende leeftijden.

5.4.1 Stieren

Van de gecorrigeerde gegevens zijn per leeftijdscombinatie de correlaties tussen de kenmerken berekend (500 dagen met 600, 700, 800 en 900; 600 dagen met 700, 800 en 900, etc.). Later zijn deze correlaties samengevoegd, afhankelijk van de periode die ligt tussen de beide leeftijden (tabel 37). De correlaties tussen de eigenschappen op verschillende leeftijden zullen vooral afhankelijk zijn van de tussenliggende tijd. Na 100 dagen zijn grote en zware dieren nog groot en zwaar, maar na 300 dagen zal de rangorde al belangrijk veranderd zijn. Gezien het beperkt aantal vrijheidsgraden zal aan de correlatie die behoort bij 500 dagen niet te veel waarde gehecht moeten worden, vooral niet bij de MRIJ-stieren. Bij gegevens die in het gemeten traject bijna volgroeid zijn, kunnen deze veranderingen minder sterk optreden dan bij minder volgroeide gegevens (bijvoorbeeld de schoft- en kruishoogte tegenover de borstomvang en tour-spiral). Bij sterk milieugevoelige eigenschappen wordt eerder een afwijkend verloop gevonden, bijvoorbeeld bij de vetheid. De betrouwbaarheid van de verschillende groeicurves was sterk afhankelijk van de meetfout. Bij gegevens waarbij sprake is van een relatief grote meetfout zal eveneens gemakkelijk een afwijkend groeiverloop optreden. De lage correlaties bij de heupbreedte zijn hier wellicht een gevolg van.

Een aantal maten zijn eerder volgroeid dan het gewicht. Misschien kunnen deze maten eerder informatie geven over het latere gewicht. Daarom is de relatie berekend tussen de verschillende eigenschappen op een bepaalde leeftijd en het gewicht op een later tijdstip (tabel 37). Het blijkt dat deze correlaties steeds lager zijn dan die tussen de gewichten op beide tijdstippen. Worden deze correlaties echter vergeleken met die tussen de verschillende eigenschappen en het gewicht op dezelfde leeftijd (tabel 32), dan blijken de correlaties bij bepaalde maten duidelijk lager te worden en bij andere maten nagenoeg constant te blijven. Zo is bijvoorbeeld de correlatie van de kruishoogte met het gewicht op dezelfde leeftijd gemiddeld +0,60, met het gewicht 100 dagen later +0,59 en met het gewicht 300 dagen later +0,62. Bij de borstbreedte daarentegen zijn deze cijfers respectievelijk +0,64, +0,63 en +0,53. De kruishoogte is reeds ver volgroeid en daarom niet sterk meer te beïnvloeden door het milieu. De correlatie met het gewicht wordt dan beperkt door de correlatie tussen de kruishoogte en het gewicht op volwassen leeftijd. De borstbreedte is echter nog sterk afhankelijk van het milieu en zal daarom minder verband houden met de volwassen borstbreedte.

De slachtkwaliteit van een dier op een bepaald moment is positief gecorreleerd met het gewicht (tabel 34). Het gewicht op een later tijdstip houdt echter praktisch geen verband meer met de slachtkwaliteit op een eerder moment. Dieren die op jonge leeftijd reeds een goede slachtkwaliteit hebben, kunnen later achterblijven in gewicht. Een goede slachtkwaliteit op jonge leeftijd wijst op een zekere mate van vroegrijpheid. Deze dieren zullen dus later minder snel groeien.

De relaties tussen de gegevens op verschillende tijdstippen vertonen een afnemende tendens. Het is niet uitgesloten dat de vorm van de individuele groeicurves ver-

Tabel 37. De correlaties van de verschillende eigenschappen van de stieren met dezelfde eigenschap en met het gewicht op oudere leeftijd.

Eigenschap	Ras	Met dezelfde eigenschap			Met het gewicht		
tussenliggende periode/ time intervals		100	300	500	100	300	500
vrijheidsgraden/	FH	365	143	29	365	143	29
degrees of freedom	MRIJ	251	127	8	251	127	8
romplengte/	FH	0,95	0,65	0,39	0,60	0,57	0,43
body length	MRIJ	0,95	0,70	0,54	0,64	0,52	0,39
schofthoogte/	FH	0,98	0,83	0,72	0,55	0,59	0,56
wither height	MRIJ	0,97	0,86	0,75	0,64	0,68	0,71
kruishoogte/	FH	0,98	0,92	0,77	0,61	0,62	0,57
pelvic height	MRIJ	0,98	0,92	0,90	0,57	0,63	0,66
borstbreedte/	FH	0,97	0,81	0,56	0,63	0,60	0,42
chest width	MRIJ	0,95	0,52	0,27	0,64	0,46	0,50
borstdiepte/	FH	0,97	0,77	0,44	0,62	0,59	0,40
chest depth	MRIJ	0,96	0,78	0,75	0,71	0,70	0,74
kruislengte/	FH	0,96	0,80	0,76	0,55	0,55	0,57
pelvic length	MRIJ	0,94	0,63	0,51	0,33	0,24	0,07
heupbreedte/	FH	0,95	0,67	0,60	0,57	0,52	0,50
hip width	MRIJ	0,92	0,54	—0,01	0,62	0,45	—0,10
borstomvang/	FH	0,97	0,84	0,48	0,84	0,78	0,51
heart girth	MRIJ	0,96	0,71	0,77	0,87	0,77	0,79
tour-spiral/	FH	0,96	0,75	0,51	0,79	0,71	0,56
spiral girth	MRIJ	0,94	0,59	0,58	0,79	0,63	0,76
gewicht/	FH	0,98	0,87	0,63	0,98	0,87	0,63
liveweight	MRIJ	0,97	0,77	0,69	0,97	0,77	0,69
bespiering voorhand/	FH	0,67	0,50	0,23	0,12	0,07	—0,14
musculature forequarters	MRIJ	0,68	0,39	0,60	0,18	0,08	0,22
bespiering middenhand/	FH	0,70	0,42	—0,04	0,10	—0,03	—0,33
musculature barrel	MRIJ	0,66	0,32	0,51	0,26	0,21	0,62
bespiering achterhand/	FH	0,71	0,50	0,18	0,17	0,13	—0,06
musculature hindquarters	MRIJ	0,75	0,42	0,72	0,35	0,10	0,22
vetheid/	FH	0,68	0,31	0,07	0,30	0,30	0,01
finish	MRIJ	0,72	0,44	0,57	0,20	—0,05	—0,25
beenderstelsel/	FH	0,77	0,55	0,38	0,00	0,03	0,08
boning	MRIJ	0,68	0,46	0,71	—0,19	—0,08	—0,52
totale slachtkwaliteit/	FH	0,86	0,64	0,23	0,18	0,08	—0,09
general carcase quality	MRIJ	0,86	0,62	0,72	0,39	0,13	0,28
Trait	Breed	With the same trait			With the liveweight		

Table 37. Correlations of traits in bulls with the same trait and with liveweight after certain intervals.

schilt. Het verband tussen de maten en het gewicht op een later tijdstip vertoont in grote lijnen dezelfde tendens, hoewel bij enkele maten de relatie minder afhankelijk is van de tijd, die tussen deze tijdstippen ligt. Bepaalde maten kunnen in een vroeg stadium reeds enige informatie geven over het latere gewichtsverloop. Dieren die reeds op jonge leeftijd een goede slachtkwaliteit hebben, zijn op een latere leeftijd zeker niet zwaarder dan andere dieren.

5.4.2 Dochtergroepen

De correlaties tussen de gegevens op verschillende leeftijden nemen ook bij de dochtergroepen af met de tussenliggende tijd (tabel 38), in het algemeen zelfs

Tabel 38. De correlaties van de verschillende eigenschappen van de dochtergroepen met dezelfde eigenschap en het gewicht op oudere leeftijd.

Eigenschap	Ras	Met dezelfde eigenschap			Met het gewicht		
tussenliggende tijd/ time intervals		100	200	300	100	200	300
vrijheidsgraden/	FH	44	27	14	44	27	14
degrees of freedom	MRIJ	98	66	35	98	66	35
romplengte/	FH	0,87	0,75	0,49	0,54	0,42	0,18
body length	MRIJ	0,83	0,41	0,00	0,68	0,37	0,00
kruishoogte/	FH	0,95	0,87	0,77	0,50	0,43	0,34
pelvic height	MRIJ	0,86	0,55	0,33	0,63	0,40	0,18
borstbreedte/	FH	0,78	0,28	—0,13	0,65	0,51	0,25
chest width	MRIJ	0,86	0,54	0,13	0,72	0,50	0,18
borstdiepte/	FH	0,85	0,54	0,53	0,79	0,75	0,61
chest depth	MRIJ	0,85	0,49	0,08	0,72	0,46	0,17
heupbreedte/	FH	0,85	0,60	0,25	0,75	0,72	0,51
hip width	MRIJ	0,79	0,37	—0,05	0,59	0,30	—0,02
borstomvang/	FH	0,93	0,77	0,46	0,90	0,73	0,52
heart girth	MRIJ	0,84	0,47	0,13	0,82	0,52	0,19
tour-spiral/	FH	0,86	0,59	0,47	0,87	0,64	0,30
spiral girth	MRIJ	0,80	0,33	—0,06	0,78	0,40	0,04
gewicht/	FH	0,91	0,74	0,50	0,91	0,74	0,50
liveweight	MRIJ	0,86	0,46	0,04	0,86	0,46	0,04
bespiering/	FH	0,89	0,61	0,03	0,55	0,46	0,44
musculature	MRIJ	0,85	0,61	0,37	0,43	0,32	0,18
vetheid/	FH	0,96	0,90	0,77	0,59	0,47	0,61
finish	MRIJ	0,84	0,52	0,29	0,42	0,28	0,15
totale slachtkwaliteit/	FH	0,91	0,73	0,31	0,60	0,48	0,44
general carcase quality	MRIJ	0,84	0,52	0,33	0,49	0,41	0,29
Trait	Breed	With the same trait			With the liveweight		

Table 38. Correlations of traits in heifers with the same trait and with liveweight after certain intervals.

sterker dan bij de stieren. Dit kan mogelijk worden veroorzaakt door de geringe spreiding die bestaat tussen de dochtergroepen binnen de verenigingen (tabel 31). Bovendien zijn de vaarzen verder van het volwassen stadium af, waardoor gemakkelijk wijzigingen in de rangorde kunnen optreden.

De correlaties tussen de lichaamsmaten op een bepaald tijdstip met het geschatte gewicht later is aanvankelijk hoog en daalt daarna sneller dan bij de stieren. Dit kan grotendeels verklaard worden uit de relaties tussen de maten op verschillende leeftijden. In vergelijking met de stieren blijft de relatie tussen de slachtkwaliteit en het gewicht op latere leeftijd bij de vaarzen hoog. Bij deze jonge dieren zal de hoeveelheid vlees en vet verhoudingsgewijs gelijk opgroeien met het gewicht. Dit wordt nog versterkt door het feit dat de dieren beperkt gevoerd zijn.

5.5 De relatie tussen de eigenschappen van de vaders en die van de dochters

Om zo snel mogelijk dochters van gemeten stieren te kunnen onderzoeken, moest een keuze gedaan worden uit de oudere stieren, omdat hiervan de dochters in de loop van het onderzoek op geschikte leeftijd kwamen. De leeftijd van de vaders varieerde van 700-1000 dagen, daarom zijn zij slechts een gering aantal malen gemeten. De leeftijd van de dochters varieerde van 300-700 dagen.

De hoogte van de correlatie tussen de eigenschappen van vaders en dochters zal afhankelijk zijn van de relatie tussen het fenotype en het genotype van de dieren. Een aantal factoren vormen een beperking voor het vaststellen van de relatie tussen het fenotype en genotype van de vaders, zoals het verband tussen de gegevens van de stieren op verschillende leeftijd (tabel 37) en de nauwkeurigheid waarmee de fokwaarde van de stieren kan worden geschat (tabel 27). De correlatie tussen het genotype van de vader en het genotype van het dochtergemiddelde is 0,5. De correlatie tussen het gemiddelde genotype van de dochters en hun fenotype is afhankelijk van het aantal dochters per groep en van de erfelijkheidsgraad (tabel 30). Ook de correlaties tussen de gegevens van de dochtergroepen op verschillende leeftijden vormen hierbij een beperkende factor (tabel 38).

Het produkt van de verschillende beperkende factoren geeft een indruk van de correlaties die verwacht kunnen worden tussen de eigenschappen van vaders en dochters (fig. 19). In tabel 39 is voor enkele eigenschappen de verwachte correlatie berekend. Daartoe is gebruik gemaakt van de in vorige paragrafen geschatte correlaties en erfelijkheidsgraden. Tussen de verwachte en gevonden correlaties bestaan geen grote verschillen, zeker niet als men rekening houdt met de schattingsfouten die kunnen kleven aan de gebruikte correlaties. De gevonden correlaties zijn binnen de KI-verenigingen berekend, daarom kunnen zowel de erfelijkheidsgraden als de relaties tussen de gegevens op verschillende leeftijden iets groter zijn dan de gegevens waarvan hier is uitgegaan. Dit kan verklaren waarom in een aantal gevallen de gevonden correlaties hoger zijn dan de verwachte.

Tweemaal de correlatie tussen de eigenschappen van vaders en dochters geeft een schatting van de erfelijkheidsgraad. Deze erfelijkheidsgraad is geschat op grond van

Tabel 39. Verwachte en gevonden correlaties tussen enkele gegevens van de vaders en dochters.

Eigenschap	Ras	Beperkingen				Correlatie vaders-dochters	
		vaders		dochters		verwacht	gevonden
		r [1]	h^2 [2]	r [3]	h_n [4]		
kruishoogte/	FH	0,92	0,77	0,87	0,99	0,31	0,60
pelvic height	MRIJ	0,92	0,77	0,55	0,98	0,25	0,39
gewicht/	FH	0,87	0,20	0,74	0,96	0,06	—0,00
liveweight	MRIJ	0,77	0,97	0,46	0,96	0,16	0,21
bespiering/	FH	0,47	0,51	0,61	0,97	0,07	0,03
musculature	MRIJ	0,38	0,77	0,61	0,99	0,09	0,33
vetheid/	FH	0,31	0,45	0,90	0,96	0,06	—0,09
finish	MRIJ	0,44	0,27	0,52	0,97	0,03	—0,04
		sires		daughters		expected	estimated
Trait	Breed	Limitations				Sire-daughter correlation	

1. Correlatie tussen de eigenschap op verschillende leeftijden (tabel 37)/correlation between the trait at different ages (Table 37).
2. $\sqrt{h^2}$ (tabel 27/Table 27).
3. Correlatie tussen de eigenschap op verschillende leeftijden (tabel 38)/correlation between the trait at different ages (Table 38).
4. $h_n = \sqrt{\dfrac{nh^2}{1 + (n - 1)(h^2 + c^2)}}$ ($n = 37$, h^2 zie tabel 30/see Table 30, c^2 is verwaarloosd/ c^2 is neglected).

Table 39. Expected and estimated correlations between some traits of sires and daughters.

Fig. 19. Relatie tussen de waarnemingen bij de stieren en hun dochters.

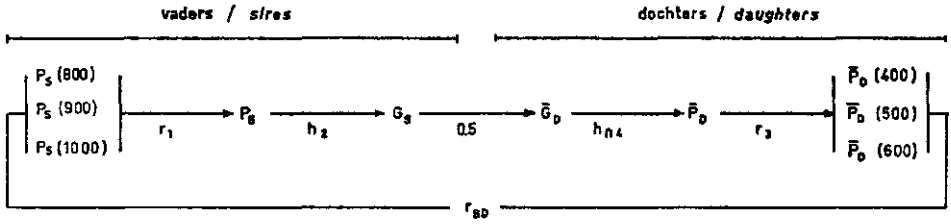


Fig. 19. Relation between characteristics of sires and their daughters.

de relatie tussen het gegeven van de vader op een bepaalde leeftijd (liggend tussen 700 en 1000 dagen) en het gemiddeld gegeven van de dochters op een andere leeftijd (liggend tussen 300 en 700 dagen) (tabel 40). Eigenschappen die weinig milieugevoelig zijn en in de betrokken leeftijdstrajecten relatief ver ontwikkeld zijn, vertonen een goede overeenkomst tussen vaders en dochters. De hoge schatting van de erfelijkheidsgraad voor de kruishoogte bij de FH-dieren wordt veroorzaakt doordat

Tabel 40. Relatie tussen de eigenschappen van de stieren en hun dochters.

Eigenschappen van de stieren	Ras	Eigenschappen van de dochters						
		dezelfde eigenschap		gewicht		bespiering	vetheid	totale slachtkwaliteit
		h^2	b	r	b	r	r	r
romplengte/	FH	0,99	0,16	0,28	0,63	0,06	0,04	0,06
body length	MRIJ	0,40	0,09	0,17	0,45	—0,08	—0,07	—0,13
kruishoogte/	FH	1,19	0,25	0,12	0,37	—0,14	—0,21	—0,10
pelvic height	MRIJ	0,79	0,17	0,27	1,03	—0,09	0,14	—0,08
borstbreedte/	FH	0,32	0,10	—0,07	—0,51	—0,29	—0,38	—0,29
chest width	MRIJ	0,03	0,01	—0,00	—0,02	0,17	—0,02	0,14
borstdiepte/	FH	0,51	0,10	0,36	2,51	0,14	0,09	0,16
chest depth	MRIJ	0,86	0,18	0,48	2,54	0,21	0,20	0,24
heupbreedte/	FH	0,16	0,03	—0,08	—0,45	—0,27	—0,33	—0,29
hip width	MRIJ	0,48	0,11	0,15	1,10	—0,04	—0,04	0,01
borstomvang/	FH	—0,12	—0,04	—0,05	—0,15	—0,23	—0,35	—0,22
heart girth	MRIJ	0,63	0,16	0,33	0,73	0,21	0,06	0,21
tour-spiral/	FH	0,35	0,08	0,01	0,02	—0,23	—0,37	—0,28
spiral girth	MRIJ	0,40	0,09	0,24	0,45	0,08	0,03	0,09
gewicht/	FH	0,00	0,00	0,00	0,00	—0,14	—0,25	—0,18
liveweight	MRIJ	0,43	0,05	0,21	0,05	0,08	—0,03	0,07
bespiering/	FH	0,06	0,03	0,21	8,01	0,03	0,01	0,10
musculature	MRIJ	0,65	0,15	—0,03	—0,43	0,33	0,11	0,28
vetheid/	FH	—0,18	—0,04	—0,19	—2,63	—0,02	—0,09	—0,10
finish	MRIJ	—0,07	—0,01	0,09	1,52	0,12	—0,04	0,13
totale slachtkwaliteit/	FH	0,48	0,21	—0,09	—0,41	0,19	0,14	0,24
general carcase quality	MRIJ	0,68	0,15	—0,00	—0,00	0,37	0,12	0,34
		same trait		liveweight		musculature	finish	general carcase quality
Trait of the sires	Breed	Trait of the daughters						

$h^2 = 2 \times r_{SD}$
r = correlatie/correlation
b = regressie/regression

Table 40. Relation between the traits of the sires and their daughters.

een extreem grote stier in het materiaal voorkwam. Ook zijn dochters waren relatief groot, hetgeen bij de schatting van de erfelijkheidsgraad voor de kruishoogte op basis van de halfzustergroepen eveneens waarneembaar was (zie tabel 30). Voor de milieu-gevoelige maten (borstbreedte, borstomvang, gewicht en vetheid) werden lage correlaties gevonden tussen vaders en dochters.

In dit materiaal zijn de erfelijkheidsgraden bij de MRIJ-dieren ook hoger dan

bij de FH-dieren. In 5.2 werd verondersteld dat de stieren, via een selectie op exterieur, uniformer in genotype zijn dan normaal voor beide populaties verwacht mag worden. Bij de FH-stieren zou dit in sterkere mate het geval zijn dan bij de MRIJ-stieren. Ditzelfde effect kan doorwerken in de hier berekende erfelijkheidsgraden.

De tussen-stier-variantie was bij de dochters aanzienlijk kleiner dan de verschillen tussen de stieren binnen de KI-verenigingen (tabel 27 en 31). Daarom zijn de regressies in het algemeen lager dan de correlaties. Er kan succesvol geselecteerd worden op het merendeel van de eigenschappen via een selectie van de stieren.

De meeste maten van de stieren zijn positief gecorreleerd met het gewicht van de dochters (tabel 40). In een aantal gevallen is het zelfs meer effectief te selecteren via de maten dan via het gewicht. Vooral de kruishoogte en borstdiepte lijken in dit verband gunstig. Het genotype van de stieren kan bij deze maten relatief betrouwbaar geschat worden en geeft een goede voorspelling van de kruishoogte en borstdiepte bij de dochters. Gemiddeld grotere en diepere vaarzen zijn duidelijk zwaarder (tabel 35).

Voor de milieugevoelige maten heeft men weinig houvast voor een selectie op gewicht, zoals blijkt uit de borstbreedte, die zelfs negatief gecorreleerd is met het gewicht.

Bij de dochtergroepen bestaat er een positief verband tussen de lichaamsmaten en de slachtkwaliteit (tabel 35). Men zou op grond van het verband tussen de maten van de stier en van de dochters mogen aannemen, dat het verband tussen de maten van de vader en de slachtkwaliteit van de dochters overwegend positief zou zijn. Dit is bij de MRIJ-dieren inderdaad het geval. Alleen lange en hoge stieren leveren gemiddeld een iets mindere slachtkwaliteit. Bij de FH-dieren zijn de meeste eigenschappen negatief gecorreleerd. Waarschijnlijk hebben enkele grote en zware stieren van dit ras dochters geleverd die een lage waardering voor de slachtkwaliteit kregen. Wel blijkt ook uit deze cijfers dat gemiddeld de ontwikkeling van het skelet een negatieve invloed heeft op de beoordeling van de slachtkwaliteit.

De betrokken vaderdieren zijn slechts een gering aantal malen gemeten, daarom is de schatting van het aantal dagen, dat zij nodig hebben om een bepaald ontwikkelingsstadium te bereiken, onbetrouwbaar (tabel 29). Om toch een indruk te krijgen over het verband tussen de vroegrijpheid van de stieren en van hun dochters, is de relatieve groei berekend (zie 4.2.2). De correlaties tussen de verschillende eigenschappen zijn berekend binnen de KI-verenigingen (tabel 41). De cijfers van deze leeftijdscombinatie sluiten gemiddeld goed aan bij de gegevens van tabel 40. Naarmate de stieren op een leeftijd van 940 dagen groter zijn, is de relatieve groei hoger. Alleen de borstbreedte bij de FH-stieren vormt hierop een uitzondering. Bij de vrouwelijke dieren op een leeftijd van 400 dagen is het beeld juist omgekeerd. De minder ontwikkelde dieren groeien hier het snelst, hetgeen toegeschreven moet worden aan het milieu. Daar grotere vaders gemiddeld later volgroeid zijn en grotere dochters leveren, die echter relatief langzamer groeien, bestaat er geen of een zwak negatief verband tussen de relatieve groei van de vaders en die van de dochters.

Tabel 41. De relatie tussen de vroegrijpheid van de stieren en hun dochters.

Eigenschap	Ras	Correlatie			
		r_{WR}		r_{WW}	r_{RR}
		stieren	dochters		
romplengte/	FH	—0,05	—0,00	0,47	0,54
body length	MRIJ	0,23	0,62	—0,29	0,23
kruishoogte/	FH	0,07	—0,27	0,51	—0,14
pelvic height	MRIJ	0,17	—0,33	0,42	—0,01
borstbreedte/	FH	—0,22	—0,43	—0,14	—0,01
chest width	MRIJ	0,19	—0,01	—0,07	—0,20
borstdiepte/	FH	0,00	—0,33	0,49	0,06
chest depth	MRIJ	0,01	—0,19	0,51	—0,16
heupbreedte/	FH	0,12	—0,02	0,19	—0,05
hip width	MRIJ	0,26	—0,20	0,15	0,00
borstomvang/	FH	0,39	—0,35	—0,23	—0,08
heart girth	MRIJ	0,36	—0,17	0,22	0,06
tour-spiral/	FH	0,32	—0,08	0,16	0,15
spiral girth	MRIJ	0,05	—0,24	0,20	—0,17
gewicht/	FH	0,57	—0,30	0,03	—0,10
liveweight	MRIJ	0,13	—0,13	0,16	0,18
		sires	daughters		
		r_{WR}		r_{WW}	r_{RR}
Trait	Breed	Correlation			

r_{WR}. Correlatie tussen het gewicht en de relatieve groei/correlation between liveweight and relative growth.
r_{WW}. Correlatie tussen het gewicht van de vaders op 940 dagen en het gewicht van de dochters op 400 dagen/correlation between the sire's weight at 940 days and the daughter's weight at 400 days.
r_{RR}. Idem tussen de relatieve groei van de vaders en dochters/correlation between the sire's and daughter's relative growth.
Vrijheidsgraden/degrees of freedom: FH 15 en/and MRIJ 28.

Table 41. Relation between age at maturity of sires and their daughters.

Gemiddeld bestaat er een positieve correlatie tussen de eigenschappen van vaders en dochters. Een selectie van stieren op grond van hun lichaamsmaten geeft een verbetering van het gewicht van hun dochters. Een al te eenzijdige selectie op bijvoorbeeld de hoogtematen zal niet gunstig zijn voor de slachtkwaliteit. Bij het hier gebruikte materiaal werd geen verband gevonden tussen de mate van vroegrijpheid van de stieren en van die van hun dochters.

6 Discussie

Voor een rendabele produktie van rundvlees moet men beschikken over dieren, die snel en goedkoop veel vlees kunnen vormen. De geschiktheid voor de vleesproduktie is voornamelijk afhankelijk van het groeivermogen, de slachtkwaliteit en het voederverbruik (fig. 4). Een eigenschap kan verbeterd worden door selectie als deze eigenschap meetbaar is en een voldoend grote genetische variabiliteit in de populatie vertoont. Het selectie-effect zal dan afhangen van de intensiteit, waarmee men selecteert en van de relatie met andere eigenschappen waar tegelijkertijd op wordt geselecteerd.

6.1 Groeivermogen

De beste maat voor de groeicapaciteit van een dier is het gewicht gecorrigeerd voor de leeftijd (paragraaf 2.1.1). Dit gewicht zal afhangen van het niveau, waarop de groeicurve verloopt en de mate van vroegrijpheid (fig. 2). Het niveau van de groeicurve wordt bepaald door het gewicht op volwassen leeftijd. De mate van vroegrijpheid wordt aangegeven door de tijd, die een dier nodig heeft om het volwassen gewicht te bereiken. Dit geldt ook voor de lichaamsmaten. De verschillende maten groeien echter niet in hetzelfde tempo naar het volwassen stadium (Taylor, 1967a).

De maten en het gewicht van een volwassen rund zijn sterk afhankelijk van het genotype. De erfelijkheidsgraad van een bepaald gegeven wordt hoger naarmate het volwassen stadium dichter wordt benaderd. Voor lichaamsmaten, die eerder volgroeid zijn, worden op een bepaalde leeftijd hogere erfelijkheidsgraden gevonden dan voor later volgroeide maten (Taylor & Craig, 1967). Voor een verbetering van het groeiverloop is een selectie op oudere leeftijd effectiever dan op jongere leeftijd, omdat er bovendien hoge genetische correlaties bestaan tussen de maten op verschillende leeftijden (Taylor, 1967a). Op eerder volgroeide maten kan in een vroeger stadium effectief worden geselecteerd. Ook de tijd, die nodig is om een bepaald ontwikkelingsstadium te bereiken, zou volgens Taylor een grote genetische variabiliteit vertonen. De erfelijkheidsgraad voor vroegrijpheid zou echter laag zijn, omdat het groeiverloop sterk afhankelijk is van het milieu. Tussen de lichaamsmaten van het volwassen dier en de tijd, die nodig is om volwassen te worden bestaat een duidelijk positief genetisch verband. Selectie op een groter formaat zal resulteren in een later volgroeid dier, hetgeen voor de vleesproduktie als ongunstig kan worden beschouwd. Een bepaald deel van de genetische variatie in vroegrijpheid zou echter

onafhankelijk zijn van het gegeven op volwassen leeftijd. Er is dus een geringe selectiemogelijkheid op vroegrijpheid onafhankelijk van het volwassen formaat. Men moet daartoe echter gegevens hebben over een dusdanig lang leeftijdstraject, dat het verloopt vastgesteld kan worden. Tevens is het raadzaam dit te doen voor meerdere eigenschappen, waardoor men een beter inzicht krijgt omtrent het totale groeipatroon van de dieren. Alle dieren uit het onderzoek van Taylor zijn gevoerd op basis van een vrije opname.

Ook Huth (1968) vond belangrijke verschillen in ontwikkeling bij volwassen runderen. Het gewicht op vijfjarige leeftijd gebruikt hij zelfs als gegeven om de 'Wachstumskapazität' aan te geven. Hij verwerpt het idee, dat er verschillen zouden bestaan in vroegrijpheid en meent de eventuele verschilllen toe te moeten schrijven aan verschillen in voeding. De voeding van zijn dieren is beperkt en gebaseerd op het gewicht. De lichtste koeien uit zijn onderzoek wegen op vijfjarige leeftijd bijna 100 kg minder (± 16 %) en bereiken dit gewicht ongeveer een jaar eerder (± 20 %) dan de koeien met een gemiddeld gewicht. Dit heeft volgens hem niets met vroegrijpheid te maken, maar zou veroorzaakt worden doordat tijdens de weideperiode niet gevoerd is op basis van het gewicht. Als onder die omstandigheden de lichtere dieren even veel opnemen als de zwaardere, dan hebben deze lichtere dieren meer voer tot hun beschikking om te groeien. Een consequente voeding op basis van het levend gewicht zal in de praktijk echter vrijwel nooit worden toegepast.

6.1.1 Variabiliteit van de eigenschappen van de groeicurve

In dit onderzoek zijn verschillen gevonden, die toegeschreven moeten worden aan de erfelijke aanleg van de dieren. De vrouwelijke dieren zijn iets eerder volgroeid en blijven lichter en kleiner dan de stieren. De mannelijke dieren zijn in relatie tot de hoogte vooral op oudere leeftijd langer en breder dan de vrouwelijke dieren. De MRIJ-dieren zijn in vergelijking met de FH-dieren gemiddeld iets later volgroeid en hebben dan relatief grote omvangsmaten.

Ook binnen ras en geslacht komt een bepaalde variabiliteit voor. Deze variatie wordt naast het genotype veroorzaakt door het milieu. Volgens Taylor (1967a) wordt de invloed van het genotype groter als een gegeven verder volgroeid is, waardoor een overeenkomst waarneembaar is tussen de hoogte van de erfelijkheidsgraden en het stadium van ontwikkeling. Bovendien werd voor de minst volgroeide maten een grotere invloed van het milieu (KI-vereniging) gevonden dan voor de andere gegevens. Dat dit niet voor alle eigenschappen opgaat kan veroorzaakt zijn door de meetfout of door tijdelijke fluctuaties. Wordt bij het meten een grote fout gemaakt, dan kan de invloed van de KI-vereniging gering zijn, terwijl toch de geschatte erfelijkheidsgraad laag is (paragraaf 5.2).

De mate van vroegrijpheid en de gegevens van de volwassen dieren zijn bepaald op grond van een extrapolatie. De variabiliteit van deze gegevens wordt daarom

Tabel 42. Enkele gegevens van het gewichtsverloop met de bijbehorende kruishoogte bij stieren.

Eigenschap		Percentage van het volwassengewicht en ras			
		70 %		100 %	
		FH	MRIJ	FH	MRIJ
aantal/number		78	88	95	126
leeftijd/age	x̄	661,0	707,9	.	.
	s.d.	93,5	119,3	.	.
	v.c.	14,1	16,9	.	.
gewicht/liveweight	x̄	676,5	726,0	957,4	1033,5
	s.d.	63,1	76,6	96,3	132,2
	v.c.	9,3	10,6	10,1	12,7
kruishoogte/pelvic height	x̄	131,8	134,4	138,9	141,2
	s.d.	3,2	3,4	3,2	3,8
	v.c.	2,4	2,5	2,3	2,7
gewicht: (kruishoogte)^3/	x̄	295,0	298,7	357,8	367,6
liveweight: (pelvic height)^3	s.d.	18,5	22,1	36,6	47,7
	v.c.	6,3	7,4	10,2	12,9
Trait		Percentage of mature weight and breed			

Table 42. Some figures from liveweight curves and corresponding pelvic height of bulls.

sterk beïnvloed door de schattingsfout. Om de invloed van de schattingsfout geringer te maken is uitgegaan van stieren, die minstens over een periode van één jaar waren gewogen en gemeten. Van deze stieren werd nagegaan of zowel van de kruishoogte als van het gewicht een groeicurve berekend kon worden. Vervolgens werd het tijdstip berekend, waarop 70 % van het volwassen gewicht werd bereikt. Dit moment moest liggen binnen het traject, waarover gegevens gemeten waren. Daarna is berekend hoe groot de kruishoogte op dit tijdstip was. De verschillen tussen de beide rassen liggen nu in dezelfde orde van grootte als bij het totale materiaal, terwijl de standaardafwijking van de eigenschappen aanzienlijk geringer is geworden (tabel 42). Gemiddeld hebben de MRIJ-stieren vanaf de geboorte 7 % meer tijd nodig om 70 % van het volwassen gewicht te bereiken en zijn dan 7 % zwaarder dan de FH-stieren. Volgens Taylor (1967a) is de genetische variatie van het volwassen formaat, en van de tijd die nodig is om dit te bereiken, ongeveer 5 %. Voor het volwassen formaat zou de erfelijkheidsgraad hoog zijn en voor de vroegrijpheid laag. Als dezelfde genetische variabiliteit zou gelden voor de hier onderzochte rassen, dan suggereren de fenotypische variaties dat ook hier de erfelijkheidsgraad voor het volwassen gewicht hoger is dan voor de mate van vroegrijpheid.

Op grond van het gewichtsverloop van de verschillende dieren en diergroepen kan geconcludeerd worden, dat er genetische verschillen bestaan in de mate van

vroegrijpheid en het volwassen gewicht. Bij een gelijke gewichtscurve kunnen er echter verschillen optreden tussen de maatverhoudingen van de dieren. Naarmate een dier meer volgroeid is, is de invloed van het genotype op de eigenschappen groter.

6.1.2 Relatie tussen de eigenschappen van de groeicurve

De fenotypische correlaties tussen de gegevens op verschillende leeftijden zijn lager dan de genetische correlaties, die Taylor & Craig (1965) berekenden. Mogelijk dat hier betrekkelijk geringe wijzigingen in het milieu of afwijkingen ten gevolge van de meetfout de correlaties sterk verlagen. Ook een eventuele selectie in het materiaal kan deze correlaties beïnvloeden (paragraaf 5.4).

De genetische correlaties tussen het volwassen formaat en de tijd, die nodig is dit te bereiken, zijn hoog. Taylor (1967a) schrijft dat: 'for every genetic increase of 1 % in time taken to become two-thirds mature, an associated genetic increase of 1 % is expected in mature size'. De gevonden verschillen tussen de FH- en MRIJ-stieren zijn in overeenstemming met deze opmerking (tabel 42). Ook de fenotypische correlaties tussen 70 % van het volwassen gewicht en de tijd, die nodig is dit te bereiken, zijn hoog (tabel 43). De fenotypische regressies zijn hier lager. Ondanks deze hoge correlaties is echter een bepaald deel van beide varianties onafhankelijk van elkaar. Volgens Taylor (1967a) zou de genetische variatie in vroegrijpheid, die onafhankelijk is van het volwassen formaat, ongeveer 2 % bedragen. De fenotypische variatie in vroegrijpheid onafhankelijk van het gewicht is

Tabel 43. De relatie tussen enkele groeikenmerken van de stieren (zie tabel 42).

Eigenschap	Ras	Correlatie en regressie met					
		gewicht		hoogte		gewicht/ (kruishoogte)^2	
		r	*b*	*r*	*b*	*r*	*b*
tijd nodig om 70 % van het	FH	0,79	0,531	0,47	0,015	0,60	0,120
volwassen gewicht te bereiken/	MRIJ	0,78	0,499	0,57	0,016	0,52	0,097
time taken to become 70 % of mature weight							
70 % van volwassen gewicht/	FH			0,72	0,036	0,62	0,182
70 % of mature weight	MRIJ			0,71	0,031	0,69	0,199
bijbehorende kruishoogte/	FH					—0,08	—0,463
corresponding pelvic height	MRIJ					—0,01	—0,083
		liveweight		pelvic height		liveweight/ (pelvic height)^2	
Trait	Breed	Correlation and regression with					

Table 43. Relation between some growth characteristics of bulls (see Table 42).

in dit onderzoek 8,7 % en de variatie in gewicht onafhankelijk van de vroegrijpheid 5,7 % (tabel 42 en 43). Worden de gemiddelde cijfers van enkele zoongroepen vergeleken, dan is er eveneens een grote overeenkomst te zien tussen de vroegrijpheid van een eigenschap en het niveau op volwassen leeftijd. Dit geldt zowel voor het gewicht als voor de kruishoogte (figuur 20). Bij de stieren werd een positief verband gevonden tussen de relatieve groei en het gewicht op 920 dagen. Ook dit wijst op een ongunstig verband tussen de vroegrijpheid en het niveau van de groeicurve. Dat dit bij de vrouwelijke dieren niet werd gevonden, wordt wellicht door het milieu veroorzaakt (tabel 41).

Fig. 20. Relatie tussen het niveau en de vroegrijpheid van de groeicurve voor gewicht en kruishoogte van enkele zoongroepen.

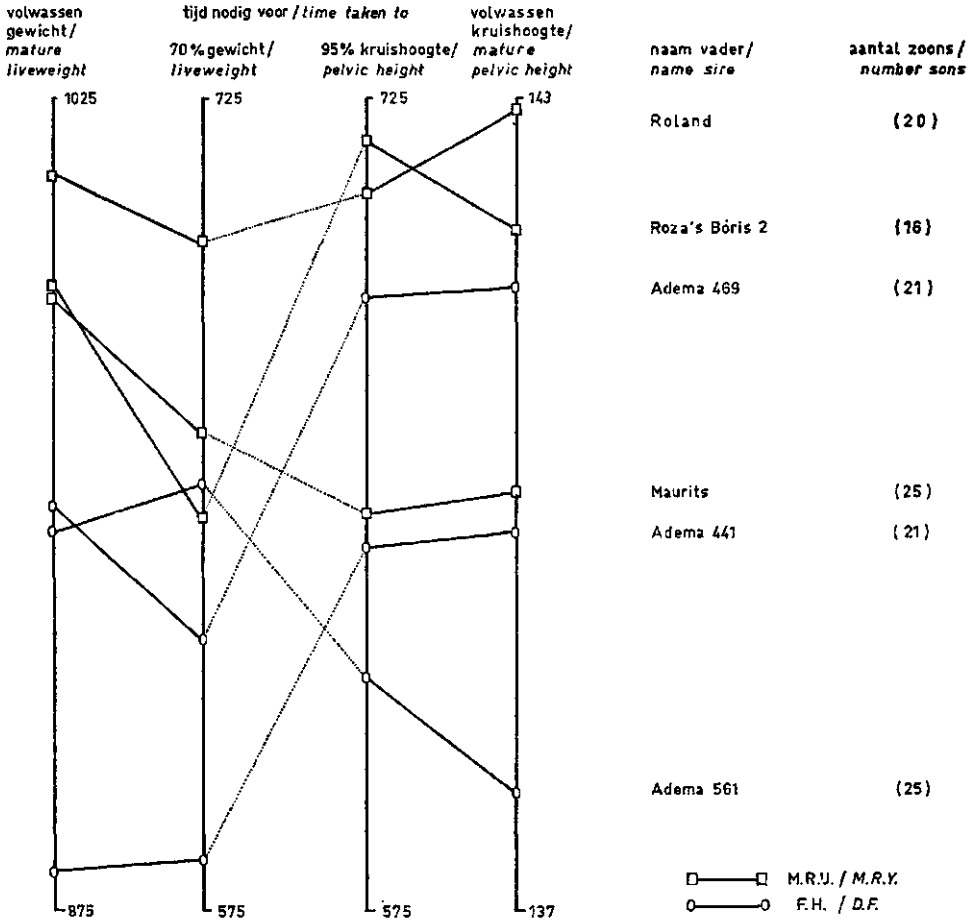


Fig. 20. Relation of adult liveweight and pelvic height of some son-groups and the age for attainment of given percentages of the adult value.

De gegevens van de stieren suggereren dat er een hoog positief verband bestaat tussen het niveau van een eigenschap op volwassen leeftijd en de tijd, die nodig is om het volwassen stadium te bereiken.

6.1.3 De lichaamsmaten en het gewicht

Tussen de lichaamsmaten en het gewicht bestaat er in het algemeen een positief verband, ook bij volwassen dieren (tabel 43). Op grond van de berekende correlaties kan echter geconstateerd worden dat een deel van de variatie van de lichaamsmaten onafhankelijk is van het gewicht. De fenotypische variatie in hoogte onafhankelijk van het volwassen gewicht, wordt geschat op 1,7 %.

De tijden die de vroegrijpheid van de verschillende lichaamsmaten aangeven, zouden nagenoeg onafhankelijk van elkaar zijn (Taylor, 1967a). De gevonden verschillen tussen de FH- en MRIJ-stieren wijzen in dezelfde richting (tabel 19). Ook uit figuur 20 blijkt dat de mate van vroegrijpheid voor het gewicht nagenoeg onafhankelijk is van die voor de kruishoogte. Voor een bepaalde groep kan het volwassen gewicht laag zijn, terwijl de kruishoogte groot is. Dit gewicht zal dan gemiddeld snel volgroeid zijn, terwijl de kruishoogte in vergelijking met andere dieren er lang over zal doen.

6.2 Slachtkwaliteit

De procentuele samenstelling van een dier is schematisch weergegeven in figuur 15. Worden deze gegevens uitgezet binnen een gewichtscurve, dan blijkt dat een rund aanvankelijk vooral bot en vlees produceert. De vetaanzet wordt belangrijk als het skelet en later het spierweefsel ongeveer volgroeid zijn (figuur 21). Evenals de verschillende lichaamsmaten kunnen deze weefsels een specifiek groeiverloop hebben. Dit zou eventueel voor de verschillende weefsels geheel of gedeeltelijk onafhankelijk van elkaar kunnen verlopen. Ook hier is het waarschijnlijk, dat de weefsels die op een bepaalde leeftijd het verst zijn volgroeid, op dat moment in sterkere mate afhankelijk zijn van de genetische aanleg dan de later volgroeide weefsels. Verschil in voeding had in het leeftijdstraject van 7 tot 16 maanden geen invloed op de hoeveelheden bot, iets op de hoeveelheid vlees en veel op de hoeveelheid vet (Guenther et al., 1965).

De theoretische percentages van de weefsels kunnen uitgezet worden tegen het ontwikkelingsstadium van het levend gewicht (figuur 15), waardoor eventuele verschillen in vroegrijpheid en niveau van de gewichtscurve uitgeschakeld worden (figuur 22). Voor de verschillende diergroepen uit het kruisingsonderzoek van Bergström (1966) is het stadium van ontwikkeling op het moment van slachten geschat en zijn de cijfers van het karkas omgerekend naar het levend gewicht (tabel 44). Uit figuur 22 blijkt dat de stieren relatief een betere bespiering hebben dan de vaarzen. Bovendien zijn er geringe verschillen tussen de onderzochte rassenkruisingen, waarbij de rangorde van de drie groepen bij beide geslachten gelijk is.

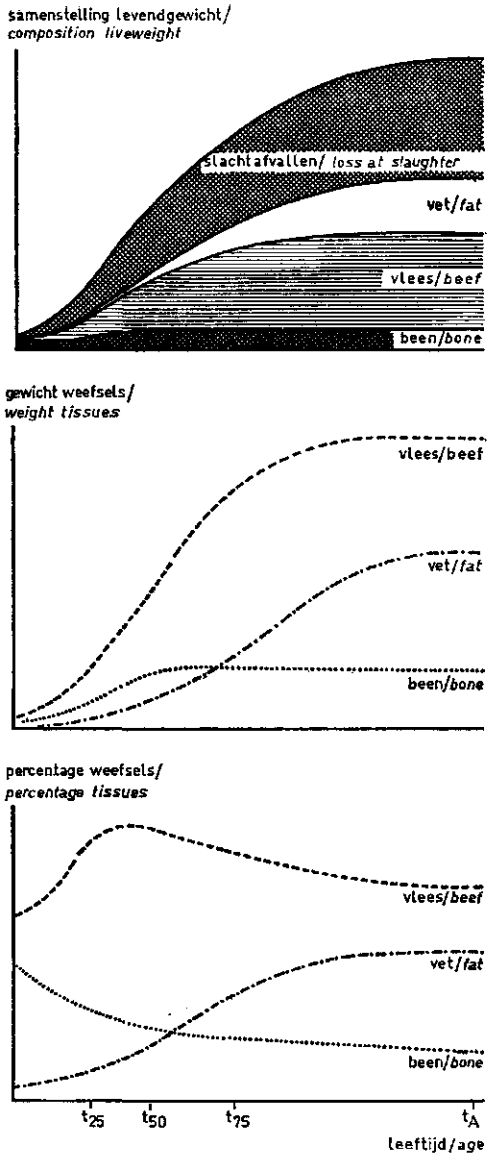


Fig. 21. Schematische weergave van de ontwikkeling van de lichaamsweefsels.

Fig. 21. Body composition at different ages.

Deze dieren zijn intensief gevoerd, vandaar dat het vetpercentage en het aanhoudingspercentage hoger zijn dan in het model werd verondersteld.

Het maximale percentage vlees dat bereikt kan worden, kan van dier tot dier variëren. Of bij een dier zijn potentie tot het vormen van vlees volledig tot uiting komt, zal sterk afhangen van het moment, waarop het dier geslacht wordt. Als de dieren op gelijke leeftijd worden geslacht dan zullen de laatrijpe dieren minder ver ontwikkeld zijn. Slacht men de dieren op een gelijk eindgewicht, dan zullen die met een hoog volwassen gewicht minder volgroeid zijn. In beide gevallen kan de rang-

Tabel 44. Enkele gegevens van een onderzoek met kruislingen (Bergström, 1966).

Eigenschap	FH-koeien gekruist met					
	Charolais ♂	Limousin ♂	MRIJ ♂	Charolais ♀	Limousin ♀	MRIJ ♀
geschat volwassen gewicht (A)/ estimated mature liveweight (A)	1100	1000	1050	725	625	675
gewicht bij slachten (W)/ slaughter weight (W)	419	394	418	379	368	383
ontwikkelingsstadium (W als % van A)/ stage of development (W as % of A)	38,1	39,4	39,8	52,2	58,8	56,7
aanhoudingspercentage/ dressing percentage	59,2	61,2	58,7	59,6	61,9	59,6
percentage spierweefsel/ percentage muscular tissue	39,1	39,8	38,0	35,3	34,7	33,1
percentage vet/percentage fat	9,0	10,6	8,9	14,5	18,4	16,8
percentage been/percentage bone	8,8	8,8	9,3	8,1	7,5	7,8
Trait	DF-cows crossed with					

Table 44. Some figures from a study with crossbreeds (Bergström, 1966).

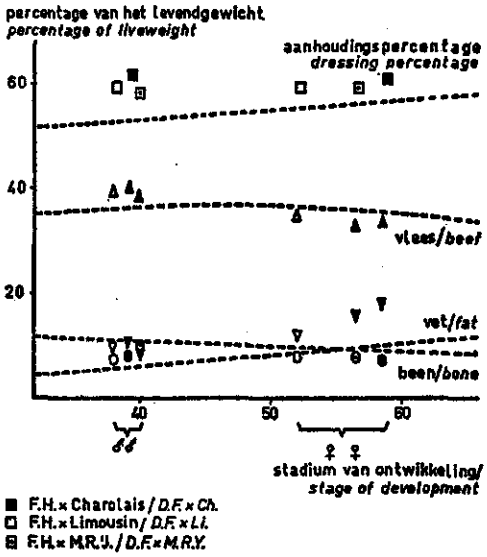


Fig. 22. Samenstelling van enkele kruisingskalveren (zie tabel 44).

Fig. 22. Composition of some crossbreds (see Table 44).

orde in bespiering afwijken van de potentiële bespiering. Bij de beoordeling van het spiervormend vermogen van een dier zal men rekening moeten houden met het stadium van ontwikkeling.

Bij de subjectieve beoordeling van de slachtkwaliteit zal vooral getracht moeten worden de bespiering te schatten, zodat men een indruk krijgt over de hoeveelheid vlees. Vlees kan slechts worden gevormd in combinatie met andere factoren. Met de beoordeling van de bespiering blijkt veeleer de hoeveelheid vlees in relatie tot het formaat te worden geschat dan het vleespercentage. De gangbare kwaliteitsindelingen volgen gemiddeld beter de spier/been-verhouding dan het vleespercentage (Bergström et al., 1967; Bergström, 1968). De subjectieve beoordeling van de bespiering zal ongeveer gelijk oplopen met het vleespercentage, totdat dit percentage maximaal is. Gaat het vleespercentage dalen ten gevolge van de hoeveelheid vet, dan zal de beoordeling van de bespiering min of meer constant blijven (zie ook figuur 16). De spier/been-verhouding wordt constant als de hoeveelheid bot en vlees volgroeid zijn; de gewichtstoename van een dier zal dan sterk afnemen. Een indruk van de bespiering zou dan ook te verkrijgen zijn door gebruik te maken van de relatie tussen het levend gewicht en de ontwikkeling van het skelet (Bakker et al., 1967). Gezien de hoge genetische correlaties tussen de verschillende skeletmaten kan een van deze skeletmaten tot de derde macht informatie geven over de ontwikkeling van het skelet. Er is uitgegaan van de kruishoogte, omdat deze maat betrouwbaar te meten is. De maatverhouding *gewicht/(kruishoogte)*^{3} zal dus een indruk geven over de bespiering. Deze benaderingsmethode kan worden gebruikt als men de bespiering wil schatten op momenten, waarop deze niet rechtstreeks te beoordelen is.

6.2.1 Variabiliteit van de onderdelen van de slachtkwaliteit

De verschillen tussen de slachtkwaliteit van de MRIJ- en FH-stieren zijn aanvankelijk gering. Later is de gemiddelde slachtkwaliteit bij de MRIJ-stieren beter (tabel 16). De betere potentiële bespiering van de MRIJ-stieren komt op jonge leeftijd nog niet tot uiting door hun laatrijpheid. Daarom wordt de vetheid lager en het beenderstelsel hoger gewaardeerd. Bij een gelijk ontwikkelingsstadium blijkt dat de punten voor de bespiering van de MRIJ-stieren ongeveer 2 % hoger zijn dan bij de FH-dieren (tabel 20). Dit is in overeenstemming met het verschil dat bestaat tussen de maatverhoudingen van deze dieren (tabel 42).

De slachtkwaliteit van de mannelijke en vrouwelijke dieren tijdens de groeiperiode is niet vergelijkbaar (tabel 16 en 21), omdat het voederniveau niet gelijk was. Uit de maatverhoudingen van de volwasen dieren blijkt dat de potentiële bespiering bij de vrouwelijke dieren lager is.

De invloed van het milieu zal groter zijn als een weefsel verder afstaat van het volwassen stadium. De erfelijkheidsgraad vertoont daarom een relatie met de mate waarin de verschillende weefsels volgroeid zijn. Gemiddeld is deze erfelijkheidsgraad het hoogst bij de punten voor het beenderstelsel, daarna voor de bespiering en het laagst voor de vetheid (tabel 27 en 30).

De slachtkwaliteit is afhankelijk van de erfelijke aanleg van de dieren en het milieu, waarin de dieren worden gehouden. Evenals bij de verschillende lichaams-

maten wordt de invloed van het genotype groter als de weefsels verder zijn volgroeid. Er zijn aanwijzingen dat er voor de potentiële bespiering verschillen in erfelijke aanleg bestaan.

6.2.2 Relatie tussen de onderdelen van de slachtkwaliteit

De ontwikkeling van de weefsels is afhankelijk van het vroeg- of laatrijp zijn van een dier. Daarom zal een laatrijp dier op jonge leeftijd gemiddeld een geringere bespiering en vetheid vertonen, terwijl het percentage bot hoger zal zijn (figuur 21). Op grond hiervan mag een positief verband verwacht worden tussen de bespiering en de vetheid. De relatie tussen de punten voor de bespiering en het beenderstelsel zal negatief zijn. Een dier met een gelijke mate van vroegrijpheid en een betere bespiering, zal een lager punt voor vetheid en botten krijgen. Dit zal het positieve verband tussen bespiering en vetheid verlagen en het negatieve verband tussen bespiering en beenderstelsel accentueren. Hebben alle dieren het optimale punt voor de bespiering bereikt, dan zal zowel het verband tussen de bespiering en de vetheid als het verband tussen de bespiering en het beenderstelsel negatief zijn (figuur 16). Daarom is er wellicht bij de stieren geen verband gevonden tussen de bespiering en de vetheid, terwijl het verband tussen de bespiering en het beenderstelsel negatief was (tabel 33). Deze relaties zullen optreden als de hoeveelheid en kwaliteit van het voer de ontwikkeling van de verschillende weefsels mogelijk maakt. Gemiddeld zal dit het geval geweest zijn bij de stieren uit dit onderzoek.

Bij schrale voeding zal de ontwikkeling van de weefsels worden geremd. Dit geldt het sterkst voor het vet- en in iets mindere mate voor het spierweefsel. Indien het voer niet voldoende is om de potentiële bespiering te laten ontwikkelen, dan zal zeker de vetvorming worden afgeremd. Hierdoor kan er een positief verband ontstaan tussen de bespiering en de vetheid. Mogelijk is dit het geval geweest bij de vrouwelijke dieren uit dit onderzoek. Bovendien waren deze dieren gemiddeld jonger dan de mannelijke dieren, waardoor eveneens het verband tussen de bespiering en de vetheid positief kan zijn (tabel 36).

De relaties tussen de onderdelen van de slachtkwaliteit hangen sterk af van het ontwikkelingsstadium van de dieren. Tevens heeft het milieu invloed op deze relaties. Bij jonge dieren zal gemiddeld het verband tussen de bespiering en de vetheid positief zijn en bij oudere dieren negatief. Bij schrale voeding tijdens de groeiperiode zal het verband sterker positief zijn.

6.2.3 Het groeivermogen en de slachtkwaliteit

In het begin van het groeitraject zal er een sterk verband bestaan tussen het levend gewicht en de hoeveelheid vlees (figuur 21). Een grote hoeveelheid vlees wijst bij een jong dier meestal ook op een goede bespiering. Daarom is de relatie tussen bespiering en het gewicht positief. Bij oudere dieren bestaat de gewichtstoename voor een belangrijk deel uit vet. Ook de correlatie tussen het gewicht en

Fig. 23. Basiskenmerken voor de vleesproduktie van een dier en de relatie tussen deze kenmerken.

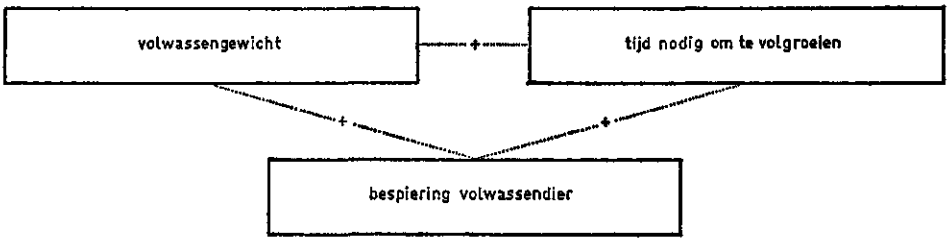


Fig. 23. Traits of beef production and relations between them.

de vetheid was positief. Het percentage bot is negatief gecorreleerd met de bespiering, vandaar dat er geen of een negatief verband bestaat tussen het beenderstelsel en het levend gewicht (tabel 34 en 36). Een vroegrijp dier kan bij een bepaald gewicht een goede bespiering combineren met een relatief hoog vetpercentage en een laag beenderpercentage. Een laatrijp dier kan op gelijke leeftijd en bij een gelijk gewicht eveneens een hoog vleespercentage hebben, maar dan gecombineerd met minder vet en meer bot. Dit beïnvloedt de relatie tussen het gewicht en de slachtkwaliteit.

Voor de beoordeling van de potentiële bespiering moet men beschikken over gegevens van het volwassen dier of van dieren op een gelijke ontwikkelingsniveau. Gemiddeld hebben zwaardere dieren op een contstant ontwikkelingsniveau een maatverhouding die wijst op een betere bespiering. Dieren met een zwaar volwassen gewicht zijn gemiddeld laat volgroeid. Daarom is er ook een positief verband tussen het aantal dagen dat nodig is om 70 % van het volwassen gewicht te bereiken en de bespiering op dat moment. Voor een deel echter kan de bespiering variëren onafhankelijk van het niveau en de vroegrijpheid van de gewichtscurve (tabel 43).

Een selectie op een hoger volwassen gewicht zal zonder extra maatregelen resulteren in een later volgroeid dier met een betere potentiële bespiering. Omgekeerd zal een selectie op vroegrijpheid een lichter gewicht en een geringere bespiering bij het volwassen dier opleveren (figuur 23). Een vroegrijp dier kan echter op jonge leeftijd een betere bespiering hebben dan een laatrijp dier. Bergström (1969) meent dat het niet reëel is te streven naar dieren, die optimale resultaten kunnen leveren bij elke vorm van mesterij. De kans is groot dat er een interactie bestaat tussen het genotype en het mestsysteem.

6.3 Voederefficiëntie

Bij groeiende dieren wordt het opgenomen voer gebruikt om het lichaam in stand te houden en om de verschillende weefsels op te bouwen. De hoeveelheid onderhoudsvoer staat in relatie met het gewicht. Een dier dat ten opzichte van het

gewicht snel groeit, zal een kleiner deel van het opgenomen voer gebruiken voor onderhoud dan het dier dat relatief langzaam groeit. De gewichtstoename zal afhankelijk zijn van de hoeveelheid produktievoer. De energie die nodig is voor de opbouw van de verschillende weefsels is niet gelijk, waardoor de gewichtstoename tevens afhankelijk zal zijn van de verdeling van de energie over de verschillende weefsels. Voor de vorming van spierweefsel is aanzienlijk minder energie nodig dan voor de opbouw van vetweefsel. Daarom zal een dier dat relatief veel vlees vormt efficiënter groeien dan een dier dat minder vlees en meer vet vormt.

De voederefficiëntie zal sterk afhankelijk zijn van de hoeveelheid en kwaliteit van het opgenomen voer. Bij een schrale voeding zal een groter deel van de beschikbare energie worden gebruikt voor onderhoud dan bij een meer royale voeding. De schrale voeding zal resulteren in een ongunstiger voederverbruik per kg groei. Als de voeding extreem intensief wordt, dan bestaat er een risico dat het dier veel energie gaat omzetten in vet, hetgeen eveneens ongunstig zal zijn voor de voederconversie.

Bij de rundveemesterij worden verschillende soorten mestsystemen toegepast. Bij de mesterij van jonge dieren (mestkalveren en vleesstiertjes) gebruikt men gewoonlijk geconcentreerd voer en bij de mesterij van oudere dieren (ossen, vaarzen en koeien) volgt men als regel een minder intensieve methode. Zowel bij een intensief als bij een extensief voedersysteem kunnen de dieren beperkt of ad libitum worden gevoerd. Zo worden de mestkalveren gewoonlijk tot verzadiging gevoerd met geconcentreerd voer. De vleesstieren zullen bij de opfok beperkt worden gevoerd, bijvoorbeeld op basis van een leeftijdsschaal. Tijdens de afmestperiode worden deze dieren meestal tot verzadiging gevoerd met min of meer energierijk voer. Bij mesten tot een hoger eindgewicht zullen de dieren schraal opgefokt en met vrij veel ruwvoer afgemest worden. Tijdens de weideperiode kan dat een ad libitum opname van gras betekenen. Bij mestproeven wordt soms gebruik gemaakt van een voedersysteem op basis van het levend gewicht. Dit systeem kan alleen worden toegepast als men de mogelijkheid heeft de dieren regelmatig te wegen en het voer afgewogen toe te dienen. Bij het mesten in de praktijk is dit vrijwel nooit het geval. Met een voedersysteem op basis van het gewicht loopt men het risico dat dieren, die tot een grotere opname bereid zijn, hun volledige groeicapaciteit niet tot uiting kunnen brengen.

De verschillende diergroepen uit dit onderzoek zijn niet gevoerd volgens een gelijk voedersysteem. Dit heeft invloed op de groeiresultaten en de slachtkwaliteit. Ook de relaties tussen de verwante dieren uit de verschillende groepen kunnen hierdoor zijn beïnvloed.

6.3.1 Voedersysteem en groeiverloop

Bij een ad libitum voeding wordt de voederopname van een dier bepaald door de eetlust. Volgens Taylor & Young (1964) zouden zware dieren gemiddeld meer voer opnemen, sneller groeien en een gunstiger voederefficiëntie hebben dan lichte

dieren van dezelfde leeftijd. Zij menen op grond van de literatuur en hun eigen onderzoek dat door een selectie op het volwassen gewicht de groei en de voederconversie zal worden verbeterd. De zwaardere dieren moeten daarbij wel de gelegenheid krijgen meer voer op te nemen. Krijgen alle dieren evenveel voer, dan zal de groei van de zware dieren geringer zijn en het voederverbruik per kg groei ongunstiger, omdat een groter deel van het voer nodig is voor onderhoud.

De relatieve groei van een kalf zal eerst stijgen en vrij snel daarna dalen. Met het ouder worden gaat een dier meer vet afzetten. Het voederverbruik per kg groei gaat daarom na een geringe daling sterk stijgen (figuur 24). Bij een laatrijp dier zal de voederconversie aanvankelijk ongunstiger en later gunstiger zijn, omdat in de beginperiode de relatieve groei lager en later hoger is. Vormt een dier meer vlees en minder vet, dan zal het voederverbruik gunstig worden beïnvloed. Volgens deze gedachtengang is er bij een ad libitum voeding een duidelijk verband tussen het voederverbruik per kg groei en de potentiële bespiering en tussen dit voederverbruik en de relatieve groei. Een zwaar volwassen gewicht zal, afgezien van de korte beginperiode, gemiddeld een snelle relatieve groei geven en wijzen op een goede potentiële bespiering (figuur 23). Op gelijke leeftijd zal een zwaar dier gemiddeld sneller groeien en minder vet vormen, waardoor de voederconversie gunstiger zal zijn. Dit sluit aan bij de mening van Taylor & Young (1964). De voeding van de stieren uit dit onderzoek is ongeveer vergelijkbaar met een ad libitum voeding.

De vrouwelijke dieren uit dit onderzoek zullen gemiddeld aanzienlijk schraler zijn gevoerd. Tijdens de opfok zal dit meestal gebeurd zijn op basis van hun leeftijd. Zware kalveren zullen gemiddeld meer onderhoudsvoer nodig hebben dan lichte. Bergström (1969) vond dan ook negatieve correlaties tussen de groei tijdens de opfok en het begingewicht bij stierkalveren, die gevoerd werden op basis van hun leeftijd. Na de opfok zullen bijna alle vrouwelijke dieren weidegang hebben gehad. De dieren die relatief het sterkst zijn geremd in hun groei kunnen zelfs door een compensatoire groei de opgelopen achterstand inhalen. Worden deze dieren in de

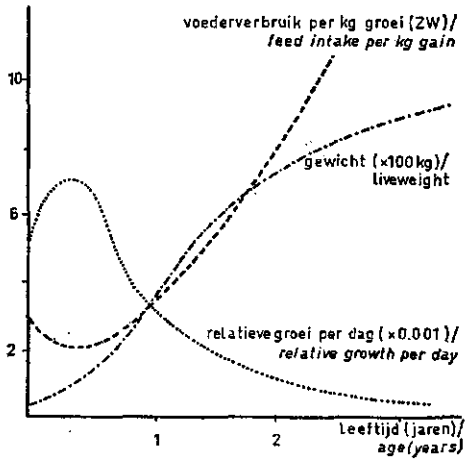


Fig. 24. Relatie tussen het verloop van het gewicht en het voederverbruik.

Fig. 24. Relation between gain in liveweight and feed efficiency.

daarop volgende stalperiode weer beperkt gevoerd, dan zal hetzelfde verschijnsel kunnen optreden als bij de opfok. De kans is groot, dat de zwaarste dieren in de winterperiode relatief het sterkst worden geremd in hun groei. De dieren zijn onderzocht in de winterperiode, zodat het verband tussen de ontwikkeling en de relatieve groei negatief kan zijn. De verschillen in vroegrijpheid komen op deze manier niet tot uiting. De verschillen in ontwikkeling, die tussen de dieren vooral tijdens de weideperiode kunnen ontstaan, vertonen mogelijk een duidelijk verband met het potentieel volwassen gewicht van deze dieren.

De groeicijfers uit dit onderzoek zullen sterk afhankelijk zijn van het gevolgde voedersysteem. Bij de stieren zal de groei niet belemmerd zijn door het voedersysteem. Het gewicht op een bepaalde leeftijd zal gemiddeld een resultante zijn van de aanleg voor vroegrijpheid en het volwassen gewicht. Bij de vrouwelijke dieren wijkt waarschijnlijk de groeicurve sterk af van de potentiële curve. Hierdoor zullen vooral de verschillen in vroegrijpheid verdwijnen.

6.3.2 Voedersysteem en slachtkwaliteit

Wanneer een dier meer energie opneemt dan nodig is voor de vorming van bot en vlees, dan zal de extra energie waarschijnlijk afgezet worden als vet. Bij een gelijke voederconcentratie zullen de dieren die ad libitum voer kunnen opnemen gemiddeld meer vet produceren dan dieren die beperkt worden gevoerd. De dieren die meer geconcentreerd voer krijgen zullen eveneens meer vet produceren dan dieren die een gelijke hoeveelheid minder geconcentreerd voer krijgen.

In vergelijking met de mannelijke zijn de vrouwelijke dieren vroeger volgroeid en hebben een geringere potentiële bespiering, zodat op gelijke leeftijd een grotere vetheid verwacht mag worden. Door het verschil in voeding ligt de vetheid bij de vrouwelijke dieren op een lager niveau dan bij de mannelijke dieren (tabel 16 en 21). Een schrale voeding zal echter ook de hoeveelheid spierweefsel beïnvloeden, bovendien zal dan het vetaandeel in de spieren lager zijn. Zou de hoeveelheid eiwit in het rantsoen te gering zijn, dan wordt de spiervorming ook daardoor geremd.

6.4 Vleesproduktie van de stieren en van hun nakomelingen

Het gewicht van een dier op een bepaalde leeftijd is afhankelijk van de vroegrijpheid en het niveau van de gewichtscurve. De bespiering en de vetheid zullen in verband staan met het stadium van ontwikkeling en de potentiële bespiering. Vooral de vroegrijpheid en de hoeveelheid vet zijn gemakkelijk te beïnvloeden door het milieu. Het milieu en het stadium van ontwikkeling van de stieren zijn niet gelijk aan die van hun nakomelingen.

6.4.1 Stieren en dochters

Er bestaat een overeenkomst tussen de eigenschappen van de vaders op een

Tabel 45. Enkele gegevens van stieren en hun dochters van één KI-vereniging.

Stier-nummer	Rang-orde vol-wassen gewicht	Eigenschappen van de stier op 940 dagen					Eigenschappen van de dochters op 400 dagen			
		gewicht	relatieve groei $\times 10^{-5}$	kruishoogte	bespiering	vetheid	gewicht	kruishoogte	bespiering	vetheid
2304	1	926	82	141,1	10,7	7,0	264	113,3	8,1	4,8
2303	2	843	70	139,9	9,7	5,5	260	112,8	8,0	4,9
2308	3	919	67	137,3	10,2	7,0	256	111,0	8,4	5,0
2309	4	848	64	138,5	10,0	7,0	254	111,8	8,0	4,8
2305	5	776	64	134,3	10,0	6,0	248	112,5	8,0	5,1
2302	6	827	56	133,2	9,4	7,0	258	112,1	7,9	4,6
2312	7	872	49	141,9	10,0	7,0	254	112,0	7,9	4,9
2307	8	794	54	136,1	9,3	6,0	246	111,4	7,9	4,5
2301	9	848	34	134,6	10,0	6,0	243	112,3	8,0	4,5
2306	10	774	43	133,4	10,7	7,0	270	113,8	8,7	5,2
Sire No	Order of mature live-weight	Traits of the sire at 940 days					Traits of the daughters at 400 days			
		live-weight	relative growth $\times 10^{-5}$	pelvic height	mus-culature	finish	live-weight	pelvic height	mus-culature	finish

Table 45. Some traits of sires and their daughters at one AI association.

leeftijd van 700 tot 1100 dagen en dezelfde eigenschappen van hun dochters op een leeftijd van 300 tot 700 dagen. De verschillen in vroegrijpheid van de stieren worden echter bij de dochters niet teruggevonden (paragraaf 5.5). Dit kan betekenen dat de verschillen in vroegrijpheid bij de dochters niet of nauwelijks tot uiting komen, hetgeen toegeschreven moet worden aan de verschillende milieu-omstandigheden van de stieren en de dochters.

Ter illustratie zijn in tabel 45 enkele gegevens vermeld van tien stieren en hun dochters uit één KI-vereniging. De stieren zijn gerangschikt op basis van het geschatte volwassen gewicht. De gewichten van de dochters op 400 dagen blijken in verband te staan met het volwassen gewicht van de vaders. De kruishoogte van de dochters vertoont slechts een gering verband met de kruishoogte van de vaders. De kruishoogte van de stieren op 940 dagen zal praktisch volgroeid zijn, terwijl dit bij de dochters niet het geval is. De groeicurve van deze maat is minder gevoelig voor het milieu, waardoor mogelijk de verschillen in vroegrijpheid voor kruishoogte een rol spelen. De bespiering van de dochters volgt ongeveer de bespiering van de vaders. Bij de vetheid is geen duidelijke lijn te onderkennen. Gemiddeld lijkt de vetheid bij de dochters gekoppeld aan de bespiering, hetgeen ook naar voren kwam bij de genetische correlaties tussen vetheid en bespiering.

Het gewicht van vrouwelijke dieren op praktijkbedrijven is reeds op jonge leeftijd

Tabel 46. Vergelijking tussen stieren en mestresultaten van hun zoons (zie Bergström, 1969).

Proef-serie	Stier-nummer	Eigen groei en bespie-ring	Geschatte rangorde van de stieren in volwassen stadium			Zoons op proefstation			
						groei (g/dag)		slachtkwaliteit	
			ge-wicht [1]	bespie-ring [2]	aantal dagen [3]	opfok	mest-periode	bespie-ring	vet-heid
64/65	2308	+	3	3	3	549	1061	7,7	7,4
	2301	+	10	9	9	575	1074	7,7	7,1
	2302	—	5	4	6	588	1071	7,3	8,5
	2307	—	8	7	8	626	1023	7,7	8,2
65/66	3006	+	1	1	1	549	989	8,0	8,8
	2308	+	3	3	3	588	1034	7,9	8,8
	3011	—	4	6	4	505	1020	7,8	8,6
	2311	—	7	8	7	522	1046	7,9	8,8
66/67	2304	+	2	2	2	492	990	7,3	9,2
	3012	+	9	10	10	548	1022	7,6	9,1
	2311	—	7	8	7	539	1049	7,8	9,8+
	3013	—	6	5	5	580	1036	7,7	10,0
		Sire's growth and mus-culature	live-weight [1]	mus-culature [2]	number of days [3]	rear-ing	fattening period	mus-culature	finish
	Sire		Assessed order of the sires			growth (g/day)		carcase quality	
Test	No		when mature			Sons in test station			

1. Geschat volwassen gewicht met behulp van de berekende groeicurve/mature liveweight from the computed growth curve.
2. Gebaseerd op de verhouding gewicht/kruishoogte³/based on the relation liveweight/(pelvic height)³.
3. Berekend aantal dagen dat nodig is om een gegeven percentage van het volwassen gewicht te bereiken/calculated number of days to reach a given percentage of mature liveweight.
4. *Subjectief beoordeeld ten opzichte van een optimum van 10 punten, + betekent boven het optimum/assessed on a scale up to an optimum of 10, + means the bulls are too fat.*

Table 46. Comparison between sires and fattening results of their sons (see Bergström, 1969).

afhankelijk van de erfelijke aanleg voor het volwassen gewicht. In een schraal milieu zijn vooral de potentiële eigenschappen van het dier van belang voor de groei. Bepaalde lichaamsmaten zijn eerder volgroeid dan het gewicht en kunnen op jongere leeftijd informatie geven over het latere volwassen gewicht. Daarom kan het verband tussen deze lichaamsmaten van de stieren met het gewicht van hun dochters hoger zijn dan het verband tussen het gewicht van de stieren en het gewicht van de dochters (tabel 40).

6.4.2 Stieren en zoons

Drie jaar achtereen konden van vier stieren, die gemeten, gewogen en subjectief

beoordeeld waren, zoons worden gemest op het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord' te Zeist. Tijdens de opfok zijn de dieren gevoerd volgens een schema gebaseerd op de leeftijd. De opfokperiode duurde ongeveer 12 weken. Daarna werden de dieren gemest met veel krachtvoer en weinig hooi tot een eindgewicht van 425 kg. In de mestperiode is er gevoerd op basis van het gewicht. De resultaten zijn samengevat door Bergström (1969).

Ieder jaar zijn er zoons getest van twee stieren, die in positieve zin, en van twee stieren, die in negatieve zin afweken voor de vleesproduktie-eigenschappen. Op het moment van de keuze waren de vaderdieren 700 à 900 dagen oud. De twee plusdieren waren toen duidelijk zwaarder en beter gespierd dan de twee min-dieren. Om na te gaan waarom een stier afweek is de rangorde geschat voor het volwassen gewicht, de bespiering op volwassen leeftijd en het aantal dagen dat nodig was om dit eindstadium te bereiken (tabel 46). Deze eigenschappen zijn gevonden na een sterke extrapolatie, zodat schattingsfouten daarbij niet uitgesloten zijn. Gemiddeld groeiden de plus-stieren naar een zwaar volwassen gewicht met een goede bespiering. Ondanks de daaraan gekoppelde laatrijpheid weken deze dieren op het moment van kiezen reeds af in positieve richting. De stieren 2301 en 3012 vormen hierop echter een uitzondering. Door hun vroegrijpheid zijn zij als plus-stier onderkend.

Gemiddeld zijn de mestresultaten bij de zoons van deze stieren niet duidelijk in overeenstemming met de criteria, waarop de vaders zijn uitgekozen. De groeisnelheid is bij de als minus-variant aangeduide stieren zelfs gemiddeld hoger dan die van de plus-varianten (tabel 46). Men kan de mestresultaten van de zoons ook vergelijken met de rangorde van de vaderdieren voor het volwassen gewicht en de vroegrijpheid. Globaal komt dan tot uiting dat de laatrijpe dieren bij dit mestsysteem minder goed groeien.

Door verschillen in vroegrijpheid ligt het optimum van de groei per dag niet voor alle dieren gelijk (figuur 1). De maximale groei per dag treedt op als het dier ongeveer 30 % van het volwassen gewicht bereikt heeft. De vroegrijpe dieren met een licht volwassen gewicht zullen dit moment zijn gepasseerd als zij worden geslacht, terwijl de laatrijpe dieren met een hoog volwassen gewicht hier eventueel niet aan toe komen. Ook geringe verschillen in eindgewicht kunnen de groei per dag beinvloeden (Bergström, 1969).

Gemiddeld zullen op het moment van slachten de vroegrijpe dieren verder volgroeid zijn dan de laatrijpe dieren. Daarom moet het volgens Bergström mogelijk worden geacht, dat er verschillen gaan optreden tussen de onderhoudsbehoefte van de dieren. Bij een voedersysteem op basis van het gewicht zal dit verschillen opleveren in hoeveelheid beschikbaar produktievoer. Dit is in overeenstemming met de bevindingen van Taylor & Young (1964). Bij het voederverbruik per kg groei maken zij onderscheid tussen 'intrinsical' en 'potential' efficiëntie. Als dieren evenveel voer opnemen, dan worden de eventuele groeiverschillen veroorzaakt door verschil in 'intrinsical' efficiëntie. Een gelijke voederopname bij een verschillend gewicht wijst op verschillen in 'potential' efficiëntie. Zwaardere dieren eten gemid-

deld meer en blijken 'potential' minder efficient te zijn. Bij een vrije voederopname eten deze 'potential' minder efficiënte dieren echter zoveel meer voer dat het waargenomen voederverbruik per kg groei gunstiger is. In het onderzoek van Bergström is de voederopname beperkt. De dieren, die de neiging hebben meer te eten, zullen 'potential' minder efficiënt zijn en daardoor een minder gunstige groei vertonen. Bij een minder intensief mestsysteem en een vrijere voederopname kan de rangorde van de afstammelingen van de stieren anders worden. Dit blijkt uit een vergelijking van de groeiresultaten van de zoongroepen en de dochtergroepen (tabel 45 en 46).

De dieren zijn geslacht bij een gelijk levend gewicht, waardoor de waargenomen bespiering van de dieren met een potentieel hoog volwassen gewicht lager kan zijn. Is de potentiële bespiering bij deze dieren belangrijk beter, dan kan de bespiering toch goed zijn. De hoeveelheid vet zal gemiddeld bij de dieren met een potentieel licht volwassen gewicht groter zijn. Is echter de bespiering van het lichte dier beter, dan zal de vetheid weer geringer zijn. Dit geheel kan de geringe overeenkomst tussen de slachtkwaliteit van de vaders en zoons verklaren.

Het gekozen eindgewicht is commercieel belangrijk, daarom meent Bergström (1969) dat de resultaten van deze mestproeven van belang kunnen zijn voor de selectie op vleesproduktie. De rangorde van de zoongroepen zullen waarschijnlijk niet gelden voor een mesterij tot een ander eindgewicht. De capaciteiten van de dieren voor andere eindstadia zijn mogelijk af te leiden uit deze mestproeven. Zouden de mestresultaten echter afhankelijk zijn van het toegepaste voedersysteem, dan is de waarde van deze vorm van nakomelingenonderzoek voor de selectie op vleesproduktie discutabel. Temeer omdat een dergelijk voedersysteem in de praktijk vrijwel nooit wordt aangetroffen.

6.5 Selectie op vleesproduktie met gegevens van praktijkmateriaal

De aandacht, die een eigenschap bij selectie verdient, hangt af van de economische betekenis van de eigenschap en van de selectie-mogelijkheid.

6.5.1 Economische betekenis van de groeikenmerken en de slachtkwaliteit

Om een indruk te krijgen over de economische betekenis van de vleesproduktie-eigenschappen moet men informatie hebben over de rentabiliteit van de verschillende dieren. Uitgaande van de formule van Dumont (1965) kan worden getracht de winst, die met een mestdier kan worden behaald te benaderen (Hoofdstuk 2). Zowel het groeiverloop als de slachtkwaliteit en de voerkosten zullen echter variëren met de omstandigheden, waaronder wordt geproduceerd. Daarnaast zijn de prijzen en kosten sterk afhankelijk van de marktsituatie en de ondernemerscapaciteiten van de mester. Bij de opbouw van een model voor de rentabiliteit moet men noodgedwongen uitgaan van een aantal veronderstellingen.

In figuur 25 is voor de FH-stieren een model ontworpen dat de rentabiliteit van deze dieren voor de vleesproduktie aangeeft. Het *gewicht per dag* kan worden be-

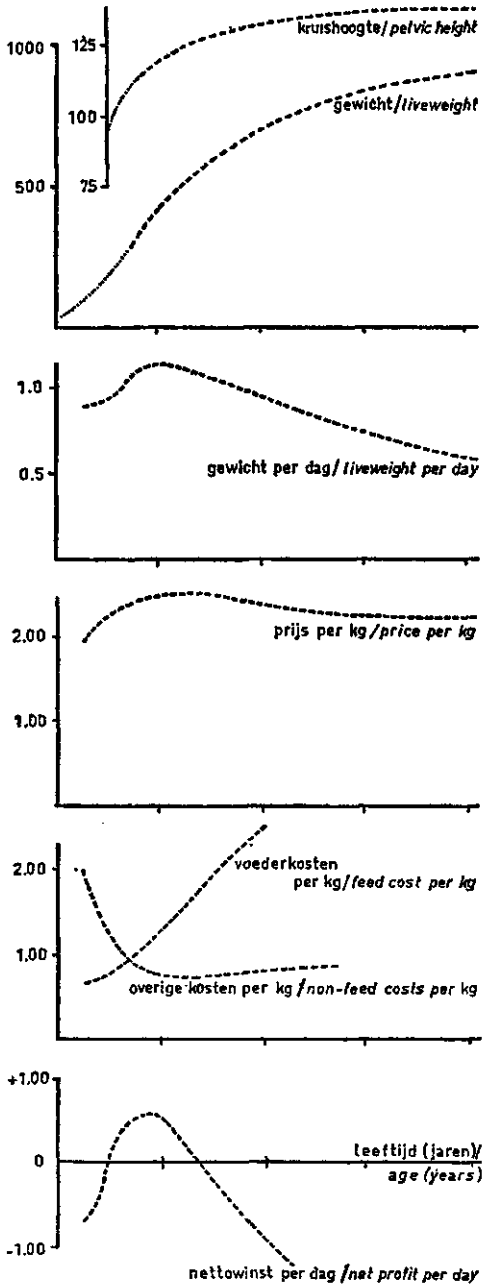


Fig. 25. Geschatte nettowinst per dag van de FH-stieren in relatie met de leeftijd.

Fig. 25. Estimated net profit per day in relation to age in Dutch Friesian bulls.

rekend uit de gewichtscurve. Indien de *prijs per kg* levend gewicht bepaald zou worden door de netto vleesopbrengst, dan zou deze prijs parallel lopen met het vleespercentage (figuur 21). Bij dieren die te mager zijn, zal het vlees ten gevolge van een te geringe slachtrijpheid minder opbrengen. Door de waarde van het vet

Fig. 26. De invloed van verschillen in vroegrijpheid, volwassen gewicht en bespiering op de netto winst (zie fig. 25).

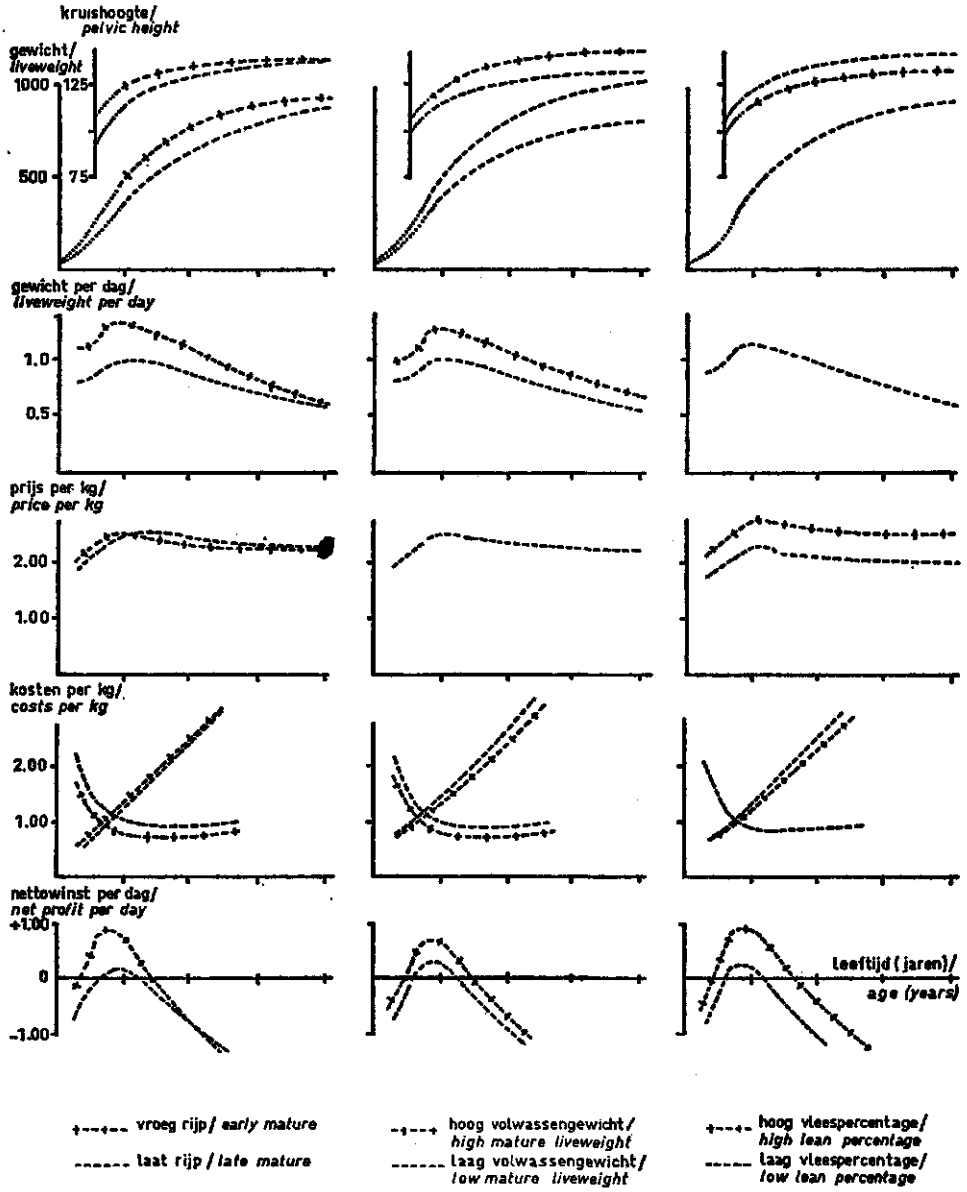


Fig. 26. Influence of age at maturity, mature liveweight and musculature on net profit (see Fig. 25).

wordt de prijs per kg levend gewicht bij te vette dieren iets verhoogd. Aldus kan voor dieren met een bepaalde potentiële bespiering een prijslijn worden geconstrueerd, die vanaf ongeveer *f* 1,50 oploopt tot plus minus *f* 2,50 en daarna weer

iets daalt. Daarbij is aangenomen, dat 1 kg spierweefsel een waarde heeft van *f* 7,00 en 1 kg vetweefsel *f* 0,50. Voor een schatting van de *voederkosten per kg* levend gewicht is uitgegaan van het voedersysteem dat gemiddeld is toegepast bij de hier onderzochte stieren (Cöp & Vos, 1967). De kosten van het voer per kg droge stof zijn geschat op *f* 0,30. Voor de schatting van de *overige kosten* is de kostprijs van het kalf gesteld op *f* 120,— en alle andere kosten (arbeid, stalling, risico etc.) op *f* 225,— per dier per jaar. De drie componenten samengevoegd geeft *de nettowinst per dag,* die sterk afhankelijk is van het moment waarop de dieren worden geslacht. De curve kan gelden voor dieren die bij het veronderstelde mestsysteem deze groeicurve en dit verloop van de slachtkwaliteit laten zien.

Volgens de hiervoor opgebouwde gedachtengang kan de geschiktheid van een rund voor de vleesproduktie worden afgeleid uit de gewichtscurve en de daarbij behorende slachtkwaliteit. Daarom zullen de mate van vroegrijpheid, het volwassen gewicht en de potentiële bespiering voor een belangrijk deel de geschiktheid van een dier voor de vleesproduktie bepalen. De invloed van deze eigenschappen op het verloop van de winst is nagegaan aan de hand van extremen, die gevonden kunnen worden binnen de FH-stieren (figuur 26).

Om de invloed van verschillen in vroegrijpheid aan te tonen is uitgegaan van dieren met gelijk volwassen gewicht en gelijke potentiële bespiering. Het verschil tussen beide dieren is gebaseerd op de standaardafwijking van de vroegrijpheid (tabel 42), waarbij rekening is gehouden met de correlatie tussen de vroegrijpheid en het volwassen gewicht (tabel 43). De variatie-coëfficiënt voor vroegrijpheid onafhankelijk van het volwassen gewicht was 8,7 %. De uitersten zijn gesteld op tweemaal 8,7 % plus of min het gemiddelde. Deze verschillen in groeiverloop veroorzaken zeer uiteenlopende curves voor de netto-winst per dag. Het optimale moment van slachten ligt voor het vroegrijpe dier iets eerder dan voor het laatrijpe dier.

Het effect van verschillen in volwassen gewicht bij een gelijke mate van vroegrijpheid en gelijke potentiële bespiering wordt eveneens aangetoond in figuur 26. De variatie-coëfficiënt van het volwassen gewicht onafhankelijk van de vroegrijpheid was bij deze stieren 5,7 %. Het verschil tussen beide lijnen van de netto-winst per dag laten het voordeel zien van het dier met een hoog volwassen gewicht.

Tenslotte is uitgegaan van dieren met verschillen in bespiering. De gewichtscurves zijn nu voor beide dieren gelijk, maar het beter gespierde dier zal kleiner zijn. De spreiding van de kruishoogte bij een constant gewicht was 1,7 %. De variatie van de maatverhouding gewicht/(kruishoogte)^3 is dan 4,9 %. Hier is aangenomen dat het verschil in opbrengstprijs overeenkomt met het verschil in maatverhouding. Het verschil in bespiering geeft een belangrijk verschil in netto-winst per dag.

De mate van vroegrijpheid, het volwassen gewicht en de potentiële bespiering zijn belangrijke kenmerken voor de rentabiliteit van de vleesproduktie. De economische betekenis van deze eigenschappen geldt bij een intensief mestsysteem (figuur 26). Bij een extensieve vorm van mesten tot een hoog eindgewicht zal echter

de mate van vroegrijpheid minder en het volwassen gewicht meer invloed hebben op de rentabiliteit voor de vleesproduktie.

6.5.2 Beperkingen bij de selectie

Bij de landbouwhuisdieren wordt meestal tegelijkertijd op meerdere eigenschappen geselecteerd. Het aantal eigenschappen, waarop geselecteerd wordt, beperkt het selectie-effect per eigenschap. Bestaan er tussen eigenschappen negatieve genetische correlaties, dan zal dit nog sterker het geval zijn. Het primaire produktiedoel van de Nederlandse runderrassen is thans de melkproduktie. Voor een rendabele produktie selecteert men op de eigenschappen van de melkproduktie en bovendien op een aantal gebruikseigenschappen. Deze selectie zal consequenties hebben voor de selectie-mogelijkheid op vleesproduktie.

De geschiktheid van een rund voor de vleesproduktie wordt bepaald door de mate van vroegrijpheid, het volwassen gewicht en de bijbehorende bespiering. Een moeilijkheid bij de selectie op deze eigenschappen is, dat het verband tussen vroegrijpheid en de beide andere eigenschappen ongunstig is. Daar staat echter tegenover dat het verband tussen volwassen gewicht en potentiële bespiering gunstig is.

De vleesproduktie-kenmerken van een dier kunnen slechts bepaald worden als het groeiverloop over een relatief lang leeftijdstraject bekend is. De dieren kunnen daarom pas op oudere leeftijd geselecteerd worden, hetgeen het generatie-interval ongunstig beïnvloedt. Dit kan men enigszins voorkomen door uit te gaan van het gewicht in combinatie met de lichaamsmaten, omdat deze maten eerder volgroeid zijn.

Een andere moeilijkheid is, dat de economische betekenis van de eigenschappen voor de vleesproduktie niet bij alle mestsystemen gelijk is. Voor de diverse vormen van mesten zou een apart selectie-beleid gevoerd moeten worden, waardoor verschillende lijnen ontstaan. Binnen de huidige rundveepopulaties in Nederland is dit niet reëel.

6.5.3 Selectie-methode

Bij de keuze van de selectie-methode zal men rekening dienen te houden met de selectie-mogelijkheden van de eigenschappen voor de vleesproduktie. De selectie-mogelijkheid is bij het volwassen gewicht en de potentiële bespiering groter dan bij de vroegrijpheid (Taylor, 1967b). Door een selectie op een hoger volwassen gewicht en bespiering zullen de dieren later rijp worden, hetgeen voor intensieve vormen van mesten tot licht eindgewicht ongunstig is. Daar de mate van vroegrijpheid te beïnvloeden is door het milieu, kunnen deze dieren met een iets intensievere voeding mogelijk toch tijdig slachtrijp zijn. Omgekeerd zal een selectie op vroegrijpheid resulteren in een lichter volwassen gewicht. Een dier met een potentieel laag volwassen gewicht kan nooit op voordelige wijze gemest worden tot een hoog eindgewicht. Het lijkt verantwoord te proberen het volwassen gewicht en de bijbehorende

bespiering te verhogen. In Nederland gaat de rundveemesterij steeds meer in de richting van intensieve mestvormen, daarom is het gewenst dat de huidige vroegrijpheid bij het rundvee wordt gehandhaafd.

In verhouding tot het aantal vrouwelijke fokdieren is het aantal stieren, dat nodig is gering. Het grootste selectie-effect valt daarom te verwachten van de selectie van fokstieren.

De stieren, die aanvankelijk bestemd worden voor de fokkerij, stammen af van een gering aantal koeien en van een nog geringer aantal stieren. De ouders van deze stieren kunnen behalve op melkproduktie ook sterk geselecteerd worden op hun vleesproduktie-eigenschappen. Een selectie op basis van de afstamming is volgens Taylor (1967b) daarom zo belangrijk, omdat men dan de beschikking heeft over gegevens van min of meer volgroeide dieren. Bij de moeders is op vrij eenvoudige wijze het volwassen formaat vast te stellen. Gezien de mogelijke invloed van de melkproduktie op het spier- en vetweefsel, zal hierbij de ontwikkeling van het skelet een belangrijkere plaats in moeten nemen dan het levend gewicht en de waargenomen bespiering. De stiervaders zijn meestal onderzocht op de vererving van de melkproduktie. Deze dieren zullen dan reeds vijf jaar oud zijn, zodat een belangrijk deel van de groeicurve en de ontwikkeling van de bespiering bij deze dieren bekend kan zijn. Eventueel kan ook gebruik gemaakt worden van gegevens, die bepaald zijn bij de nakomelingen van deze stieren.

Een vrij scherpe selectie van de stieren is eveneens mogelijk op het moment, waarop deze dieren in gebruik worden genomen als fokstier. Een stier zal dan ongeveer één jaar oud zijn. Het gewicht op deze leeftijd geeft nog maar een geringe garantie voor het latere gewichtsverloop. Op deze leeftijd zijn bepaalde lichaamsmaten echter verder volgroeid dan het gewicht. Daarom zouden er behalve aan het gewicht ook eisen gesteld kunnen worden aan deze lichaamsmaten. De kans dat bijvoorbeeld een relatief groot dier uitgroeit tot een zwaar dier is groter dan een relatief klein dier. Het aantal stieren, dat als fokstier in gebruik wordt genomen is gering. Een intensieve selectie op grond van gegevens van de stieren, bepaald nadat zij in gebruik zijn genomen, is niet meer mogelijk. Deze dieren moeten ook nog geselecteerd worden op grond van de vererving van andere gebruikseigenschappen. De groeiresultaten kunnen wel enige invloed hebben op de eindbeslissing of een stier al dan niet langer wordt aangehouden. Het advies aan de veehouders over het gebruik van de stieren kan mede gebaseerd zijn op het latere groeiverloop. Deze gegevens zullen vooral nuttig zijn bij het aanwijzen van de vaders van de volgende generatie fokstieren.

Een stier zal vijf jaar zijn als de gegevens van de melkproduktievererving bekend zijn. In plaats van het vastleggen van de groei van de stieren zelf kunnen in deze periode nakomelingen onderzocht worden op hun geschiktheid voor de vleesproduktie. Gemiddeld zullen de resultaten van een nakomelingenonderzoek meer betrouwbaar zijn dan de gegevens van één individu. De resultaten bij vrouwelijke nakomelingen op praktijkbedrijven zullen waarschijnlijk niet gelden voor intensieve vormen van mesten over een kort leeftijdstraject. Bovendien vraagt het vastleggen

van gegevens van een grote groep nakomelingen aanzienlijk meer tijd dan het vastleggen van de gegevens van de stier zelf.

De jonge stieren zullen af moeten stammen van ouders met een gemiddeld hoog volwassen gewicht. Bij het in gebruik nemen als KI-stier moeten zij een goede geschiktheid voor de vleesproduktie vertonen. Daarmee wordt voorkomen dat de selectie gaat in de richting van een laatrijp dier. De gegevens, die bij deze stieren daarna worden gemeten, kunnen invloed hebben op de beslissing over het verdere gebruik van de stier. Hiervoor kunnen ook de gegevens van zijn nakomelingen worden gebruikt. Gezien de beperkingen van het onderzochte materiaal, is het niet mogelijk exact aan te geven welke methode de voorkeur verdient.

Samenvatting

Er is nagegaan of selectie op rundvleesproduktie mogelijk is aan de hand van waarnemingen aan runderen op praktijkbedrijven. Met het oog op een individuele selectie zijn er eerst gegevens verzameld bij jonge KI-stieren. Om de vererving van de eigenschappen te bestuderen zijn tevens een aantal dochtergroepen onderzocht. Met de gegevens van deze dochtergroepen kon worden nagegaan of een dergelijke vorm van nakomelingenonderzoek zin heeft. Van enkele KI-stieren zijn zoongroepen gemest op een proefstation. De waarnemingen beperkten zich tot het meten en subjectief beoordelen op slachtkwaliteit. Het schatten van de genetische aanleg vereist dat de dieren worden vergeleken op gelijke leeftijd en worden gehouden onder vergelijkbare omstandigheden. Daarom is voor enkele factoren gecorrigeerd en zijn de berekeningen uitgevoerd binnen vergelijkbare groepen.

De groeicapaciteit van een dier kan worden aangegeven door het verloop van de gewichtscurve, welke afhankelijk is van volwassen gewicht en mate van vroegrijpheid. Er bestaat een positief verband tussen het volwassen gewicht en de tijd die nodig is om dit te bereiken. Dit geldt ook voor de lichaamsmaten. De erfelijkheidsgraden van het gewicht en de maten worden hoger naarmate de volwassen stadia dichter worden benaderd. De ontwikkeling van het volwassen dier is sterk afhankelijk van de erfelijke aanleg. De mate van vroegrijpheid is gemakkelijk te beïnvloeden door het milieu. Ondanks het positieve verband tussen de lichaamsmaten en het gewicht groeien de maten ten dele onafhankelijk van elkaar. Hierdoor veranderen de maatverhoudingen tijdens het groeiproces. De verschillende lichaamsweefsels groeien eveneens volgens een specifiek verloop naar het volwassen stadium, waardoor tijdens het groeiproces ook de verhoudingen tussen de weefsels verschuiven. Ook bij de weefsels zijn er aanwijzingen dat de invloed van het genotype groter wordt als het betreffende weefsel verder is volgroeid. De bespiering van een dier zal naar analogie met het lichaamsgewicht afhankelijk zijn van de bespiering op volwassen leeftijd en de mate van vroegrijpheid. Het verband tussen de bespiering en het gewicht is positief. Gezien de positieve relatie tussen de tijd die nodig is om volwassen te worden en het volwassen gewicht is er eveneens een positief verband tussen de bespiering op volwassen leeftijd en de tijd die nodig is om het volwassen gewicht te bereiken.

Op volwassen leeftijd zijn de stieren groter, zwaarder en beter gespierd dan de vrouwelijke dieren. De vrouwelijke dieren zijn vroeger volgroeid, zodat de vetheid bij deze dieren duidelijk hoger zou moeten zijn dan bij de stieren. Dit wordt hier niet gevonden, omdat de stieren belangrijk intensiever gevoerd zijn dan de vaarzen.

De MRIJ-dieren zijn gemiddeld iets later volgroeid dan de FH-dieren, terwijl het volwassen gewicht en de bijbehorende bespiering bij de MRIJ-dieren op een hoger niveau ligt. Door het verschil in vroegrijpheid komen deze verschillen op jonge leeftijd niet duidelijk tot uiting. De verschillen in vroegrijpheid bij de stieren worden niet teruggevonden bij hun dochters. Er is wel een positieve relatie tussen het gewicht en de bespiering van dochters op ongeveer eenjarige leeftijd en dezelfde eigenschappen van de bijna volwassen vaders. Bij een vergelijking van de vaders en hun eenjarige zoons op een proefstation lijkt het omgekeerde het geval te zijn. Dit suggereert dat er mogelijk een interactie bestaat tussen de mestmethode en de erfelijke aanleg. Bij de aangetroffen praktijkomstandigheden lijkt vooral het potentieel volwassen gewicht van belang. Bij een intensief voedersysteem tot ongeveer eenjarige leeftijd, waarbij gevoerd werd volgens een schema naar gewicht, lijkt de vroegrijpheid een belangrijke eigenschap.

Bij de selectie op vleesproduktie zou men zich kunnen richten op het volwassen gewicht, de bespiering en de mate van vroegrijpheid. Gezien de ongunstige relatie tussen enerzijds de mate van vroegrijpheid en anderzijds het gewicht en de bespiering op volwassen leeftijd, is een gelijktijdige verbetering door een selectie moeilijk te realiseren. Een selectie op het volwassen gewicht is op grond van waarnemingen bij dieren op praktijkbedrijven vrij eenvoudig uit te voeren. Een verbetering is gunstig voor een extensieve vorm van mesten tot hoge eindgewichten. Een selectie op volwassen gewicht zal echter resulteren in een later volgroeid dier, zodat daarbij een controle van de vroegrijpheid gewenst zal zijn. Het grootste selectie-effect valt te verwachten van een selectie van de fokstieren. Om de vleesproduktie-eigenschappen te verbeteren zal men die stieren kunnen aanhouden die afstammen van ouders met gemiddeld een goede geschiktheid voor de vleesproduktie. Alvorens de stieren op eenjarige leeftijd als fokstier in gebruik worden genomen, dienen zij zelf eveneens een goede geschiktheid voor de vleesproduktie te vertonen. Daarmee wordt voorkomen dat de selectie gaat in de richting van een zeer laatrijp dier. De gegevens die bij deze stieren daarna worden vastgesteld kunnen worden gehanteerd bij de beslissing over het verder gebruik van deze stieren. Dit zal speciaal van belang zijn bij de keuze van de vaderdieren voor de volgende generatie fokstieren. Voor dit eindoordeel over een stier kan ook gebruik worden gemaakt van de gegevens die bepaald zijn bij zijn nakomelingen. Dit vraagt echter meer tijd en de informaties zullen alleen gelden voor de onderzochte vorm van mesten.

Summary

Significance of weighing and measuring breeding cattle in selection for beef production

Literature review and introduction A farmer's net profit from beef production depends on the amount he produces, the price he receives for it and the costs of producing it (Fig. 4). The amount of beef is related to a readily measurable characteristic, liveweight per unit age. This is in turn a function of birthweight, rate of gain and mature weight. The price he receives per kg depends on carcase quality which is a function of the percentage and quality of beef in the carcase; percentage beef tends to increase with rate of gain in liveweight and therefore with liveweight per unit age. Production costs fall into feeding costs, a function of feed intake per kg gain (which also influences percentage beef) and other costs which are closely dependent on duration of fattening and therefore likewise on liveweight per unit age. Thus liveweight per unit age is related to all the important characteristics for beef production and can be used in breeding.

Information on these traits in beef cattle can be derived from data collected under similar conditions in one testing station or from field data of cattle kept in different places. My research was based on field data.

Material and methods For individual selective breeding, data were first collected from young AI bulls (Table 5). The inheritance of traits was studied by comparing figures for daughter groups from some of these bulls (Table 6). Comparison between the daughter groups indicated the value of such a progeny test. Son groups from some of the AI bulls were reared on a testing station (Bergström, 1969). Observations were only on measurements, weights and carcase characteristics as judged on the hoof (Fig. 5).

Any trait in cattle is the result of interplay between genotype and environment (Fig. 6). To assess genotype, cattle must be compared at the same age and in indentical environments. All values were corrected for age (Fig. 12, Table 9) and comparisons were confined to each breed (Meuse-Rhine-Yssel or Dutch Friesian) and to each sex. For heifers data were also corrected for stage of pregnancy (Fig. 14, Table 15). Calculations were made within each AI station, year and season. Liveweights of the heifers were mostly calculated from heart girth and spiral girth.

Results and discussion The liveweight of cattle at any age depends on the shape

of the growth curve which is governed by the adult liveweight and the age at maturity. The age at which a certain percentage of adult weight is reached is called rate of maturity (Figs 2 and 12). There is a positive relation between adult liveweight and age at which it is reached (Table 43, Fig. 20). Other body measurements show similar relations with rate of maturity but each curve is specific (Table 19, Fig. 20) so that their relationships change with age (Tables 18 and 24).At any age the less mature characteristics are more infuenced by environment than more mature ones (Tables 1, 2, 27 and 30) so that relationships between body measurements also depend on environment.

Muscle, bone and fat also have specific growth curves and their proportions change with age (Figs 15, 16 and 21). Bones mature first, then muscle and finally adipose tissue. The infuence of genotype on them incraeses with maturity (Tables 27 and 30). The liveweight and muscular development at any age depends on the value it will reach at maturity and on the rate of maturity. The relation between liveweight and muscle development is positive. In view of the positive relation between mature liveweight and age at maturity, the relation between age at maturity and adult muscle development is also positive (Table 43, Fig. 23). Rate of maturity in liveweight and muscle development can easily change with environment.

At maturity bulls are heavier, taller and more muscular than cows (Tables 16 and 21, Fig. 17). In general, heifers mature earlier than bulls and develop less muscle so that they reach slaughter condition earlier (Tables 17, 18, 23 and 24). In my field data this was not true because bulls were kept on the AI stations with more intensive feeding and better environmental conditions than the heifers which were kept on farms. Meuse-Rhine-Yssel cattle reached adult liveweight on average later than Dutch Friesian (Tables 17, 19, 23 and 42) but adult liveweights and muscle development were greater in the Meuse-Rhine-Yssel cattle (Tables 16, 18, 20, 21 and 24). Because of the difference between the breeds in rate of maturity, these traits do not clearly differ in young cattle. Differences between sires in rate of maturity did not recur in their daughters (Table 41). There is indeed a positive relation of liveweight and muscle development in sires aged 940 days with these characteristics in their daughters at 400 days (Tables 40, 41 and 45). Between the characteristics in the sire and those of the sons intensively reared at one testing station to one year of age, the relation seems to be inverse (Table 46). This suggest an interaction between genotype and fattening system (Tables 45 and 46). In field conditions the genetic potential to reach a certain mature liveweight seems important. With intensive feeding according to liveweight to an age of one year, rate of maturity seems important.

The traits rate of maturity, mature liveweight and muscle development could be used in selection for beef production (Figs 25 and 26). Simultaneous improvement in these characteristics by selection is difficult because of the age at maturity cannot be lowered without lowering adult liveweight and muscle development. Selection on mature liveweights and muscle development is quite easy with data from field material. Rate of maturity is not an easy trait for field observations. An increase

in mature liveweight favours an extensive system of fattening, in which final liveweights are high. This selection, however, result in later maturing cattle less suitable for fattening to low final liveweights in an intensive system. Intensive selection for beef will restrict the selection possible for milk. This compromise restricts beef characteristics in Dutch cattle; it is not really practical to develop separate lines within the breeds for different purposes.

The best response can be expected from selection of the breeding bulls. To improve beef traits, those bulls should be kept for breeding which have been sired by bulls with good beef characteristics. Before they are put into use for breeding at one year of age, these bulls should already show good beef characteristics. This avoids selection for late maturity. Data collected later for these bulls should govern the further use of them, especially in the use of them as sires for the next generation of breeding bulls. Final conclusions about any bull can also be derived from progeny data. This is certainly more time-consuming and information will only apply to the system of fattening used.

Literatuur

Averdunk	1965	zie Bogner, H. 1965.
Bakker, H.	1966	Persoonlijke mededeling.
Bakker, H., M. P. M. Vos, J. Stelwagen, P. L. Bergström & A. E. van Laarhoven	1967	Bepalingen van de slachtkwaliteit van runderen met behulp van maatverhoudingen. Veeteelt- en Zuivelber. 10: 546-554.
Bergström, P. L.	1964	De vleesproduktie bij het Nederlandse rundvee en bij enkele buitenlandse vleesrassen. Veeteelt- en Zuivelber. 7: 443-451.
Bergström, P. L.	1965a	Erfelijke verschillen bij de produktie van rundvlees. Veeteelt- en Zuivelber. 8: 113-123.
Bergström, P. L.	1965b	De betekenis van verschillen in de samenstelling van het karkas bij slachtrunderen als kwaliteitsbepalend element. Veeteelt- en Zuivelber. 8: 513-521.
Bergström, P. L.	1965c	Mestproef met afstammelingengroepen van roodbonte K.I.-stieren. I.V.O. Zeist, Rapport B 71.
Bergström, P. L.	1966	Mestproeven met kruisingskalveren van F.H.-koeien en Charolais-, Limousin- en MRIJ-stieren. I.V.O.-rapport B 83.
Bergström, P. L.	1968	De vaststelling van de slachtkwaliteit bij runderen door middel van subjectieve beoordeling. Vleesdistributie en Vleestechn. 10: 331-333.
Bergström, P. L.	1969	Mestproeven met afstammelingengroepen van MRIJ-stieren. Veeteelt- en Zuivelber.
Bergström, P. L., M. P. M. Vos, J. Stelwagen, H. Bakker & A. E. van Laarhoven	1967	De subjectieve beoordeling van de slachtkwaliteit bij runderen. Veeteelt- en Zuivelber. 10: 494-501.
Blackmore, D. W., L. D. McGilliard & J. L. Lush	1958	Genetic relations between body measurements at three ages in Holsteins. J. Dairy Sci. 41: 1045-1049.
Boer, H. de	1966	Het nut van klasse-indelingen van slachtrunderen voor handelsdoeleinden en kwaliteitsverbetering in Nederland. Veeteelt- en Zuivelber. 9: 19-26.
Bogner, H.	1965	Messungen von Leistungsmerkmalen und Körpermassen beim Rind. Förderungsdienst 13, Sonderheft 3: 33-37.
Bogner, H. & M. Burgkart	1961	Methodik und Ergebnisse der Nachkommenprüfung auf Mastleistung und Schlachtwert beim deutschen Höhenvieh. Züchtungskunde 33: 260-263.
Bogner, H., M. Burgkart, R. Abelein & H. Schumann	1964	Untersuchungen zur frühzeitigen Schätzung der Mastleistung beim Rind im Rahmen des bayerischen Bullenprüfprogramms. Züchtungskunde 36: 266-274.

Brinks, J. S., R. T. Clarck, N. M. Kieffer & J. R. Quesenberry	1962	Genetic and environmental factors effecting performance traits of Hereford bulls. J. Anim. Sci. 21: 777-780.
Brinks, J. S., R. T. Clarck, N. M. Kieffer & J. J. Urick	1964a	Estimates of genetic, environmental and phenotypic parameters in range Hereford females. J. Anim. Sci. 23: 711-716.
Brinks, J. S., R. T. Clarck, N. M. Kieffer & J. J. Urick	1964b	Predicting wholesale cuts of beef from linear measurements obtained by Photogrammetry. J. Anim. Sci. 23: 365-374.
Brody, S.	1945	Bioenergetics and growth. Reinhold, New York.
Brown, C. J.	1960	Influence of year and season of birth, sex, sire and age of dam on weights of beef calves at 60, 120, 180 and 240 days of age. J. Anim. Sci. 19: 1062-1070.
Brown, J. & M. Gacula	1964	Estimates of heritability of beef cattle performance traits by regression of offspring on sire. J. Anim. Sci. 23: 321-324.
Burgkart, M. & H. Völkl	1964	Schätzung des Keulengewichtes am lebendem Rind. Züchtungskunde 36: 203-205.
Carneiro, G. G. & J. L. Lush	1954	Reproductive rates and growth of purebred Brown Swiss cattle in Brazil. J. Dairy Sci. 37: 1145-1157.
Carter, R. C. & C. M. Kincaid	1959	Estimates of genetic and phenotypic parameters in beef cattle. II. Heritability estimates from parent-offspring and half-sib resemblances. III. Genetic and phenotypic correlations among economic characters. J. Anim. Sci. 18: 323-335.
Cazemier, C. H.	1965	De betekenis van de hoogte- en enkele andere maten voor de vleesproduktiegeschiktheid bij rundvee. Veeteelt- en Zuivelber. 8: 254-261.
Cöp. W. A. G. & M. P. M. Vos	1967	Voeding van jonge K.I.-stieren in Nederland. Veeteelt- en Zuivelber. 10: 302-318.
Cunningham, E. P., V. M. Timon & T. Broderick	1966	Genetic and environmental parameters of growth and carcass traits in dual-purpose cattle. 9th Int. Congres of Anim. Prod., Edinburgh.
Davis, H. P. & I. L. Hathaway	1959	Growth measurements of Holstein, Ayrshire, Guernsey and Jersey males. Nebraska Agri. Expt. Sta. Res. Bul. 189.
Demark, N. L. & R. E. Mauger	1964	Effect of energy intake on reproductive performance of dairy bulls. I. Growth, reproductive organs and puberty. J. Dairy Sci. 47: 798-802.
Dinklage, H.	1965	Beziehung zwischen Milchmenge, Fettgehalt und Fleischbildungsvermögen beim deutschen Fleckvieh in Bayern. Dissertation, Göttingen.
Dumont, B.	1965	Critères de l'appréciation de la production de viande. Wld Rev. Anim. Prod. 1: 25-30.
Erb, R. E. & U. S. Asworth	1961	Relationships between age, body weight and yield of dairy cows. J. of Dairy Sci. 44: 515-523.
Falconer, D. S.	1961	Introduction to quantitative genetics. Oliver & Boyd, Edinburgh and London.
Flock, D. K., R. C. Carter & B. M. Priode	1962	Lineair body measurements and other birth observations on beef calves as predictors of pre-weaning growth rate and weaning type score. J. Anim. Sci. 21: 651-655.
Gravert, H. O.	1962	Untersuchungen über die Erblichkeit von Fleischeigenschaften beim Rind. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 78: 43-74.

Gravert, H. O.	1963	Untersuchungen über die Erblichkeit von Fleischeigenschaften beim Rind. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 78: 139-178.
Gravert, H. O.	1967	Selection for milk, butterfat and beef production in European Friesians. In: Report of Proceedings and Invited Papers, 9th Int. Congres of Anim. Prod., Edinburgh.
Gravert, H. O. & E. Rosenhahn	1965	Welche Kriterien der Mast- und Fleischleistung von Rindern sind wirtschaflich wichtig. Züchtungskunde 6: 245-250.
Gravir, K.	1962	Meat production experiment with cattle, comparison of 4 norwegian dual purpose breeds on mountain- and lowland pastures. Meld. Norg. Landbr. Høgsk. 41: no. 9.
Gregory, K. E.	1965	Symposium on performance testing in beef cattle: evaluating post-weaning performance in beef cattle. J. Anim. Sci. 24: 248-254.
Guenter, J. J., D. H. Bushman, L. S. Pope & R. D. Morrison	1965	Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. J. Anim. Sci. 24: 1184-1191.
Hammond, J.	1958	Zuwachs und Fleischproduktion. In: Hammond, Johanson, Haring (Ed.): *Handbuch der Tierzüchtung*, Paul Parey, Hamburg und Berlin, 197-247.
Hansson, A.	1962	Praktische Ergebnisse der Zwillingforschung beim Rind. Züchtungskunde 34: 435-449.
Haring, F., J. H. Weniger, R. Grühn & H. J. Langholz	1963	Einsatz von Saftfutter und Trockenfutter in der Mast von Jungbullen. Züchtungskunde 35: 98-113.
Heidler, W.	1966	Ergebnisse der Nachkommenschaftsprüfung auf Mastleistung und Schlachtwert beim Rind. Arch. Tierz. 9: 179-188.
Herbst, K.	1964	Die Prüfung der Fleischbeschaffenheit an Nachkommengruppen des schwarzbunten Rindes under dem Einfluss verschiedener Mastmethoden und unterschiedlicher Nüchterungsdauer. Dissertation, Göttingen.
Hodges, J., L. K. O'Connor & W. M. Clark	1960	The size of dairy heifers. Congress Anim. Prod., Hamburg, Anim. Prod. 2: 187-195.
Hörnicke, H.	1966	Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 82: 169-189.
Huth, F. W.	1962	Gewichtsentwicklung von Kühen vor und nach dem Abkalben. Sonderdruck aus: Probleme der Tierzuchtforschung, Schrreihe Max Planck Inst. Tierzucht. 41-63.
Huth, F. W.	1964	Wachstum und Nährstoffbedarf von Jungbullen unterschiedlichen Körperbautyps während der Stallmast. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 80: 301-340.
Huth, F. W.	1966	Typfragen und Mastmethoden beim Rind. Z. Tierzücht. ZüchtBiologie 82: 122-138.
Huth, F. W.	1968	Zur Frage des Wachstums beim Rind. Züchtungskunde 40: 161-176.
Johansson, I.	1954	An analysis of data from the Danish bull progeny testing stations. Z. Tierzücht. ZüchtBiologie 63: 105-126.
Johansson, I.	1957	Untersuchungen über die Variation in der Euter- und Strickform der Kühe. Z. Tierzücht. ZüchtBiologie 70: 233-270.

Johansson, I.	1964	The relation between body size, conformation and milk yield in dairy cattle. A.B.A. 32: 421-435.
Johansson, I. & S. E. Hildeman	1954	The relationship between certain body measurements and live and slaughter weight in cattle. A.B.A. 22: 1-17.
Kassab, S. A.	1964	On maternal and some other influences on birth weight, growth and hair coat in two Dutch cattle breeds. Dissertatie, Wageningen.
Kellner, O. & M. Becker	1959	Grundzüge der Fütterungslehre. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
Kincaïd, C. M. & P. C. Carter	1958	Estimates of genetic and phenotypic parameters in beef cattle. I. Heritability of growth rate estimated from response to sire selection. J. Anim. Sci. 17: 675-683.
Koch, R. M., L. A. Swiger, D. Chambers & K. E. Gregory	1963	Efficiency of feed use in beef cattle. J. Anim. Sci. 22: 486-494.
Kraaikamp, E. C. van	1968	Omvang en economische betekenis van de rund- en kalfsvleesproduktie. Veeteelt- en Zuivelber. 11: 311-317.
Laarhoven, A. E. van	1966	Verslag van een proef omtrent de vleesproduktiegeschiktheid van afstammelingen van in ontwikkeling en type verschillende MRIJ-stieren. Rapport R.V.C. Breda.
Lagos, F. & T. C. Cartwright	1963	Sire-environmental interaction of gain in cattle. J. Anim. Sci. 22: 820 (abstract).
Lampo, P.	1966	Invloed van enkele faktoren op het geboortegewicht van kalveren. Land- en Tuinbouwjaarboek: 133-136.
Langholz, H. J.	1964	Die Nachkommenprüfung auf Station als züchterischen Weg zur Verbesserung der Rindfleischerzeugung. Dissertation, Göttingen.
Langlet, J.	1965	Genetic relations between beef and milk performance. Wld. Rev. Anim. Prod. 1: 31-36.
Langlet, J. & H. O. Gravert	1961	Nachkommenschaftsprüfung auf Mastleistung und Schlachtwert beim Rind. Proc. 8th Int. Congr. Anim. Prod., Hamburg.
Langlet, J., H. O. Gravert, R. Haubold, G. Papenfuss & E. Fuhrken	1960	Ergebnisse eines dreijährigen Versuches zur Methodik einer Prüfung auf Mastleistung und Schlachtwert bei Rindern. Züchtungskunde 32: 241-251.
Lickley, C. R., H. H. Stonakker, T. M. Sutherland & K. H. Riddle	1960	Relationship between mature size, daily gain, and efficiency of feed utilisation in beef cattle. J. Anim. Sci. 19: 957 (abstract).
Martin, J.	1962	Waarnemingen op de levende dieren van de eerste phase. Gent, Studie Centrum Rundvleesproduktie, Med. no. 1: 13-72.
Mason, I. L.	1951	Performance recording in beef cattle. A.B.A. 19: 1-24.
Mason, I. L.	1962	Contribution of the dairy farm to beef production. Third Nato Summer Course, Wageningen.
Mason, I. L.	1964	Genetic relations between milk and beef characters in dual purpose cattle breeds. Anim. Prod. 6: 31-45.
Mason, I. L., A. Robertson & B. Gjelstad	1957	The genetic connection between body size, milkproduction and efficiency in dairy cattle. J. Dairy Res. 24: 135-143.

Meyer, H.	1964	Das Geburtsgewicht beim Kalb und die Ursachen seiner Variation. Züchtungskunde 36: 303-316.
Monteiro, L. S. & D. S. Falconer	1966	Compensatory growth and sexual maturity in mice. Anim. Prod. 8: 179-192.
Montfort, M. A. J. van	1967	Variantie-analyse met één stochastische indeling. Landbouwk. Tijdschr. 79: 195-199.
Neseni, R.	1961	Das Röhrbein als Konstitutionsmerkmal bei Jungbullen. 8th Int. Tierz. Congr., Hamburg.
Neumann, W.	1965	Untersuchungen über die Entwicklung und die Laktationsleistung von im Herbst und im Frühjahr geborenen Rindern in der Landeszucht. Arch. Tierz. 8: 367-376.
Orme, L. E., A. M. Pearson, L. J. Bratzler, W. T. Magee & A. C. Wheeler	1959	The muscle-bone relationship in beef. J. Anim. Sci. 18: 1271-1281.
Palsson, H.	1955	Conformation and body composition. In: J. Hammond (Ed.) Progress in the physiology of farm animals. Butterworth, London.
Panish, O. F., E. B. Stanley, R. Bogart & C. B. Roubicek	1961	Influence of sex and size on weaning weights of south western range calves. J. Anim. Sci. 20: 454-458.
Peltjes, J. H.	1961	De hoogtematen van het Nederlandse zwartbonte rundvee. Veeteelt- en Zuivelber. 4: 360-367.
Pirchner, F.	1966	Züchtungsfragen in der Fleischerzeugung. Z. Tierzücht. ZüchtBiologie 82: 139-153.
Pomeroy, R. W.	1955	Live weight growth. In: J. Hammond (Ed.) Progress in the physiology of farm animals. Butterworth, London, 395-429.
Putterson, R. E., J. H. Jones, J. J. Bayles & R. C. Turnbough	1949	Performance testing and progeny testing of beef breeding stock as an aid to selection. J. Anim. Sci. 8: 608 (abstract).
Rittmannsperger, F.	1965	Schätzung des Fleischanteiles der Keule am geschlachteten und lebenden Rind. Züchtungskunde 37: 261-267.
Rittmannsperger, F.	1966	Schätzung phänotypischer und genetischer Parameter von Masteigenschaften bei Jungbullen des österreichischen Fleck- und Braunviehs. Züchtungskunde 38: 346-353.
Samson-Himmelstjerna, D. von	1965	Beziehungen zwischen Milchmenge, Fettgehalt und Gewichtszunahme in der Oldenburger Schwarzbuntzucht. Dissertation, Göttingen.
Scheper, J.	1965	Züchterische Möglichkeiten zur Beeinflüssung der Fleischleistung bei Jungbullen. Züchtungskunde 37: 251-260.
Skjervold, H.	1962	Breeding experiments on meat production characters carried out at the agricultural college of Norway, during the years 1954-1959. Report of Eur. Ass. f. Anim. Prod.
Soller, M., A. Shilo & B. Bar-Anan	1966a	A note on heritability of live weight for age in Israël-Friesian dairy bull calves and its genetic correlation with milk production. Anim. Prod. 8: 157-158.
Soller, M., B. Bar-Anan & H. Pasternak	1966b	Selection of dairy cattle for growth rate and milkproduction. Anim. Prod. 8: 109-118.

Stegenga, Th., M. P. M. Vos & H. Vos	1968	De invloed van de leeftijd bij het eerste afkalven op groei en ontwikkeling bij het Nederlandse roodbonte vee. Landbouwk. Tijdschr. 80: 87-95.
Stouffer, J. R.	1965	Objective technical methods for determining carcass value in live animals with special emphasis on ultrasonics. E.A.A.P.-study meeting, Noordwijk.
Stouffer, J. R., M. V. Wallentime, G. H. Wellington & A. Dickmann	1961	Development and application of ultrasonic methods for measuring fat thickness and rib-eye area in cattle and hogs. J. Anim. Sci. 20: 759-767.
Sutherland, T. M. & J. L. Lush	1962	Effects of inbreeding on size and type in Holstein-Friesian cattle. J. Dairy Sci. 45: 390-395.
Swanson, E. W.	1960	Effects of rapid growth with fattening of dairy heifers on their lactational ability. J. Dairy Sci. 43: 377-387.
Swanson, E. W.	1961	Milk production and growth of identical twin heifers calving for the first time at two and three years of age. J. Dairy Sci. 44: 2027-2034.
Swiger, L. A., K. E. Gregory, L. J. Sumption & B. C. Breidenstein	1964	The importance of measuring cut out in cattle. J. Anim. Sci. 23: 854 (abstract).
Swiger, L. A., K. E. Gregory, L. J. Sumption, B. C. Breidenstein & V. A. Arthaud	1965	Selection indexes for efficiency of beef production. J. Anim. Sci. 24: 418-424.
Taylor, J. C., R. C. Carter, C. M. Kincaid, B. M. Priode & J. A. Gaines	1960	Estimates of genetic and phenotypic parameters in beef cattle. IV. Repeatability of cow performance. J. Anim. Sci. 19: 700-708.
Taylor, St. C. S.	1963	Accuracy in measuring cattle with special reference to identical twins. Anim. Prod. 5: 105-115.
Taylor, St. C. S.	1967a	Genetic studies on twin cattle. In: Rep. of Proc. and Inv. Papers, 9th Int. Congres of Anim. Prod., Edinburgh.
Taylor, St. C. S.	1967b	Genetic variation in growth and development of cattle. In: G. A. Lodge and G. E. Lamming (Ed.): Growth and developments of mammals. Butterworths, London.
Taylor, St. C. S. & J. Graig	1965	Genetic correlations during growth of twin cattle. Anim. Prod. 7: 83-102.
Taylor, St. C. S. & J. Graig	1967	Variation during growth of twin cattle. Anim. Prod. 9: 35-60.
Taylor, St. C. S. & G. B. Young	1964	Variation in growth and efficiency in twin calves. J. Agric. Sci. 62: 225-236.
Touchberry, R. W.	1951	Genetic correlation between five body measurements, weight, type and production in the same individual among Holstein cows. J. Dairy Sci. 34: 241-255.
Touchberry, R. W. & J. L. Lush	1950	The accuracy of linear body measurements of dairy cattle. J. Dairy Sci. 33: 72-80.
Tulloh, N. M.	1963	Comparative breed studies of beef cattle. Aust. J. Agric. Res. 14: 882-897.

Tuma, H. J., R. L. Hendrickson, D. F. Stephens & R. Moore	1962	Influence of marbling and animal age on factors associated with beef quality. J. Anim. Sci. 21: 848-851.
Udris, A.	1961	Relation between different body measurements in Red Danish cattle. Lantbr. Høgsk. Ann. 27: 125-135.
Vial, V. E. & I. L. Mason	1961	Heritability estimates for growth and carcass characters in Friesian steers. Proc. 8th Int. Congr. Anim. Prod., Hamburg.
Vissac, B.	1962	Report on French Research regarding progeny testing for meat production characters in cattle. In: The progeny-testing of bulls on their beef production characteristics, E.A.A.P.: 58-109.
Vissac, B.	1966	Recherches sur les possibilités d'emploi de la Barymétrie chez les bovins. Annls Zootech. 15: 15-45.
Vogt-Rohlf, O.	1963	Möglichkeiten der Zuchtwertschätzung auf Gewichtszuwachs bei Jungbullen in Züchterverbänden. Dissertation, Göttingen.
Vos, M. P. M.	1966	Groei bij rundvee. Veeteelt- en Zuivelber. 9: 340-350.
Vos, M. P. M., K. Koster & H. Vos	1966	Enkele invloeden op het geboortegewicht en de draagtijd van zwartbonte kalveren. Landbouwk. Tijdschr. 78: 413-417.
Vos, M. P. M. & A. E. van Laarhoven	1964	Hoe is de ontwikkeling van onze stieren? Veeteelt- en Zuivelber. 7: 435-442.
Vos, M. P. M. & H. Vos	1967	Schatting van het levend gewicht van runderen met behulp van lichaamsmaten. Tijdschr. voor Diergeneesk. 92: 1073-1081.
Warwick, E. J.	1958	Fifty years of progress breeding beef cattle. J. Anim. Sci. 17: 922-934.
Weber, F.	1957	Die statischen und genetischen Grundlagen von Körpermessungen am Rind. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 69: 225-260.
Weniger, J. H.	1966	Zusammensetzung und Bewertung des Schlachtkörpers. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 82: 198-217.
Weniger, J. H., K. Herbst, D. Steinhauf & G. H. M. Pahl	1966	Die Berücksichtigung der Fleischqualität des Rindes in der Nachkommenschaftsprüfung auf Mastleistung und Schlachtkörperwert in Stationen. Züchtungskunde 38: 50-64.
Weniger, J. H., K. H. Schmidt & L. Schon	1961	Begriffe bei der Bewertung von Schlachtkörpern landwirtschaftlicher Nutztiere. Züchtungskunde 33: 394-399.
Wichersham, E. W. & L. H. Schulz	1963	Influence of age at first breeding on growth, reproduction and production of well-fed Holstein heifers. J. Dairy Sci. 46: 544-549.
Wiezenried, H. U.	1961	Variationsstatistische Untersuchungen über Exterieurbeurteilung und Körpermessungen beim Simmentaler Fleckvieh. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 75: 1-22.
Wille, J.	1965	Vergleich verschiedener Mastmethoden bei Stationsprüfung von Nachkommengruppen auf Mastleistung und Schlachtkörperwert beim deutschen schwarzbunten Rind. Dissertation, Göttingen.
Witt, M. & U. Andreae	1965	Kastrationseffekte bei männlichen eineïgen Rinderzwillingen. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 81: 1-45.

Witt, M., E. Walter & W. H. Rappen 1964 Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Faktoren auf das Geburtsgewicht und die Beziehung zwischen dem Geburtsgewicht und dem 1/2 und 1-jahresgewicht bei schwarzbunten Rindern. Z. Tierzücht. ZüchtBiol. 80: 3-24.

Woodward, R. R. & R. T. Clark 1950 The repeatability of performance of several Hereford sires as measured by progeny records. J. Anim. Sci. 9: 588-592.

Yeates, N. T. M. 1965 Modern aspects of animal production. Butterworth, London.