

381.beretning fra forsøgslaboratoriet

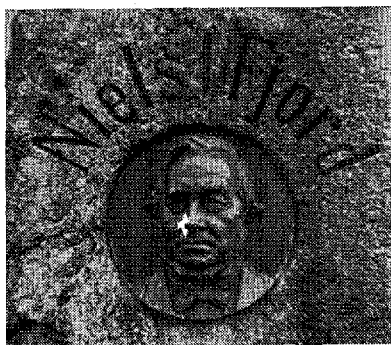
Alsidige foderrationers
energetiske værdi til vækst hos svin
belyst ved forskellig metodik

*The energy value
of balanced feed rations for growing pigs
determined by different methods*

With an English summary and subtitles

Af

A. Just Nielsen



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri

1970

Denne afhandling er af Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles fagråd for jordbrugsvidenskab antaget til offentligt at forsvares for den jordbrugsvidenskabelige doktorgrad.

København, den 22. april 1970.

Sigurd Andersen,

Formand for fagrådet for jordbrugsvidenskab

Forord

Ideen til det foreliggende arbejde opstod på grundlag af resultaterne fra forsøg i forbindelse med forfatterens licentiatafhandling og andre forsøg udført ved Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums afdeling for forsøg med svin og heste.

Da afdelingen for forsøg med svin og heste ikke råder over respirationsanlæg, blev undersøgelserne udført på Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi i årene 1966–1969.

Forstander, professor, dr., dr.h.c. Hj. Clausen, afdelingen for forsøg med svin og heste, bedes modtage min hjerteligste tak for den store støtte, der gjorde det foreliggende arbejde muligt, samt for den levende interesse og inciterende velvilje, hvormed professoren har fulgt undersøgelsernes gennemførelse.

Forstander, professor P. E. Jakobsen, afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi, der velvilligst stillede afdelingens respirationsanlæg, lokaler m.m. til rådighed, bedes modtage min hjerteligste tak for den udviste interesse og den meget store velvilje, hvormed mine forskellige ønsker under forsøgenes gennemførelse er blevet imødekommet.

Undersøgelserne er gennemført for midler, som med anbefaling af Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg blev bevilget til statens husdyrbrugsforsøg over en fireårig periode. Forfatteren har oppebåret et treårigt adjunktstipendium fra Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Forsøgsleder, lic. agro. Grete Thorbek og agronom Lise Neergaard har velvilligt stillet deres erfaringer vedrørende betjeningen af det tekniske apparatur ved respirationsanlægget til rådighed. Forsøgsleder Grete Thorbek har forestået udførelsen af de fleste kemiske analyser vedrørende foder, gødning og urin, og fg. forsøgsleder, cand. polyt. Kirsten Weidner har forestået udførelsen af slagteanalyserne. Vagtmester H. R. Jensen har forestået udførelsen af det daglige staldarbejde. Det meste af beregningsarbejdet er udført ved hjælp af EDB på A/S Regnecentralen, København. Alle bedes modtage min bedste tak for værdifuld medvirken.

På grund af talmaterialets størrelse er de enkelte data ikke medtaget i afhandlingen, men både hullebånd og EDB-udskrifter er tilgængelige på Landøkonomisk Forsøgslaboratorium.

Dr. A. J. H. van Es, Laboratorium voor Fysiologie der Dieren, Wageningen, lektor, cand. act. N. F. Gjeddebæk, Den kgl. Veterinær- og Landbo-

højskole, samt agronom, M. Sc. Poul Jensen bringes min varmeste tak for interessante diskussioner vedrørende den statistiske behandling af forsøgs-materialet.

En hjertelig tak rettes til forsøgsleder Kirsten Weidner for værdifulde diskussioner vedrørende prøvetilberedning og analysemetoder samt megen hjælp ved korrekturlæsning.

B. Sc. B. A. Dennis, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, har ydet værdifuld hjælp ved oversættelsen af sammendraget til engelsk, og hr. V. Ruby har tegnet figurerne. Fruerne G. Larsen og K. Thoms har ydet stor hjælp ved renskrivning af manuskriptet og bringes herfor min oprigtigste tak.

Endelig vil jeg gerne takke lic. agro., dr. med. vet. P. M. Riis, lic. agro'erne C. Bønsdorff Petersen, K. Vestergaard Thomsen, K. D. Christensen, B. O. Eggum, J. Juul Nielsen, agronomerne S. Hovgaard Nielsen, J. O. Andersen og øvrige medarbejdere, der på forskellig vis har været mig behjælpelig i forbindelse med de udførte undersøgelser.

København, maj 1970.

A. Just Nielsen.

INDHOLDSFORTEGNELSE

KAPITEL 1

Indledning	7
------------------	---

KAPITEL 2

Egne undersøgelser	15
Formål	15
Balanceforsøgene	17
Forsøgsplan	17
Statistiske analyser af de periodiske resultater	18
Forsøgsfaciliteter	19
Opsamling og opbevaring af gødning og urin	20
Prøveudtagning og analysemetodik	21
Kontrolundersøgelser vedrørende apparatur til måling af det respiratoriske stofskifte	22
Slagteundersøgelserne	29
Slagtning og dissektion	30
Formaling og prøveudtagning	30
Analysemetodik og analysegrænser	31
Korrektion af slagterresultaterne for indholdet ved 20 kg levendevægt ..	32

KAPITEL 3

Forsøgenes udførelse og forløb	34
Fremstilling og sammensætning af foder	34
Foderudvejning og fodring	44
Grisenes sundhedstilstand, ædelyst og tilvækst	51
Temperatur og relativ fugtighed	54
Tekniske driftsforstyrrelser	55
Udførelse af luftanalyserne og kontrol under forsøgene	56
Beregning af de periodiske resultater	57

KAPITEL 4

Forsøgsresultaterne	58
Foderets fordøjelighed	58
Omsættelig energi	68
CO ₂ -produktion og O ₂ -forbrug	72
Varmeproduktion	76
Aflejret kvælstof	79
Aflejret kcal	82
Aflejret kcal pr. kg fodertørstof	87
Fodertørstoffets relative værdi	91
Svinenes slagtevægt, kødindhold og kemiske sammensætning	93

KAPITEL 5

Sammenligning af aflejret kvælstof, kulstof og energi bestemt ved balance- forsøgene og slagteundersøgelserne	100
--	-----

KAPITEL 6

Næringsstofferne energetiske værdi	120
Statistisk analysemodel	120
Bruttoenergi	120
Energi i gødning	122
Fordøjet energi	123
Omsættelig energi	124
Aflejret energi	127
Diskussion	153
Konklusion	162
Sammendrag	164
Summary	167
List of translations	195
Litteraturliste	199

KAPITEL 1

Indledning

En økonomisk fodring af husdyrene forudsætter et nøje kendskab til de forskellige fodermidlers relative værdi. Foderets værdi afhænger navnlig af dets energiindhold og proteinværdi. Med proteinværdi tænkes navnlig på indholdet af essentielle aminosyrer. En række essentielle stoffer som mineraler, salte, vitaminer og fedtsyrer samt vand må dog også være til stede, for at man kan opnå optimal udnyttelse af foderet. Fra en tidligere skønsmæssig vurdering har man gennem de sidste ca. 150 år nærmet sig til en vurdering, der tilstræber at udtrykke foderets produktionsevne.

Thaer (1809, 1810) udtrykte grovfoderets værdi i høenheder og gjorde de forskellige kornarter ensbenævnte ved at omregne dem til rug. *Henneberg & Stohmann* (1860, 1864) udførte fordøjelighedsforsøg og foreslog, at man midlertidigt vurderede fodermidlernes værdi til de forskellige dyrearter ud fra deres indhold af fordøjelige næringsstoffer. Senere skulle de enkelte næringsstoffers værdi bestemmes ved respirationsforsøg og udtrykkes i forhold til stivelse som stivelsesmelækvivalenter. *Wolff et al.* (1888) fandt ved forsøg med heste, at fordøjet træstof var uden værdi, og beregnede foder værdien ved at summere g fordøjet renprotein, g fordøjet NFE (kvælstoffrit ekstraktstof) og g fordøjet fedt $\times 2,4$. Dette vurderingsprincip har med forskellige modifikationer udviklet sig til *Gesamtnährstoff* og *TDN*, der er beskrevet af henholdsvis *Mangold* (1931) og *Schneider* (1954).

Et grundlæggende trin i udviklingen kom, da *Kellner* (1900) publicerede resultaterne af sine respirationsforsøg med udvoksede drøvtyggere. Kellner målte næringsstoffernes og fodermidlernes værdi ved deres evne til fedtproduktion og udtrykte resultaterne i kalorier (kcal). Forsøgene blev udført som differensforsøg over ernæringsligevægt. Differensforsøg består principielt af to perioder. En grundfoderperiode, hvor dyret fodres med et alsidigt grundfoder, der dækker behovet for essentielle stoffer, og en forsøgsperiode, hvor dyret fodres med grundfoderet plus et tillæg af det foder, hvis værdi man ønsker at bestemme. Forskellen mellem energibalancen på grundfoderet og energibalancen på grundfoder plus forsøgsfoder regnes lig med forsøgsfoderets indhold af nettoenergi. Der må dog foretages korrektioner bl. a. for forskelle i vedligehold hidrørende fra ændringer i dyrenes vægt mellem grundfoderperiode og forsøgsperiode. Senere fremsatte *Kellner* (1905, 1924)

sin stivelseværdilære. Princippet i stivelseværdilæren er, at foderets indhold af fordøjeligt renprotein, fordøjeligt fedt, fordøjeligt NFE og fordøjeligt træstof hver for sig vurderes ud fra næringsstoffets evne til at aflejre fedt. Kellner gennemførte forsøg med de rene fordøjelige næringsstoffer og fandt, at 1 kg fordøjeligt næringsstof medførte følgende aflejring:

	kcal ¹⁾	g fedt	kg stivelseværdi
Renprotein	2240	235	0,94
Fedt fra grovfoder	4500	474	1,91
» » korn	5000	526	2,12
» » oliekgær	5700	598	2,41
NFE og træstof	2360	248	1,00

$$1) \text{ kcal} = \text{aflejret g N} \times 6 \times 5,678 + ((\text{aflejret g C} \div \text{aflejret g N} \times 6 \times 0,5254)/0,765) 9,5$$

Kellner gav den aflejring, som 1 kg fordøjeligt stivelse fremkaldte, betegnelsen 1 kg stivelseværdi og udtrykte de andre næringsstoffers værdi i forhold hertil.

Forsøgene med forskellige fodermidler viste, at de i reglen aflejrede mindre energi end beregnet ud fra deres indhold af fordøjelige næringsstoffer. Dette skyldtes ifølge Kellner navnlig det forøgede tygge- og fordøjelsesarbejde forårsaget af fodermidlernes fysiske beskaffenhed. Til at korrigere for forskellen mellem den beregnede og fundne stivelseværdi indførtes et værdital (Wertigkeit) for hvert fodermiddel. Værditallet angiver, hvor stor en procentdel af den beregnede stivelseværdi det pågældende fodermiddel har. Et fodermiddels virkelige stivelseværdi fås således ved at multiplicere den beregnede stivelseværdi med værditallet/100. For hør, halm, avner og grøntfoder mente Kellner, at det var rigtigst at udelade brug af værditalle. I stedet skulle der foretages fradrag i den beregnede stivelseværdi i forhold til foderets indhold af træstof. For hør og halm udgjorde fradraget 1,36 kcal pr. g fodertræstof.

I U.S.A. udførte Armsby (1917) forsøg med drøvtyggere til bestemmelse af fodermidlernes nettoenergiindhold efter tilsvarende principper som Kellner. Armsby udtrykte foderets værdi i therms. 1 therm = 1000 nettokalorier (kcal). Modsat Kellner, der systematisk udførte stivelseværdibestemmelserne over ernæringslige vægt, arbejdede Armsby både over og under ernæringslige vægt, og som nævnt af Blaxter (1962) blev ernæringslige vægt undertiden krydset. Forbes & Kriss (1925) omregnede Armsbys forsøg og angav fodermidlernes værdi i nettokalorier bestemt ved vedligehold.

I Danmark blev betegnelsen kraftfoderenhed anvendt af Winkel (1880). Winkel »reducerede« de forskellige grovfodermidler til kraftfoderenheder.

Efter forslag fra docent N. J. Fjord opførtes i 1883 for statens midler »Laboratoriet for Landøkonomiske Forsøg«. Under Fjords ledelse fra 1883 til 1891 begyndte forsøgslaboratoriet at udføre holdforsøg, navnlig med malkekøer (Fjord, 1884, 1888, 1889b, 1890b), men også med svin (Fjord, 1887, 1889a, 1890a) for at bestemme de forskellige fodermidlers relative værdi. Ved Fjords holdforsøg bestemte man på vægtbasis hvor meget af et givet fodermiddel, der inden for visse grænser kunne ombyttes med et andet fodermiddel, uden at produktionen (mælkeydelsen) blev påvirket. Som måleenhed for disse erstatningstal valgtes 1 pund blandsæd, der fik betegnelsen 1 foderenhed. 1 foderenhed angiver således den vægtmængde af de forskellige fodermidler, der kan erstatte 1 pund blandsæd. Senere gik man over til at regne med værdien af 1 kg blandsæd som 1 foderenhed, og i 1915 (Nordisk Jordbrugsforskning, 1925) vedtoges det at regne med værdien af 1 kg normalt byg som 1 foderenhed i alle skandinaviske lande. Heraf kommer betegnelsen skandinaviske foderenheder (sk.f.e.).

Hansson (1913, 1914, 1916, 1923) foreslog, at man skulle beregne foderets værdi som angivet af Kellner med den undtagelse, at faktoren 0,94 for fordøjeligt renprotein skulle erstattes af faktoren 1,43. Som begrundelse for faktoren 1,43 anførte Hansson bl. a., at ifølge Kellner (1905) måtte de opnåede resultater over næringsstoffernes virkning i første linie henføres til forholdene ved fedning hos udvokset kvæg, og at en række undersøgelser havde vist, at indtil 72 pct. af foderets renprotein kan udnyttes ved mælkeproduktion. Hansson antog derfor, at renproteinet i *vel sammensatte blandinger* blev udnyttet lige så godt ved mælkeproduktion som kulhydraterne ved fedtproduktion. Faktoren 1,43 fremkom ved at dividere proteinets kalorieværdi (5,71) med kulhydraternes gennemsnitlige kalorieværdi (4,01). Når fodermidlernes foderværdi beregnes ved anvendelse af faktoren 1,43, udtrykkes foderværdien som kg mælkeproduktionsværdi. 0,75 kg mælkeproduktionsværdi betegnes som 1 foderenhed svarende til værdien af 1 kg normalt byg.

I 1926 (Nordisk Jordbrugsforskning, 1925; Vort Landbrug, 1926) vedtog repræsentanter fra de nordiske lande sammen med bestyrelsen for husdyrbrugssektionerne under Nordiske Jordbrugsforskere Forening, at man skulle anvende den af Hansson udarbejdede metode til vurdering af fodermidlernes værdi til malkekøer. Mælkeproduktionsværdierne skulle beregnes ud fra de fordøjelighedskoefficienter, der var angivet i Hanssons »Handbok i Utfodringslära« fra 1922. I øvrigt anvendtes Kellners beregningsmåde med værdital og træstoffradrag bortset fra enkelte ændringer i værditallene. Til fedning skulle man stadig regne med Kellners faktor 0,94 for fordøjeligt renprotein. Denne beregningsmetode har siden udgjort grundlaget for den officielle fodermiddelvurdering i Danmark (Andersen & Petersen, 1968).

For en mere fyldestgørende oversigt over stivelseværdierne og andre foderenheders tilblivelse og udvikling henvises til *Mangold* (1931).

Der har gennem tiden været ført en betydelig diskussion om fodermiddelvurderingen. Årsagen hertil er sikkert, at fodermiddelvurdering både er kompliceret og af stor praktisk betydning, ligesom den store kapital og arbejdsindsats, der kræves ved undersøgelser over foderets værdi, har været medvirkende til at begrænse antallet af systematiske undersøgelser og dermed vurderingsgrundlaget.

Omkring århundredskiftet blev kritikken mod Fjords erstatningstal så stærk, at forsøgslaboratoriet så sig nødsaget til at udgive 59. beretning (1905) og bilag til 59. beretning (1905) for at imødegå kritikken, der navnlig rettede sig mod resultaterne i 53. beretning (1902) og 55. beretning (1904). *Møllgaard* (1923a, 1949) kritiserede erstatningstallene ud fra den betragtning, at holdforsøg principielt var ubrugelige til måling af fodermidlers værdi. *Lund* (1929) gennemgik de forsøg, hvoraf erstatningstallene var afledt, og beregnede, at der kunne have været anvendt mange andre erstatningstal, uden at mælkeproduktionen ville være blevet påvirket. *Kleiber* (1965a) mener, at vel udførte holdforsøg giver det bedste skøn over fodermidlernes værdi til mælkeproduktion og vækst. *Breirem et al.* (1961) mener, det er muligt at justere fodermidlernes nettoenergiværdi ved hjælp af fodringsforsøg.

Møllgaard (1925, 1949) rettede en kraftig kritik mod de nye sk.f.e. (mælkeproduktionsværdierne), fordi faktoren 1,43 for fordøjeligt renprotein savnede eksperimentelt grundlag. *Møllgaard* erkendte, at proteinet havde en højere værdi ved mælkeproduktion end ved fedning, men mente, at det samme gjorde sig gældende med hensyn til kulhydrat og fedt. *Hansson* (1923) nævnte også, at kulhydraterne sikkert har højere værdi til mælkeproduktion end til fedning. Dette kunne tillige udledes af *Kellners* (1924) forsøg med malkekøer, der ifølge *Armsby* (1917) viste, at mælken indeholdt indtil 34 pct. flere kalorier, end der var i foderet, beregnet som stivelseværdi. *Lund* (1934) henledte opmærksomheden på, at nettoenergiindholdet i foderenhederne som følge af faktoren 1,43 faldt med stigende proteinindhold. *Breirem* (1935a, b, c, 1936, 1939, 1961) fandt, at energibehovet til vækst (proteinsyntese) hos svin var større end til fedning, hvilket ikke stemmer med begrundelsen for faktoren 1,43.

Møllgaard (1923b) fandt ved forsøg med roer, at nettoenergien varierede med foderets proteinindhold. *Møllgaard* (1923a) og *Møllgaard & Lund* (1929) indførte derfor produktionskvotienten k , der angiver forholdet mellem foderets indhold af proteinnettokalorier og totalnettokalorier. *Møllgaard* fremhævede, at proteinet skulle være alsidigt sammensat.

Møllgaard (1923a), *Møllgaard & Lund* (1929) og *Møllgaard* (1949) på-

peger, at differensforsøg er uegnede ved vækst og mælkeproduktion. Entydige resultater kan kun opnås ved vedligehold og ved fedtproduktion. Møllgaard foreslog derfor, at energibehovet til alle livsytringer blev angivet som nettokalorier bestemt ved fedning (NK_F). Herved blev Kellners stivelse-værdier anvendelige for alle produktioner. Møllgaard satte 1 kg stivelse-værdi = 2365 NK_F , 1 kg byg = 1660 NK_F og definerede produktionskvotienten $k = \text{protein } NK_F / \text{total } NK_F$. Ved forsøg med malkekøer fandt Møllgaard (1923a) samt Møllgaard & Lund (1929), at der til produktion af 1000 kcal i mælk krævedes 837 NK_F , når k varierede mellem 0,15 og 0,25. Møllgaard definerede 1000 mælkekalorier som én mælkeenhed (1 ME). Da der til produktion af 1 ME rundt regnet krævedes 830 NK_F ved $k = \text{ca. } 0,2$, foreslog Møllgaard en ny foderenhed svarende til værdien af $\frac{1}{2}$ kg byg = 830 NK_F .

Breirem (1935a, b, c, 1939) fandt ved forsøg med svin, at der til produktion af 1000 kcal krævedes 800 NK_F ved vækst og 770 NK_F ved fedning. Breirem (1935b) mener, at forsøgene med malkekøer og svin ved forsøgslaboratoriet har vist, at energibehovet kan angives i NK_F ved andre livsytringer end fedning og for andre dyrearter end kvæg. Breirem foreslog derfor, at man skulle definere en foderenhed som 1650 NK_F = værdien af 1 kg byg. Denne definition var nævnt af Møllgaard (1923a), og enheden benævnes senere som én fedningsfoderenhed (f.f.e.). 1 f.f.e. = 0,7 kg stivelseværdi. Breirem (1958) bekræfter sin tidligere opfattelse og nævner, at Finland nu går over til at regne med f.f.e. Madsen (1958) mener, at det, set i forhold til de praktiske unøjagtigheder, er af underordnet betydning, om der regnes med sk.f.e. eller f.f.e. Ifølge Breirem & Homb (1968) er man i Norge gået over til at regne med f.f.e.

Forbes & Kriss (1931), Forbes (1933), Forbes et al. (1933), Forbes (1937), Mitchell (1934, 1937) hævder, at man ikke kan opnå entydige værdier for de enkelte fodermidlers nettoenergiindhold ved differensforsøg, fordi nettoenergien varierer med foderets sammensætning. Man bør derfor måle nettoenergi i alsidigt sammensatte rationer – thi kun her udtrykker fodermidlet sit karakteristiske nettoenergiindhold. Endvidere hævdes, at den omsættelige energi (energi i foder ÷ (energi i gødning + energi i urin + energi i metan)) har ens og maksimal effekt i optimalt sammensatte rationer eller blandinger. Kleiber (1945) definerer optimal sammensætning således: »Foderet mangler ethvert næringsstof, hvis tilsætning forøger energiudnyttelsen«.

Den fremsatte kritik, der især var rettet mod Kellners differensforsøg, afvistes af Breirem (1954) med den motivering, at Kellner anvendte alsidigt sammensat grundfoder. Som tidligere nævnt kom Møllgaard (1923a, b) også til det resultat, at nettoenergien varierede med foderets sammensæt-

ning. Møllgaard indførte derfor produktionskvotienten k og mente, at man til alle andre produktioner end fedning skulle arbejde med balancerede rationer.

Axelsson (1938, 1939, 1940a, b, 1945, 1946, 1948) og Axelsson & Eriks-son (1950) fremsatte det synspunkt, at der fandtes et optimumindhold for træstof og protein, ved hvilket man opnåede maksimal udnyttelse af foderets omsættelige energi. Ved differensforsøg vil der i reglen ikke være optimalt træstof- og proteinindhold i begge perioder, hvorfor Axelsson mente, at de enkelte fodermidlers stivelseværdi var ukorrekt. Axelsson foreslog at bruge omsættelig energi, fordi det er en retliniet funktion af foderets næringsstof-fer, ligesom omsættelig energi hævdedes at have konstant og maksimal ef-fekt i optimalt sammensatte rationer uanset fodermidlernes art. Møllgaard (1939) efterlyste et fysiologisk gyldigt bevis for Axelssons påstande. Breirem (1944, 1953, 1954, 1965) samt Schiemann (1958) fandt, at udnyttelsen af foderets omsættelige energi til produktion hos kvæg faldt lineært med sti-gende træstofindhold og afviser dermed Axelssons teori om et optimalt træ-stofindhold. N. J. F.s Fodermiddelvurderingskomité (1951) tilråder, at fo-dermiddelvurderingen bør bygge på nettoenergi princippet og fraråder anven-delse af omsættelig energi.

Fingerling et al. (1914, 1941) fandt ved differensforsøg med svin, at svinene bortset fra træstof udnyttede næringsstofferne ca. 30 pct. bedre end kvæg. Da træstof normalt ikke spiller nogen større rolle i svinenes foder, konkluderede Fingerling, at stivelseværdierne gav en »rigtig« relativ vurde-ring af fodermidlernes værdi til svin. Breirem (1935a, c, 1939) kom principielt til samme resultat som Fingerling, medens Axelsson (1941) fandt, at kvæg og svin fordøjede næringsstofferne så forskelligt, at stivelseværdierne var uan-vendelige som vurderingsgrundlag hos svin. Axelsson mente, det var rig-tigst at vurdere svinefoder ud fra dets indhold af omsættelig energi.

Jespersen (1952) var af den opfattelse, at en del fodermidler bør tillæg-ges forskellig værdi afhængig af, om de bruges til kvæg, svin eller fjerkræ. I Sverige er man i henhold til Statens Jordbruksnämnds Cirkulär Nr. 83 (1966) gået over til at regne med omsættelig energi. Fodermidlernes indhold af omsættelig energi beregnes særskilt for hver af dyrearterne kvæg, svin og fjerkræ.

Ved Oskar Kellner Instituttet, Rostock, er der i de senere år udført en række undersøgelser med forskellige dyrearter til belysning af forskellige fodermidlers værdi. Schiemann (1958) kom efter en kritisk gennemgang af Kellners forsøgsmateriale til det resultat, at Kellners principper var rigtige, men navnlig på grund af det forsøgsmæssigt begrænsede grundlag var der flere problemer, som krævede en bedre belysning.

Hoffmann et al. (1960) samt Hoffmann (1961) fandt ved multipel re-

gressionsanalyse af Kellners og Fingerlings forsøgsdata, at foderets nettoenergiindhold kan beregnes ud fra fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet NFE og fordøjet træstof uden anvendelse af de hidtil benyttede værdital og træstoffradrag. For at opnå mere sikre ligninger må der dog tilstræbes en større variation i fodermidlernes kemiske sammensætning, ligesom forsøgene må udføres med større fodertillæg. En række undersøgelser (*Nehring*, 1958; *Nehring et al.*, 1959, 1960; *Nehring*, 1961a; *Nehring et al.*, 1961a, b; *Schiemann et al.*, 1961a) med rotter, kaniner, svin, får og kvæg viste, at der over ernæringsligevægt er proportionalitet mellem forskellige tillæg af samme foder og aflejret energi. Forsøgene med rene næringsstoffer (se også *Nehring et al.*, 1965b) gav for kvæg og svin principielt samme resultat som fundet af *Kellner* (1905) og *Fingerling et al.* (1914). Foderets udnyttelse hos de forskellige dyrearter aftog i rækkefølgen rotter, svin, kaniner, får, kvæg. Det var ikke muligt at finde noget absolut eller relativt forhold mellem drøvtyggere og enmavede dyrs udnyttelse af næringsstofferne. Resultaterne af en række differensforsøg med kraftfoder (*Hoffmann et al.*, 1963; *Jentsch et al.*, 1963; *Nehring et al.*, 1963a, b, c; *Schiemann et al.*, 1963; *Nehring et al.*, 1965a) viste, at foderets nettoenergiindhold (Y) kan beregnes ud fra de fordøjede næringsstoffer ved hjælp af efterfølgende ligninger, hvor X_1 = fordøjet protein (råprotein), X_2 = fordøjet fedt (råfedt), X_3 = fordøjet NFE og X_4 = fordøjet træstof.

Kvæg	$Y = 1,78X_1 + 7,04X_2 + 2,13X_3 + (2,37)X_4 \pm 3,7\%$
Får	$Y = 1,85X_1 + 8,09X_2 + 2,39X_3 + (0,09)X_4 \pm 4,4\%$
Kaniner	$Y = 2,31X_1 + 7,94X_2 + 2,62X_3 + (3,16)X_4 \pm 2,7\%$
Svin	$Y = 2,40X_1 + 7,71X_2 + 3,27X_3 + (0,01)X_4 \pm 5,8\%$
Rotter	$Y = 2,52X_1 + 8,82X_2 + 3,26X_3 + (1,88)X_4 \pm 3,3\%$

Kvæg $Y = 1,70X_1 + 7,13X_2 + 2,09X_3 + 1,24X_4 \pm 8,3\%$
(Kellner)

Kvæg $Y = 1,77X_1 + 6,09X_2 + 2,07X_3 + 0,29X_4 \pm 8,1\%$
(Fingerling)

Svin $Y = 2,62X_1 + 7,20X_2 + 3,47X_3 + 0,48X_4 \pm 7,8\%$
(Fingerling)

Da variationerne i fodertræstof har været begrænsede, er regressionskoefficienterne til fordøjet træstof usikre. De er derfor anført i parentes. De beregnede ligninger fra Kellners og Fingerlings forsøg er anført til sammenligning. Ligningen fra Fingerlings forsøg med svin omfatter mest kraftfoder, men også rodfrugter. *Thorbek* (1963, 1964) foreslog at vurdere kraftfodermidlerne ud fra deres nettoenergiindhold beregnet efter foranstående ligninger til svin og kvæg hver for sig. *Hansen* (1963) mente, at sk.f.e. fortsat burde være vurderingsgrundlag for både kvæg og svin.

De seneste undersøgelser fra Oskar Kellner Instituttet (*Hoffmann*, 1965, 1966, 1969; *Schiemann et al.*, 1966; *Schiemann & Hoffmann*, 1966; *Schiemann*, 1967, 1969; *Chudy & Schieman*, 1969; *Nehring*, 1966b, 1969; *Nehring et al.*, 1966, 1969) har vist, at der ved differensforsøg navnlig hos drøvtyggere kan forekomme vekselvirkning mellem grundfoder og forsøgsfoder, hvorfor der nu regnes med hele foderrationens energiaflejring. For enmavede dyr regnes principielt stadig med, at nettoenergien er proportional med foderets indhold af fordøjelige næringsstoffer, medens nettoenergien hos drøvtyggere varierer noget med foderrationernes sammensætning. Til beregning af foderets nettoenergiindhold til fedning hos kvæg og svin angives efterfølgende ligninger, hvor Y er nettoenergi fra foderrationer. X_1 , X_2 , X_3 og X_4 er henholdsvis fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet NFE og fordøjet træstof.

$$\begin{array}{ll} \text{Kvæg} & Y = 1,71X_1 + 7,32X_2 + 2,01X_3 + 2,01X_4 \pm 3,8 \% \\ \text{Svin} & Y = 2,59X_1 + 8,63X_2 + 3,03X_3 + 1,5 X_4 \pm 3,6 \% \end{array}$$

Hos kvæg indføres en korrektion, der principielt svarer til Kellners værdital og træstoffradrag, men med den væsentlige forskel at korrektionen sker på foderrationer, medens Kellners korrektioner blev foretaget på de enkelte fodermidler. Af analyse-mæssige grunde er korrektionen blevet baseret på fordøjelig energi. Fordøjes mellem 67 og 80 pct. af foderrationernes energi, sker der ingen korrektion, men falder fordøjeligheden derunder, korrigeres den beregnede nettoenergi ved multiplikation med en faktor, der falder fra 1,00 ved en fordøjelighed på 67 pct. til 0,82 ved en fordøjelighed på 50 pct. Hos svin subtraheres ved anvendelse af sukkerrigt foder 0,15 kcal for hvert g disakkarid og 0,30 kcal for hvert g monosakkarid. Regressionskoefficienten til fordøjet træstof hos svin angives afrundet til 1,5 for at pointere, at den er usikker.

Disse resultater fra *Nehring* og medarbejdere er for kvægets vedkommende principielt i overensstemmelse med *Blaxter* (1962, 1969); *A.R.C.* (1965); *Flatt et al.* (1969) og *van Es* (1969b), idet det, som nævnt af *Breirem* (1969a), er karakteristisk, at de alle arbejder mere med rationers helhedsvirkning end med enkelte fodermidlers. Derimod hersker der ikke fuld enighed om, hvordan resultaterne bedst overføres til praksis. *Nehring* (1969) samt *Nehring et al.* (1969) foretrækker at anvende nettoenergi bestemt ved fedning som vurderingsgrundlag for alle produktioner. *Blaxter* (1962, 1969) samt *A.R.C.* (1965) arbejder med et system, der er baseret på omsættelig energi, bestemt ved vedligeholdelsesniveau. Foderrationernes indhold af omsættelig energi beregnes ud fra de enkelte fodermidlers indhold af omsættelig energi, men der korrigeres for forskelle i rationernes sammensætning og

størrelse. Som mål for sammensætningen anvendes koncentrationsgraden, der defineres som omsættelig energi i pct. af bruttoenergi.

Den korrigerede omsættelige energi tillægges forskellig værdi til vedligehold, vækst plus fedning (body gain) og mælkeproduktion. *Garret* (1966) har tilsvarende foreslået at regne med forskellige nettoenergiværdier til vedligehold og fedning hos kvæg. *A.R.C.* (1966) anvender fordøjjet energi som vurderingsgrundlag hos svin.

Ud fra forsøg med fjerkræ kom *Jakobsen* (1958a, 1959) samt *Jakobsen et al.* (1960a, b) til det resultat, at omsættelig energi korrigeret for forskelle i foderets fysiske struktur var et velegnet mål for fodermidlernes værdi til enmavede dyr. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums afdeling for forsøg med fjerkræ har udført en række undersøgelser (*Petersen*, 1969), der viser, at omsættelig energi er velegnet som vurderingsgrundlag for foderets værdi til fjerkræ.

KAPITEL 2

Egne undersøgelser

Formål

I henhold til den skandinaviske foderenheds oprindelse og beregningsgrundlag kan det ikke forventes, at den officielle fodermiddelvurdering (*Andersen & Petersen*, 1968) skal være et velegnet mål for foderets værdi til svin. Den vigtigste årsag hertil er, at foderets indhold af sk.f.e. beregnes på grundlag af fordøjelighedskoefficienter fundne ved forsøg med kvæg. Da de to dyrearter har en forskelligt bygget fordøjelseskanaal, vil forholdet mellem de mængder, kvæg og svin kan fordøje, variere fra fodermiddel til fodermiddel. Faktoren 1,43 medvirker også til fejlvurderingen, idet den anvendes generelt og ikke kun på *vel sammensatte blandinger*, som foreslået af *Hansson* (1913). Anvendelse af sk.f.e. som vurderingsgrundlag hos svin medfører derfor en overvurdering af protein- og træstofrige fodermidler.

Lund (1934) gjorde opmærksom på, at nettoenergiindholdet (NK_p) i sk.f.e. faldt med stigende proteinindhold. Enmavede dyr som svin udnytter træstofrige fodermidler dårligere end drøvtyggere, hvorfor den energimængde, der er til rådighed for svin i sk.f.e., falder med stigende træstofindhold. *Just Nielsen* (1965, 1966a, b) fandt da også, at forskellige kornarter og kornkvaliteters indflydelse på svinenes kødfylde delvis var et produkt af den anvendte fodermiddelvurdering. Selv om svin på forskellige fodringer tilføres lige mange sk.f.e. pr. dag, kan der være betydelige forskelle på de daglige mængder nettoenergi og på forholdet mellem nettoenergi og for-

døjet protein. Dette påvirker naturligvis svinenes kødfylde og giver et noget tvivlsomt skøn over forskellige fodermidlers egnethed til slagterisvin.

Set fra et teoretisk synspunkt må det rigtigste udtryk for foderets energetiske værdi være den del af foderets energi, der findes i den pågældende livsytring. For svinenes vedkommende er den fremherskende livsytring vækst (produktion af slagterisvin). Det vil derfor være rigtigst at bestemme foderets energetiske værdi til svin ved vækst.

Formålet med de foreliggende undersøgelser er at belyse næringsstofferne energetiske værdi ved vækst hos svin, når næringsstofferne indgår som komponenter i et foder, der dækker behovet for essentielle stoffer.

Som forsøgsfoder er anvendt dansk byg, amerikansk byg, amerikansk majs, amerikansk milokorn, dansk havre, sojaskrå, kødbenmel og skummetmælkspulver. Disse fodermidler dækker det mest betydningsfulde variationsområde og udgør omkring 90 pct. af det foder, der anvendes til svin i praksis. Med de anvendte fodermidler er der i overensstemmelse med blandt andet *Hald* (1948) og *Li* (1964) tilstræbt en stor variation i foderets indhold af fedt, NFE og træstof, ligesom de mest betydningsfulde iagttagelser (dansk byg) er placeret i midten af det energetiske variationsområde. For proteinets vedkommende er variationerne begrænsede, fordi mængden af proteintilskudsfoder i henhold til *Møllgaard* (1923a, b) og *Clausen* (1963) er søgt varieret sådan, at foderet både dækker behovet og har et nogenlunde optimalt aminosyreindhold.

Balanceforsøgene er systematisk gennemført efter en plan, der tillader en multipel regressionsanalyse inden for kuld og køn til beregning af næringsstofferne energetiske værdi.

Som diskuteret af *Kleiber* (1947, 1961, 1965b) er energiforbruget til vedligehold en funktion af dyrenes levendevægt. Derfor blev fodermængderne reguleret sådan, at svinene på forskelligt fodrede hold opnåede samme gennemsnitlige levendevægt på alle stadier i vækstperioden fra 20 kg til 90 kg. Når levendevægten er ens, må det antages, at forskelligt fodrede svin forbruger lige meget energi til vedligehold.

Efter forsøgenes afslutning blev svinene slagtet, parteret, dissekeret, formålet og analyseret. Formålet hermed var at undersøge, om aflejringerne, bestemt ved balanceforsøgene, svarede til de mængder, der fandtes i svinene, ligesom det var af interesse at opnå et skøn over de forskellige fodringers indflydelse på svinenes anatomiske og kemiske sammensætning.

Balanceforsøgene

Forsøgsplan

Slagterisvin omfatter normalt lige mange sogrise og galtgrise, hvorfor kendskab til disses forventede forskellige udnyttelse af foderet har stor interesse. Af større betydning for denne undersøgelse er dog den mulighed, at forskellige fodersammensætninger evt. kunne have en forskellig relativ værdi til sogrise og galtgrise. Genetisk set kan der forekomme lige så store eller større forskelle mellem kuld end mellem sogrise og galtgrise.

Under hensyntagen til foranævnte og til de praktiske muligheder valgtes en forsøgsplan omfattende 2 kuld à 4 sogrise og 4 galtgrise fordelt på fire hold. For at opnå så repræsentative resultater som muligt blev der til hvert forsøg indkøbt 1 kuld grise af kendt afstamning (med stamtavle) og 1 kuld »torvegrise«. Ved grisenes fordeling dannedes først fire grupper, I, II, III og IV, hver gruppe bestående af 1 sogris og 1 galtgris fra hvert kuld. Grisene fordeltes sådan på de fire grupper, at såvel gruppernes gennemsnitsvægte som spredninger på disse blev så ensartede som muligt. Derefter blev grupperne I, II, III og IV tilfældigt fordelt på de fire hold (fodringer eller behandlinger). Som eksempel er grisenes fordeling til forsøg 4 vist i tabel 1.

Tabel 1. Forsøgsplan.

Table 1. Experimental plan

Svinenes fordeling på hold og respirationskamre.

The distribution of the pigs in groups and respiration chambers

Hold	1	2	3	4
Kuld 1:				
Sogrise	1-18,0 B	5-18,0 A	9-18,2 A	13-17,2 B
Galtgrise	2-16,7 A	6-18,3 B	10-17,6 B	14-16,0 A
Kuld 2:				
Sogrise	3-17,7 A	7-15,8 B	11-15,9 B	15-17,2 A
Galtgrise	4-16,7 B	8-16,9 A	12-17,0 A	16-18,4 B
Gennemsnit	17,3	17,3	17,2	17,2

Tallene i tabel 1 angiver grisenes numre samt deres vægt i kg. Bogstaverne A og B betyder, at det respiratoriske stofskifte i den pågældende opsamlingsperiode er målt i henholdsvis respirationskammer A eller B.

Vækstperioden fra 20 til 90 kg blev inddelt i seks forsøgsperioder à 19 eventuelt 18 dages varighed. I hver periode udførtes ét balanceforsøg med hver gris. Der blev således udført seks balanceforsøg pr. gris. For at undersøge om der var forskel på de to »respirationskamre« og for at opnå en løbende statistisk kontrol på det tekniske apparatur, blev grisenes respirato-

riske stofskifte skiftevis målt i kammer A eller B. De grise, der i 1. periode havde været i kammer A, kom i 2. periode i kammer B, o.s.v. som vist i tabel 2.

Tabel 2. Rækkefølge ved målingerne af det respiratoriske stofskifte.

Table 2. Succession of the measurements of respiratory metabolism

Periode 1			Periode 2		
Forsøg nr.	Kammer A gris nr.	Kammer B gris nr.	Forsøg nr.	Kammer A gris nr.	Kammer B gris nr.
1	5	16	9	16	5
2	9	6	10	6	9
3	15	1	11	1	15
4	3	10	12	10	3
5	12	13	13	13	12
6	8	4	14	4	8
7	2	11	15	11	2
8	14	7	16	7	14

Som det kan udledes af tabellerne 1 og 2, blev målerækkefølgen fastlagt efter grisenes vægt. Der blev dog aldrig foretaget respirationsforsøg med to grise fra samme hold på én gang. Ved at fastlægge målerækkefølgen efter vægt opnåedes, at variationerne i grisenes vægt på respirationsdøgn blev mindst mulig. Det tilstræbtes at fodre grisene efter normen for moderat fodring. De fire grise på hvert hold fik altid tildelt lige meget foder, hvorimod fodermængderne til grisene på de forskellige hold blev varieret sådan, at den gennemsnitlige tilvækst så vidt muligt blev den samme for de fire hold. Herved blev såvel gennemsnitsvægt som gennemsnitsalder på respirationsdøgn stort set ens for alle hold i alle perioder.

Da vedligeholdelsesbehovet som før nævnt må antages at være en funktion af dyrets levendevægt, er behovet for korrektioner hidrørende fra forskelle i vedligeholdelsesstofskiftet ved denne plan blevet nedbragt til et minimum og kan eventuelt helt undgås.

Statistiske analyser af de periodiske resultater

For at opnå et skøn over forsøgsresultaternes sikkerhed blev de periodiske resultater underkastet statistiske analyser.

Den følgende model blev betragtet som en tilfredsstillende beskrivelse af en observation.

$$Y_{ijk} = \bar{Y} + t_i + l_j + s_k + (ls)_{jk} + e_{ijk}, \text{ hvor:}$$

Y_{ijk} = f. eks. CO_2 -produktion for køn k fra kuld j, som har fået behandling i.

$\bar{Y}$ = gennemsnittet.

- t_i = effekt af behandling i.
 l_j = » » kuld j.
 s_k = » » køn k.
 $(ls)_{jk}$ = » » vekselvirkning mellem kuld j og køn k.
 c_{ijk} = tilfældig påvirkning. Det forudsættes, at de tilfældige påvirkninger er uafhængige og normalt fordelte omkring middelværdien nul med variansen σ_e^2 .

Den til modellen hørende variansanalyse er vist i tabel 3.

Tabel 3. Variansanalyse.
Table 3. Analysis of variance

Variationsårsag	Frihedsgrader	Middelværdi	F
Indre	9	s^2	—
Kuld	1	s_1^2	s_1^2/s^2
Køn	1	s_2^2	s_2^2/s^2
Ku/kø	1	s_3^2	s_3^2/s^2
Hold	3	s_4^2	s_4^2/s^2

For CO_2 -produktion og O_2 -forbrug blev variansanalysen udvidet, så den også omfattede respirationskamrene A og B. Formålet hermed var at opnå en løbende statistisk kontrol på det tekniske apparatur. Der blev tillige beregnet et vejledende skøn over spredningen inden for kammer A og kammer B i hver periode. Ved vurdering af CO_2 -produktionens eller O_2 -forbrugets størrelse i de to kamre må der regnes med gennemsnit af to perioder. Forskelle i en periode kan skyldes forskelle på grisene, da der kun er otte grise målt i kammer A og otte grise målt i kammer B. I gennemsnit af to perioder bør der ikke forekomme nævneværdige forskelle på kammer A og kammer B, for i henhold til forsøgsplanen, vist i tabel 1, er de samme seksten grise da målt i begge kamre, hvorfor kammer A teoretisk set bør være lig med kammer B. Ved sammenligning af f.eks. den stoflige energibalance med den kalorimetrisk energibalance er den statistiske analyse udført som beskrevet af Hald (1948) for parvis sammenhørende iagttagelser.

Forsøgsfaciliteter

Der har været 14 individuelle stier med træriste i lejet og 8 opsamlingsbure til rådighed for forsøgene. Opsamlingsburene svarer i princippet til de af Spildo (1933) beskrevne bure, men der er foretaget visse ændringer af Ludvigsen & Thorbek (1955). For at undgå urintab fra sogrisene blev burene til disse undersøgelser forsynet med en zinkplade for enden og plasticfolie for siderne til at lede urinen ned på opsamlingspladen. Det tekniske udstyr til respirationsforsøgene samt dets funktion og virkemåde er beskrevet

vet af Thorbek (1961), Thorbek & Neergaard (1965) samt Thorbek (1969c). Her skal derfor kun resumeres, at der har været to respirationskamre af Pettenkofertypen til rådighed. Respirationskamrene er forsynet med klimaanlæg. Den udgåede luftmængde fra kamrene er målt ved hjælp af Honeywell-flowmetre, der arbejder på grundlag af trykdifferencer. Under forsøgenes forløb er der kontinuert udtaget luftprøver, som efter forsøgenes afslutning er blevet analyseret for kuldioxid (CO_2), oxygen (O_2) og metan (CH_4). Luftanalyserne er udført ved hjælp af apparatur fra Hartmann & Braun, Tyskland. CO_2 - og CH_4 -indholdet er målt på Uras-anlæg (Uras 1), hvis måleprincip beror på de forskellige luftarters absorptionsspektre for infrarød stråling. O_2 -indholdet er målt på et Magnos-anlæg (Magnos 2), hvis måleprincip bygger på oxigens paramagnetiske egenskaber. Luftanalyserne var forbundet med et galvanometer (Jena, DDR), hvorpå analyseresultaterne blev aflæst. Under forsøgenes forløb blev der foretaget en kontinuerlig grafisk registrering af: Den udgåede kammerlufts sammensætning og mængde, kamrenes temperatur og relative fugtighed samt temperaturen i de rør, hvorigennem luften suges bort fra kamrene.

Opsamling og opbevaring af gødning og urin

Opsamlingsperiodernes længde har været 7 døgn, og der blev opsamlet individuelt fra hver gris for sig. Grisene blev anbragt i hver sit bur kl. 15, dagen før opsamlingen begyndte. Opsamlingsdøgnet begyndte kl. 8. I det fjerde opsamlingsdøgn blev grisenes respiratoriske stofskifte målt. Grisene blev kørt til respirationskamrene kl. 7. Respirationsforsøgene begyndte kl. 9 og varede i 24 timer, hvorefter grisene blev kørt tilbage til opsamlingsburene. Opsamlingsdøgnetes længde varierede derfor fra 23 til 26 timer. I opsamlingsburene blev gødning og urin opsamlet kvantitativt tre gange dagligt. I respirationskamrene blev der delvis opsamlet efter aftenfodringen og fuldstændigt efter respirationsforsøgenes afslutning. Urinen blev tillige opsamlet efter morgenfodringen i femte og sjette opsamlingsperiode, fordi opsamlingsflaskerne ofte viste sig at være for små. Urinen løb fra bunden af respirationskammeret gennem en slange ned i en plasticflaske, der var anbragt i gulvet ved enden af kammeret. For at hindre luftindsugning herfra blev der fyldt 1 liter destilleret vand i urinflasken. Ved opsamling efter aftenfodringen blev der efterladt 1 liter væske i urinflasken. Den gødning, der var faldet gennem trådnettet ned på bundpladen i respirationskammeret, blev samtidig skrabet ned i en plasticspand, der var anbragt i en dobbeltvægget, afkølet beholder inde i kammerets bund. Beholderen var forsynet med låg og en krans, der forhindrede urinen i at løbe derned. Gødningsopsamlingen skete ved hjælp af en gummihandske indbygget i respirationskammerets dør.

Gødning og urin fra de enkelte daglige opsamlinger blev opbevaret i kølerum ved en temperatur på 4–6°C. Gødningen var i plasticspande med låg og urinen i lukkede plasticflasker. Alle spande og flasker var mærket med grisenes numre. Efter opsamlingsdøgnets afslutning blev døgnmængden vejlet på en Mettler-skålvægt, der kan veje indtil 10 kg med aflæsningsintervaller på 1 g. Den daglige mængde gødning blev kvantitativt overført til en zinkbeholder med låg. Af den daglige urinmængde blev der i de forskellige opsamlingsperioder udtaget 5–20 pct. til en samleprøve. Samleprøven blev opbevaret i en lukket plasticflaske, og for at hæmme mikrobielle omsætninger blev der tilsat en teskefuld mercurijodid. Både gødning- og urinsamleprøven blev opbevaret i kølerum ved 4–6°C.

Prøveudtagning og analysemetodik

Hver tirsdag efter sidste opsamlingsdøgns afslutning blev der af samleprøverne udtaget prøver til analyse fra de seks grise, der i ugens løb havde været i balanceforsøg. Som en kontrol på gødningsmængderne blev samleprøverne fra og med 3. periode i forsøg 2 vejlet og sammenlignet med vægtene af de syv døgnopsamlinger. Denne kontrol viste, at der i 21 tilfælde var forskelle på over 100 g, hvilket enten må skyldes vejefejl eller forbytning af beholderne med samleprøverne. I gennemsnit indeholdt samleprøverne 28 g eller 0,5 pct. mindre end beregnet ud fra de daglige vejninger. Efter kontrollens indførelse faldt både hyppigheden af forskelle på over 100 g og den gennemsnitlige forskel jævnt fra forsøg til forsøg. I forsøg 5 forekom kun én forskel på over 100 g, og den gennemsnitlige forskel var kun 4 g eller 0,1 pct.

Gødningen blev formalet én gang på en hakkemaskine (Model GH, Georg Hansen, København) og derefter blandet i ca. 10 minutter med en røremaskine (Bjørn røremaskine, Wodschow & Co., København). Af den således behandlede samleprøve blev prøverne til analysering udtaget. Tørstof og kvælstof er bestemt i den friske gødning. Alle øvrige analyser er udført på gødning, der var varmetørret ved ca. 67°C i ca. 26 timer. Urinsamleprøverne blev blandet omhyggeligt, lige før analyseprøverne blev udtaget. Kvælstof er bestemt i frisk urin og kulstof i frysetørret urin. kcal er bestemt på urinprøver, tørret i vakuumekssikkator over svovlsyre. Kulstofanalyserne er udført som beskrevet af *Neergaard et al.* (1968, 1969). De øvrige analyser på foder, gødning og urin er udført som beskrevet af *Weidner & Jakobsen* (1962). Der er udført dobbeltbestemmelser ved alle analyser og regnet med disses gennemsnit, når forskellen mellem dem har været inden for de i tabel 4 anførte grænser.

Tabel 4. Analysegrænser.*Table 4. Limits for deviation between duplicate analyses*

Analyseart	Analyseemne	Største tilladte forskel på dobbeltbestemmelser
Tørstof	foder + gødning	0,20 procentenheder
Aske	» »	0,10 »
Kvælstof	» »	0,05 ¹⁾ »
Fedt	» »	0,10 »
Træstof	» »	0,50 »
Kulstof	foder	0,25 »
»	gødning	0,30 ²⁾ »
kcal	foder	20 kcal/kg tørstof
»	gødning	30 ²⁾ » » »
Kvælstof	urin	0,02 procentenheder
Kulstof	»	0,03 »
kcal	»	4 kcal/kg frisk urin

1) maksimalt 1,5 pct.

2) maksimalt 0,7 pct.

Har forskellen været større, er der udført flere bestemmelser. Det er også forekommet, at overensstemmende analyseresultater er blevet efterprøvet, fordi de deraf afledte forsøgsresultater ikke har været sandsynlige.

Kontrolundersøgelser vedrørende apparatur til måling af det respiratoriske stofskifte

For at opnå en nogenlunde konstant CO_2 -pct. i den udgåede luft blev der i det første forsøg suget varierende luftmængder gennem kamrene. Bearbejdelse af resultaterne fra dette forsøg viste, som beskrevet af Just Nielsen (1967a, b, 1969b), at de respiratoriske målinger indeholdt fejl, der måtte henføres til flowmetre og luftanalysatorer. Flowmetrene reagerede tilsyneladende forskelligt over for varierende luftmængder, og reaktionen var forskellig med hensyn til CO_2 -produktion og O_2 -forbrug.

Det sidste tydede på fejl ved en af de kurvefunktioner, der anvendtes ved omregning af luftanalysatorernes udslag til procenter. Begge funktioner skulle i henhold til fabrikernes opgivelse være retliniede, hvorfor både pct. CO_2 og pct. O_2 var beregnet som ligefremt proportionale med det aflæste udslag. Den beregnede CH_4 -produktion var meget usikker. Her var tillige tale om en systematisk analyserækkefølgeeffekt, der kom til udtryk ved, at den sidst foretagne analyse i reglen gav højere værdi end den første. Spredningen på CO_2 -produktion og O_2 -forbrug blev i hver periode beregnet inden for henholdsvis kammer A (flowmeter A) og kammer B (flowmeter B). Spredningsforskelle og niveauforskelle mellem respirationskamre har næppe

noget at gøre med kamrene som sådanne, men må mest sandsynligt henføres til flowmetrene. Resultaterne tydede på, at flowmeter A gav større spredning end flowmeter B, hvilket var noget overraskende, da flowmeter A teknisk set skulle være bedre end flowmeter B.

Sideløbende med det første og andet forsøg gennemførtes derfor en række kontrolundersøgelser. For at undersøge Uras'ens kalibreringskurve blev en CO_2 -blanding ved hjælp af en Wösthoff-luftblandepumpe blandet med kvælstof (N_2) i otte forskellige mængdeforhold, så hele måleområdet blev dækket. CO_2 -blandingsens procentiske indhold af CO_2 var bestemt ved absorptionsanalyse og efterkontrolleret ved sammenligning med blandinger fremstillet af rent CO_2 og N_2 . Resultaterne af de otte analyser udført på Uras'en er anført i tabel 5.

Tabel 5. μ Ampere målt på Uras og pct. CO_2 i luftblanding.
Table 5. μ amp as measured on Uras and per cent CO_2 in air mixture

Blandingsforhold, %			
CO_2 -blanding	N_2	μA	% CO_2 i luftblanding
1	99	53,5	0,234
2	98	105,0	0,468
2,5	97,5	130,0	0,585
3	97	154,0	0,702
4	96	199,5	0,936
5	95	243,0	1,170
6	94	284,0	1,404
7	93	323,0	1,638

Resultaterne viste, at pct. CO_2 ikke var en retliniet, men en krumliniet funktion af μA målt på Uras'en.

Magnos'ens kalibreringskurve blev undersøgt med 11 forskellige blandinger af atmosfærisk luft og N_2 . Resultaterne viste, at pct. O_2 var en retliniet funktion af det aflæste udslag. O_2 -forbruget målt i det første forsøg var tilsyneladende alt for stort, og omregning af den passerende luftmængde efter den nye kalibreringskurve for Uras'en bevirkede en yderligere stigning i O_2 -forbruget på ca. 11 pct. Til belysning af denne fejl gennemførtes en række CO_2 - og O_2 -kontrollforsøg med henholdsvis CO_2 -blandinger og rent N_2 . Den luftmængde, der suges gennem respirationskamrene, måles som tidligere nævnt ved hjælp af Honeywell-flowmetre. Flowmetrenes tælleværk registrerer kontinuerligt den passerende luftmængde, idet hver markering (enhed på tælleværket) svarer til et vist antal l luft. Fabrikken angiver et skøn over den luftmængde, der passerer pr. markering, men den nøjagtige mængde afhænger af apparaturets opstilling og justering.

For at bestemme den luftmængde, der passerer flowmeteret pr. markering, udførtes CO_2 -kontrollforsøg efter samme principper, som angivet af *Møllgaard & Andersen* (1917). Ved kontrollforsøgene blev der over et tidsrum på fem til seks timer ledet en kendt mængde CO_2 ind i et respirationskammer. Mængden af indgået CO_2 blev målt ved hjælp af et kalibreret gasur. Den udgåede luftmængde blev registreret på flowmeteret. Efter kontrollforsøgenes afslutning blev de prøver af den udgåede luft, der var opsamlet i recipienter, analyseret for CO_2 på Uras'en.

Ved det første respirationsforsøg blev pct. CO_2 i CO_2 -blandingerne til kontrollforsøgene bestemt ved absorptionsanalyser. Ved de efterfølgende respirationsforsøg blev pct. CO_2 i CO_2 -blandingerne til kontrollforsøgene bestemt på Uras'en. CO_2 -blandingerne indeholdt 20–23 pct. CO_2 , men ved hjælp af en Wösthoff-luftblandepumpe blev de hver for sig blandet med N_2 i otte forskellige mængdeforhold, så CO_2 -procenterne blev af samme størrelsesorden som vist i tabel 5. Herved blev der tillige opnået en kontrol på Uras'ens kalibreringskurve, idet relationerne mellem de målte CO_2 -procenter bør svare til relationerne angivet ved tabel 5. Undertiden blev der tillige udført absorptionsanalyser.

Ved det første respirationsforsøg blev kontrollforsøgene udført med forskellige mængder luft svarende til henholdsvis 80000, 100000 og 120000 l pr. døgn.

Når man kender pct. CO_2 i den udgåede luft, antal markeringer på flowmeteret og l CO_2 passeret gasuret, kan man som skitseret i nedenstående eksempel beregne, hvor mange l luft, der skal passere flowmeteret pr. markering, for at man kan finde den mængde CO_2 , der har passeret gasuret.

Beregning af l luft passeret flowmeteret pr. markering:

l CO_2 passeret gasuret	200
Antal markeringer på flowmeteret	500
Pct. CO_2 i udgåede luft målt på Uras'en	0,700
l luft passeret flowmeteret ($200 \times 100/0,700$)	28571
l luft passeret flowmeteret pr. markering ($28571/500$)	57,14

På grundlag af en sådan række CO_2 -kontrollforsøg blev der beregnet en faktor (l luft pr. markering i gennemsnit) til hvert flowmeter. Disse faktorer anvendes ved beregning af den luftmængde, der har passeret respirationskamrene i forsøgene. Luftmængde, CO_2 -produktion og O_2 -forbrug var således et »produkt« af Uras'ens kalibreringskurve, hvilket principielt altid vil give en nogenlunde rigtig CO_2 -produktion, medens O_2 -forbruget således beregnet kan være forkert. Som nævnt var O_2 -forbruget i det første forsøg tilsyneladende alt for stort. Derfor gennemførtes en række kontrollforsøg

med Magnos'en efter samme principper som nævnt for CO_2 -kontrollforsøgene. Ved disse O_2 -kontrollforsøg blev luften analyseret for såvel CO_2 som O_2 , og flowmeter-faktorerne beregnet ud fra begge analyser. Dette princip har siden været anvendt ved alle kontrollforsøg. Kontrollforsøgene udførtes både med rent N_2 og med CO_2 - N_2 -blandinger. Der blev anvendt varierende mængder N_2 og CO_2 -blanding, så det anvendte måleområde på luftanalyatorerne blev dækket (se tabel 7). O_2 -kontrollforsøgene med rent N_2 gav samme faktorer til beregning af luftmængden som fundet ved CO_2 -kontrollforsøgene. Dette bekræftede, at både Uras'ens krumme kalibreringskurve og den beregnede luftmængde måtte være rigtig. Derimod viste O_2 -kontrollforsøgene med CO_2 - N_2 -blandinger (*Just Nielsen, 1967a*), at Magnos'en gav for lave værdier for O_2 -indholdet, når der var CO_2 i analyseluften. Analysefejlen voksede lineært med stigende CO_2 -procent i luften. På O_2 -forbruget blev fejlen af samme procentiske størrelse over hele måleområdet. I gennemsnit var O_2 -forbruget som følge af CO_2 's depressive indflydelse på Magnos'en bestemt ca. 14,5 pct. for højt.

Bønsdorff Petersen (1967, 1969a, b) opnåede tilsvarende resultater ved kalibrering af Uras og Magnos til forsøg med fjerkræ og kvæg. *Romijn & Lokhorst* (1967) fandt ved undersøgelser med et diaferometer, at CO_2 må fjernes fra luften, for at der kan opnås sikre resultater ved O_2 -analyserne. Fjernelse af CO_2 fra respirationsluften forinden O_2 -analysens udførelse komplicerer det daglige arbejde og kan let forøge usikkerheden, dels som følge af de indskudte absorbere, dels fordi omregning af luftrumfanget skal baseres på CO_2 -analysen.

Spredningerne på O_2 -kontrollforsøgene var tilsyneladende af samme størrelsesorden som på CO_2 -kontrollforsøgene, og da det samme gjaldt for O_2 -forbrug og CO_2 -produktion i det første forsøg, valgtes fortsat at lade O_2 -analyserne udføre på den CO_2 -holdige respirationsluft og omregne resultaterne på grundlag af de udførte kontrollforsøg. Der blev udført nogle kontrollforsøg lige før de enkelte forsøgsserier blev påbegyndt, men de fleste blev udført inden for samme tidsrum som respirationsforsøgene og enkelte lige efter respirationsforsøgernes afslutning.

Da de to flowmetre teknisk set er forskellige, var der for så vidt ikke noget overraskende i, at de reagerede forskelligt på forskellige luftgennemstrømninger. For at gøre målingerne så korrekte som muligt blev de efterfølgende fire forsøg udført med samme luftgennemstrømning i alle perioder. Der blev tilstræbt ca. 115000 l luft pr. døgn. Herved kom CO_2 i den udgåede luft til at variere fra ca. 0,4 til ca. 1,0 pct., hvilket ifølge *Thorbek & Neergaard* (1965) ikke skulle påvirke resultaterne. De efterfølgende kontrollforsøg blev ligeledes udført med en luftmængde svarende til ca. 115000 l pr. døgn.

CH₄-målingerne var som før nævnt behæftet med en stor spredning og en systematisk analyserækkefølgeeffekt. Da en ekspert fra Hartmann & Braun, Tyskland, tillige tvivlede på, at disse små CH₄-mængder (ca. 5 l pr. døgn) kunne måles under de foreliggende forhold, blev CH₄-målingerne udeladt fra beregningerne. Resultaterne fra det første forsøg blev omregnet, og de efterfølgende forsøg beregnet i henhold til de udførte kalibrerings- og kontrolforsøg.

Selv om der blev suget en nogenlunde konstant luftmængde gennem kamrene ved de efterfølgende respirationsforsøg, opstod der alligevel niveauforskelle mellem flowmetrene. Luftmængden pr. markering på flowmeter A varierede betydeligt under forsøgenes forløb. Flowmeter B viste samme luftydelse pr. markering i alle fem forsøg. Kurvetegning med de periodiske forsøgsresultater viste, at flowmeter B gav mere jævnt forløbende kurver end flowmeter A. Sideløbende med variansanalyserne på CO₂-produktion og O₂-forbrug blev der beregnet gennemsnit på kamrene A og B. I gennemsnit af to perioder bør kammer A i henhold til forsøgsplanen være lig med kammer B for såvel CO₂-produktion som O₂-forbrug. Ud fra den antagelse blev der i gennemsnit for hver to perioder (1+2, 3+4, 5+6) beregnet en faktor for flowmeter A. Derefter blev alle udførte kontrolforsøg på kammer A omregnet med den flowmeter-faktor, der var beregnet ud fra respirationsforsøgene for det pågældende tidsinterval. De periodiske flowmeter-faktorer varierede fra 60,35 til 66,25 eller næsten 11 pct. Den faste faktor for flowmeter A, d.v.s. gennemsnittet af samtlige kontrolforsøg, blev 63,31. Der er i alt gennemført 80 kontrolforsøg; 42 på kammer B og 38 på kammer A. Af disse er 63 udført med CO₂-blanding og 17 med rent N₂. Der er foretaget både CO₂- og O₂-analyser ved 47 af de 63 kontrolforsøg med CO₂-blanding.

Afviselserne på de omregnede kontrolforsøg anført i tabel 6 viste, at de periodiske faktorer, beregnet ud fra respirationsforsøgene, gav en betydelig bedre overensstemmelse mellem de indgåede og udgåede mængder af CO₂ og O₂. Spredningen på de procentiske afvigelser faldt betydeligt ved at regne med de periodisk bestemte faktorer for flowmeter A.

For at undersøge, om faldet i spredningen var statistisk signifikant, udførtes en dobbeltsidig F test ($F = s^2A \text{ fast faktor} / s^2A \text{ periodisk faktor}$) på kontrolforsøgene. I de forsøg, hvor der var analyseret for både CO₂ og O₂, blev der regnet med disses gennemsnitlige afvigelse. F testen viste, at faldet i spredningen var signifikant ($F = 2,3$, $P \leq 0,05$). Tilsvarende viste en F test, at der var signifikant forskel på flowmeter A's og flowmeter B's spredninger, når der blev regnet med fast faktor for A ($F = s^2A \text{ fast faktor} / s^2B = 2,9$, $P \leq 0,05$), hvorimod der ikke var signifikant forskel på de to flowmetres spredninger, når der blev regnet med de periodiske faktorer for flow-

Tabel 6. Afgivelser mellem de indgåede og udgåede mængder CO₂ og O₂ bestemt ved kontrollforsøgene. Afgivelserne er angivet som procent af de indgåede mængder.

Table 6. Deviation between the amounts of ingoing and outgoing CO₂ and O₂ determined by control investigations, expressed as per cent of the ingoing amounts

Kammer B				Kammer A							
Fast flowmeter-faktor = 13,69				Periodisk flowmeter-faktor (60,35-66,25)				Fast flowmeter-faktor = 63,31			
Forsøg nr.	Kontrol-blanding	Afgivelser målt på		Forsøg nr.	Kontrol-blanding	Afgivelser målt på		Afgivelser målt på			
		Uras	Magnos			Uras	Magnos	Uras	Magnos		
1	CO ₂ -bl.	±0,2	—	1	CO ₂ -bl.	±0,6	—	±0,1	—		
2	»	±0,5	—	2	»	0,1	—	3,4	—		
3	»	1,0	—	3	»	1,5	—	5,8	—		
4	»	0,2	—	4	»	2,1	—	6,5	—		
5	»	0,9	—	5	»	0,0	—	4,2	—		
6	»	±1,3	—	6	»	±1,3	—	2,8	—		
7	»	±0,4	—	7	»	1,3	—	3,0	—		
8	»	0,2	—	8	»	±2,7	—	±0,1	—		
9	»	1,1	±2,0	9	»	±1,5	±4,3	1,1	±1,7		
10	»	0,3	±1,5	10	»	±0,4	±1,5	1,7	0,6		
11	N ₂	—	±0,5	11	N ₂	—	±1,5	—	0,5		
12	»	—	±0,5	12	»	—	±2,2	—	±0,2		
13	»	—	±1,8	13	»	—	±0,1	—	2,0		
14	»	—	±1,2	14	»	—	0,1	—	2,2		
15	»	—	±1,2	15	»	—	0,0	—	2,1		
16	CO ₂ -bl.	±0,7	±2,1	16	CO ₂ -bl.	±3,9	±3,1	0,8	1,7		
17	»	0,0	±0,8	17	»	±5,0	±5,3	±0,3	±0,7		
18	»	±1,8	±3,1	18	»	2,2	1,5	1,7	0,9		
19	»	1,5	±2,2	19	»	1,7	1,4	1,2	0,8		
20	»	±0,9	±2,9	20	»	0,6	1,2	0,0	0,6		
21	»	±0,5	±1,1	21	»	3,7	2,9	3,1	2,3		
22	»	0,0	±1,6	22	»	1,7	4,2	1,1	3,7		
23	»	0,3	0,2	23	»	1,7	±1,5	1,2	±2,0		
24	»	2,1	1,4	24	»	0,7	±0,2	±3,8	±4,6		
25	»	0,1	0,4	25	»	±1,8	±1,7	±6,1	±6,0		
26	»	±1,5	±0,8	26	»	±2,3	±3,2	±6,6	±7,5		
27	»	2,0	1,3	27	»	0,0	±1,1	±4,4	±5,5		
28	»	1,0	±1,6	28	»	0,7	±1,8	±3,8	±6,2		
29	»	±0,6	±3,1	29	N ₂	—	1,2	—	0,1		
30	»	0,3	±1,2	30	»	—	±0,2	—	±1,3		
31	»	±2,1	±3,7	31	»	—	±1,0	—	±2,0		
32	»	±1,0	±2,8	32	CO ₂ -bl.	±0,7	0,3	±1,8	±0,7		
33	N ₂	—	±2,1	33	»	2,8	2,9	1,7	1,8		
34	»	—	±0,9	34	»	1,1	0,9	0,0	±0,2		
35	»	—	±3,8	35	»	1,1	1,9	±0,1	0,8		
36	»	—	±2,6	36	»	±1,3	0,7	0,2	2,2		
37	CO ₂ -bl.	0,0	±0,7	37	»	±1,6	0,0	2,6	±1,1		
38	»	±0,8	±0,5	38	»	4,6	5,0	3,5	3,8		
39	»	±2,3	±1,7								
40	»	1,9	5,1								
41	»	3,4	5,9								
42	»	4,6	5,0								
Gennemsnit		0,2	±0,8			0,1	±0,2	0,4	±0,5		
Spredning		1,5	2,3			2,1	2,3	3,2	2,9		

meter A ($F = s^2A$ periodisk faktor/ $s^2B = 1,3$, $P \geq 0,05$). Det bør nævnes, at der ved kontrolforsøgene kan forekomme fejl fra gasuret og fra CO_2 -analyserne på de anvendte CO_2 -blandinger, men disse fejl er fælles for begge kamre (flowmetre), fordi kontrolforsøgene skiftevis er udført med kammer A og kammer B.

Anvendelse af de periodiske faktorer for flowmeter A ved kontrolforsøgene giver således en signifikant mindre spredning end anvendelse af fast faktor og bevirker, at spredningen ikke bliver signifikant forskellig fra flowmeter B's spredning. Derfor er den passerede luftmængde målt med flowmeter A ved alle respirationsforsøg beregnet med de periodiske faktorer. Den gennemsnitlige størrelse af CO_2 -produktion og O_2 -forbrug ved respirationsforsøgene er derfor uafhængig af, om dyrene har været i kammer A eller kammer B.

Resultaterne af kontrolundersøgelserne har været diskuteret med firmaet Honeywell, København. Firmaet giver udtryk for den opfattelse, at de store variationer på flowmeter A mest sandsynligt skyldes en forkert grundjustering. Flowmeteret er konstrueret til at give en markering for hver 50 l luft, der passerer, og har sin største målesikkerhed her. Ifølge de udførte kontrolforsøg skulle der passere ca. 63,3 l luft pr. markering, hvilket afviger mere end 25 pct. fra det optimale.

Ved kalibrering af de flowmetre, der anvendes ved forsøgene med fjerkræ, fandt *Bønsdorff Petersen* (1968), at relationen mellem markering og luftgennemstrømning ændrede sig med tiden.

For at undersøge, om de procentiske afvigelser fundet ved kontrolforsøgene varierede med koncentrationen af O_2 og CO_2 i analyseluften, blev der foretaget en opgørelse over afvigelsernes størrelse og fordeling på de forskellige koncentrationsområder. Ved opgørelsen blev der regnet med de periodiske faktorer for flowmeter A. Resultaterne, der er angivet i tabel 7, viser, at afvigelserne på kontrolforsøgene er uafhængige af CO_2 - og O_2 -koncentrationen i analyseluften. Luftanalysatorerne har således samme analysesikkerhed over hele det anvendte måleområde.

Spredningen på O_2 -kontrolforsøgene er lidt større end på CO_2 -kontrolforsøgene. For at undersøge, om denne forskel var statistisk sikker, udførtes en dobbeltsidig F test på de procentiske afvigelser ved de kontrolforsøg, hvor der var analyseret for både O_2 og CO_2 . ($F = s^2O_2$ -analyserne/ s^2CO_2 -analyserne). For kammer A blev der regnet med de periodiske flowmeterfaktorer. Resultatet viste, at der ikke var signifikant forskel på O_2 - og CO_2 -analysernes sikkerhed ($F = 1,7$, $P \geq 0,05$).

Tabel 7. Relationen mellem de procentiske afvigelser målt ved kontrollforsøgene, angivet i tabel 6, og pct. CO₂ eller pct. O₂ i analyseluften.

Table 7. Relationship between the percentage deviation measured by the control investigations given in Table 6 and per cent CO₂ or per cent O₂ in the analyzed air

Antal forsøg med procentisk afvigelse mellem indgået og udgået luft										
	+3,6 og mindre	+3,5 +2,6	+2,5 +1,6	+1,5 +0,6	+0,5 0,5	0,6 1,5	1,6 2,5	2,6 3,5	3,6 og mere	I alt
Pct. CO₂ i analyseluften:										
0,40 eller mindre			1							1
0,41–0,50				1	1	1				3
0,51–0,60			1	1	4	3		1		11
0,61–0,70				4	2	3	1		1	11
0,71–0,80	1	1	3	5	7	1	3	1		22
0,81–0,90	1		1		3	2				7
0,91–1,00						1	3		1	5
1,01 eller mere				1		1			1	3
I alt	2	1	6	12	17	12	8	2	3	63
Pct. O₂ i analyseluften:										
19,70 eller mindre . .			2	3	4					9
19,71–19,80					1					1
19,81–19,90			1						1	2
19,91–20,00		1							1	2
20,01–20,10	1			1	1	1				4
20,11–20,20		1	2	1	1	2			3	10
20,21–20,30	3	2	2	3	2	1	1			14
20,31–20,40			2	4	1	1		2		10
20,41–20,50		2	1	1	1	2				7
20,51 eller mere		1	1	1	1	1				5
I alt	4	7	11	14	12	8	1	2	5	64

Slagteundersøgelserne

Efter balanceforsøgenes afslutning blev svinene slagtet, parteret, dissekeret, formålet og analyseret. Slagtningerne blev udført på forsøgslaboratoriet. Slagtning, partering og dissektion blev udført med assistance af uddannede slagtere. Der blev slagtet to grise hveranden dag over et tidsrum svarende til én forsøgsperiode (19 dage). Dette svarer til forsøgsplanen, idet der blev udført respirationsforsøg med to grise hveranden dag. Ved de tre sidste forsøg blev svinene slagtet i samme rækkefølge, som de sluttede balanceforsøgene. Ved de første forsøg skete enkelte afvigelser herfra, så slagtningen af de tungeste svin blev rykket 2 (3) dage frem, og slagtningen af de mindste svin udskudt et tilsvarende antal dage. Svinene blev ikke fodret på slagtedagen.

Slagtning og dissektion

Efter vejning blev grisene bedøvet med æter, lagt op på et bord og stukket. Blodet blev opsamlet kvantitativt og vejjet. Efter afblødning blev grisene skoldet i et trækår og skrabet. Børsterne blev opsamlet kvantitativt, dels ved hjælp af en kost, dels ved sining af skoldevandet.

Efter skrabningen blev grisene hængt op i bagbenene, skåret op og indvoldene opsamlet i en vejjet balje. Balje med indhold blev vejjet, hvorefter tunge, hjerte, lever uden galdeblære, lunger, nyrer og milt blev vejjet hver for sig. Mavesækken og tarmene blev hver for sig vejjet med indhold. Mavesækken blev derefter skåret op og rensset ved skylning i vand. Tarmenes længde blev målt, og derefter blev de rensset ved gennemskylning med vand. Efter rensningen blev tarmene lagt til afdrypning på et bord. Mavesæk, tyndtarm og tyktarm blev i rensset tilstand vejjet hver for sig. Alle vejjede dele blev sammen med resten af baljens indhold (krøs, strube, urinblære, galdeblære, m. m.) kvantitativt overført til en »dobbelte« plasticpose af kendt vægt. Plasticpose med indhold (indhold = indvolde) blev vejjet.

Slagtekroppen blev flækket på hver side af langryggen. Højre og venstre side blev hver for sig vejjet og parteret i følgende stykker: Fortå, bagtå, flomme, mørbrad, nakkekam, bov, kam, brystflæsk, lyskestykke, hoftestykke og skinke. De enkelte stykker inklusive hoved og langryg blev vejjet og ved dissektion adskilt i kød, spæk, svær og knogler. Efter dissektionen blev de enkelte dele fra hvert stykke vejjet. De store knogler blev flækket med en slagteøkse. Kød, spæk, svær og knogler fra hele grisen blev hver for sig samlet i plasticposer og vejjet. Dissektionerne var normalt afsluttet inden 3 timer efter stikningen. I gennemsnit af de 80 grise vejjede slagtekroppen (med hoved, langryg og tær) 68,2 kg. Svindet ved partering og dissektion udgjorde i gennemsnit 340 g eller 0,5 pct. Knogler, spæk og svær blev opbevaret i dybfryser, medens kød og indvolde blev opbevaret i kølerum, indtil formaling kunne finde sted. I reglen blev formalingen udført dagen efter slagtingen.

Alle vejninger på indtil 10 kg blev udført på en Mettler-skålvægt med aflæsningsintervaller på 1 g. Vejninger på over 10 kg blev foretaget på en Divus-vægt, der kan veje indtil 60 kg. Vægtskalaen er forsynet med 20 g's intervaller, men kan aflæses med 5 g's nøjagtighed. Vejetallene blev aflæst to gange og i reglen af to forskellige personer.

Formaling og prøveudtagning

Efter udtagning fra dybfryser og kølerum blev kød, spæk, svær, knogler og indvolde vejjet. De enkelte dele blev formalet 6–8 gange på en hakke-maskine (Model GH, Georg Hansen, København). Efter formaling af kød,

knogler og indvolde blev hakkemaskine med tilbehør vasket af med destileret vand, og vaskevandet blev overført til den formalede portion. Ved formaling af knogler blev hullepladerne rensed for knogledele ved hjælp af syle, inden de blev vasket af. Efter vejning blev den formalede portion inklusive vaskevand blandet i ca. 10 minutter med en røremaskine (Bjørn røremaskine, Wodschow & Co., København). Af den blandede portion blev der udtaget prøver til analyse. Vaskevandet blev ikke overført til den formalede portion efter formaling af spæk og svær, fordi fordampningstabet herved må anses for at være meget ringe. Desuden er det vanskeligt at rengøre hakkemaskinen for spæk og svær med små vandmængder uden anvendelse af rengøringsmidler. Efter lufttørring blev børsterne vejet. Børsterne fra det første forsøg blev formalet på en laboratoriekværn. Ved det første forsøg blev blodet tilsat heparin for at forhindre koagulering, og efter omhyggelig omrøring blev der udtaget prøver til analyse.

Analysemetodik og analysegrænser

Alle analyser på spæk blev udført på prøver udtaget fra røremaskinen. For de øvrige deles vedkommende blev prøverne fra røremaskinen analyseret for tørstof og kvælstof. 300–400 g af disse prøver blev frysetørret, og alle øvrige analyser er udført på frysetørret materiale. Analyserne på børsterne blev udført på lufttørrede og formalede prøver. For blodets vedkommende blev analyserne udført på frysetørrede prøver. For at opsuge vand blev der ved fedtanalysen på spæk anbragt vandfrit natriumsulfat i ekstraktionshætten. Kulstofanalyserne er udført som beskrevet af *Neergaard et al.* (1969). De øvrige analyser er udført som beskrevet af *Weidner & Jakobsen* (1962) samt *Madsen et al.* (1965). Der blev udført dobbeltbestemmelser ved alle analyser, bortset fra kvælstof, hvor der blev foretaget tre bestemmelser. Når afvigelserne på de udførte analyser har været inden for

Tabel 8. Analysegrænser.

Table 8. Limits for deviation between duplicate or triplicate analyses

Analyseart	Antal analyser	Analyseemne	Størst tilladte forskel
Kvælstof	3	alle	2,0 pct.
Tørstof, aske, fedt	2	alle	1,5 »
Kulstof	2	kød, indvolde, blod	1,0 »
Kulstof	2	spæk, svær, børster	3,0 »
Kulstof	2	knogler	5,0 »
kcal	2	kød, indvolde, spæk, blod, børster	1,0 »
kcal	2	svær	1,5 »
kcal	2	knogler	2,0 »

de i tabel 8 anførte analysegrænser, er der regnet med gennemsnittet af de to eller tre bestemmelser.

Har forskellene været større end tilladt, er der udført flere analyser. Blod og børster blev kun analyseret i forsøg 1. Ved de efterfølgende forsøg er der for blod og børster regnet med den gennemsnitlige sammensætning fra forsøg 1.

Korrektion af slagterresultaterne for indholdet ved 20 kg levendevægt

Forinden de mængder kcal, kulstof og kvælstof, der er fundet ved analyse af de slagtede grise, sammenlignes med de aflejrede mængder bestemt ved balanceforsøgene, må der foretages en korrektion for grisenes indhold ved forsøgenes begyndelse. Forsøgsperioderne er påbegyndt ved ca. 20 kg levendevægt. Ved beregning af de aflejrede mængder ud fra balanceforsøgene, blev der derfor regnet med det foder, grisene havde fortæret fra 20 kg og indtil slagting ved 90 kg levendevægt. I de mængder kcal, kulstof og kvælstof, der er fundet ved analyse af de slagtede svin, må der således foretages et fradrag for indholdet ved 20 kg levendevægt, forinden der sammenlignes med de tilsvarende resultater fra balanceforsøgene.

Disse fradrag er beregnet ud fra slagteundersøgelser, udført af *Nørtoft Thomsen* (1969) omkring 1950. Se også *Winther & Nørtoft Thomsen* (1954). *Nørtoft Thomsen* slagtede grisene ved forskellige levendevægte fra ca. 20 kg op til ca. 150 kg. Ved 20 kg indeholdt grisene 2068 kcal, 144 g fedt og 148 g protein og ved 90 kg 3461 kcal, 291 g fedt og 135 g protein pr. kg levendevægt. Siden er grisenes fedningsgrad i henhold til *Clausen et al.* (1968) faldet betydeligt. De vil derfor indeholde mindre fedt og mere protein end tidligere. Grisene fra den foreliggende undersøgelse indeholdt ved 90 kg 2644 kcal, 191 g fedt og 153 g protein pr. kg levendevægt. Da grisene ikke var fodret på slagtedagen, blev levendevægten korrigeret til 25 pct. slagtesvind (slagtesvind = levendevægt minus slagtekroppens vægt inklusive hoved, flomme, tær og langryg) beregnet på den varme slagtevægt. Dette svarer til ca. 27 pct. slagtesvind beregnet på kold slagtevægt, hvilket i henhold til *Clausen et al.* (1968) må betragtes som et nogenlunde normalt slagtesvind.

I forhold til resultaterne af *Nørtoft Thomsens* undersøgelser er svinenes kalorieindhold ved 90 kg faldet med ca. 24 pct., og fedtindholdet er faldet med ca. 34 pct., medens proteinindholdet er steget med ca. 13 pct. Det må antages, at forskellen mellem *Nørtoft Thomsens* resultater og de her fundne er faldende med vægten fra 90 kg indtil fødsel eller conception, hvor der sikkert ikke vil være målelige forskelle. De procentiske ændringer, der i henhold til forannævnte antagelse må være sket i grisenes indhold ved 20 kg

levendevægt siden Nørtoft Thomsens undersøgelser, blev derfor beregnet ved at multiplicere de fundne procentiske forskelle ved 90 kg levendevægt med 20/90. Således beregnet skulle energiindholdet ved 20 kg levendevægt være formindsket med 5 pct. ($\frac{(3461 \div 2644)}{3461} \times 100 \times \frac{20}{90}$), og fedtindholdet formindsket med 8 pct., medens proteinindholdet skulle være steget med 3 pct. En kontrolberegning på grundlag af grisenes tomme vægt (levendevægt minus indhold i mavetarmkanal) viste ligeledes, at energiindholdet ved 20 kg skulle formindskes med ca. 5 pct. Det beregnede indhold af kcal, kulstof og kvælstof i 20 kg's grise er angivet i tabel 9.

Tabel 9. Beregnet indhold af kcal, kulstof og kvælstof i 20 kg's grise.
Table 9. Estimated content of kcal, carbon and nitrogen in pigs at 20 kg liveweight

	kcal	Kulstof, g	Kvælstof, g
Sogrise	38840	3565	493
Galtgrise	39740	3686	485

Som eksempel på beregning af de angivne mængder kan anføres, at Nørtoft Thomsen fandt 2044 kcal pr. kg levendevægt i 20 kg's sogrise. I henhold til forannævnte beregninger er kalorieindholdet i 20 kg's grise siden blevet formindsket med 5 pct. Indholdet pr. kg levendevægt ved 20 kg bliver derfor $2044 \times 0,95 = 1942$ kcal, og det beregnede indhold i 20 kg's sogrise bliver $1942 \times 20 = 38840$ kcal, som anført i tabel 9. Kulstofindholdet blev beregnet ud fra protein- og fedtindholdet ved multiplikation med henholdsvis 0,52 og 0,767.

Anvendelse af de i tabel 9 anførte mængder til korrektion kan medføre mindre fejl, fordi grisenes anatomiske og kemiske sammensætning ved 20 kg i henhold til Nielsen (1963), Nielsen & Terkelsen (1967) og Whitelaw *et al.* (1966) kan være påvirket af arv, alder og fodring. Kotarbinska & Kielanowski (1969) fandt, at spredningen i kalorie- og kvælstofindhold ved 30 kg levendevægt udgjorde mindre end 2 pct. af indholdet ved 90 kg. Schieman *et al.* (1962) fandt, at spredningen ved 35 kg levendevægt var ca. 30 g kvælstof, 200 g kulstof og 2000 kcal.

I henhold til dette kan forskelle i den kemiske sammensætning ved 20 kg ikke tillægges nogen større betydning som fejlkilde. Fejl ved korrektionernes størrelse vil heller ikke øve indflydelse på den relative vurdering af de forskellige fodersammensætninger.

Ifølge tabel 9 er kvælstofindholdet ved 20 kg beregnet til 2,45 pct. Dette er i overensstemmelse med Madsen *et al.* (1965), der fandt 2,45 pct. kvæ-

stof ved analyse af sogrise i vægtområdet 16–17 kg. *Kotarbinska* (1968) angiver, at 20 kg's grise indeholder 2,40 pct. kvælstof. Begge undersøgelser tyder på, at det beregnede indhold ved 20 kg er meget nær rigtigt.

KAPITEL 3

Forsøgenes udførelse og forløb

Fremstilling og sammensætning af foder

Foderet blev tilstræbt sammensat således, at det skulle dække grisenes behov for essentielle næringsstoffer. Af hensyn til de efterfølgende multiple regressionsanalyser blev der tillige tilstræbt en stor variation i foderets kemiske sammensætning. For proteinets vedkommende blev variationerne begrænsede, fordi det må være rigtigst at måle næringsstoffernes værdi til vækst i det mest betydningsfulde område. Det vil for proteinet være det teoretisk optimale eller mest økonomiske område. Hertil kommer, som allerede nævnt af *Møllgaard* (1923a, b), at større afvigelser fra et optimalt proteinindhold kan påvirke energiflejringen. Bortset fra forsøg 1 blev det tilstræbt, at alle grise fik tilført nogenlunde lige meget fordøjeligt protein (aminosyrer) pr. dag. Det blev opnået ved at variere proteintilskuddet til de forskellige kornarter, idet der tillige blev taget hensyn til, at de daglige fodermængder varierede ca. 25 pct. For at opnå et skøn over proteinbehovets størrelse, navnlig i begyndelsen af vækstperioden, og en bekræftelse på rigtigheden af at tage hensyn til kornets proteinindhold ved sammensætning af foderet, blev der i forsøg 1 anvendt forskellige mængder proteintilskudsfoder både i blandingerne med dansk byg og i blandingerne med amerikansk byg. Som proteintilskudsfoder blev anvendt en blanding bestående af 85 pct. sojaskrå og 15 pct. kødbenmel. Det formalede korn, proteintilskudsfoder, mineraler og vitaminer blev blandet og pelleteret hos *Fyens Andels-Foderstofforretning*. Foderet til grisene i forsøg 1 bestod kun af foderblanding. Kvælstofbalancerne fra dette forsøg tydede som nævnt af *Just Nielsen* (1967c) på, at en foderblanding bestående af dansk byg og 18 pct. proteintilskudsfoder ikke dækkede grisenes proteinbehov i første del af vækstperioden. Ved de efterfølgende forsøg blev der derfor givet tilskud af spray skummetmælkspulver i første del af vækstperioden. Tilskuddet udgjorde henholdsvis 100 g, 75 g, 50 g og 25 g pr. gris daglig i perioderne 1, 2, 3 og 4. Foderblandingerne procentiske indhold af de forskellige kornarter og kornkvaliteter samt proteintilskudsfoder og mineralstoffer er angivet i tabel 10. Betydningen af tallene ved det amerikanske korn er angivet af *U.S. Department of Agriculture* (1964).

Tabel 10. Kornart og oprindelse samt de procentiske mængder af korn, proteinblanding, kridt og dicalciumfosfat i foderblandingerne.

Table 10. Species and origin of grain and the percentages of grain, protein mixture, chalk and dicalcium phosphate in the feed mixtures

Forsøg 1				
Kornart og oprindelse	Dansk byg	Dansk byg	U.S.5 byg	U.S.5 byg
Pct. korn	80,4	76,6	80,4	84,2
» proteinblanding	18,0	22,0	18,0	14,0
» kridt	0,60	0,55	0,60	0,65
» dicalciumfosfat	0,40	0,25	0,40	0,55
Forsøg 2				
Kornart og oprindelse	Dansk byg	Dansk byg	Renset U.S.5 byg	Renset U.S.5 byg
Pct. frarensning fra U.S.5 byg iblandet kornet .	0	6,0	0	6,0
Pct. korn	79,5	79,5	82,4	82,4
» proteinblanding	19,0	19,0	16,0	16,0
» kridt	0,55	0,55	0,60	0,60
» dicalciumfosfat	0,35	0,35	0,40	0,40
Forsøg 3				
Kornart og oprindelse	Dansk byg	Renset U.S.5 byg	Renset U.S.5 byg	Renset U.S.5 byg
Pct. frarensning fra U.S.5 byg iblandet kornet .	0	0	6,0	12,0
Pct. korn	80,5	83,4	83,4	83,4
» proteinblanding	18,0	15,0	15,0	15,0
» kridt	0,55	0,60	0,60	0,60
» dicalciumfosfat	0,35	0,40	0,40	0,40
Forsøg 4				
Kornart og oprindelse	Renset U.S.5 byg	Dansk byg	U.S.2 majs	U.S.2 majs
Pct. frarensning fra U.S.5 byg iblandet kornet .	6,0	0	12,0	0
Pct. korn	83,4	79,5	74,5	74,5
» proteinblanding	15,0	19,0	24,0	24,0
» kridt	0,60	0,55	0,45	0,45
» dicalciumfosfat	0,40	0,35	0,45	0,45
Forsøg 5				
Kornart og oprindelse	Dansk havre	Dansk byg	U.S.3 majs	U.S.3 milokorn
Pct. korn	80,5	80,5	74,5	74,6
» proteinblanding	18,0	18,0	24,0	24,0
» kridt	0,45	0,55	0,45	0,45
» dicalciumfosfat	0,45	0,35	0,45	0,35

Proteinblanding: 85 pct. sojaskrå og 15 pct. kødbenmel.

Alle blandinger er tilsat 0,5 pct. natriumklorid og 0,1 pct. mikromineral- og vitaminblanding.

Mikromineral- og vitaminblanding pr. g:

100 mg zinkoxid	1 » kaliumjodid
20 » alfa-tokoferolacetat	5 » riboflavin
125 » kobbersulfat	15 » d-pantotensyre
125 » jernsulfat	0,02 » B ₁₂ -vitamin
125 » mangansulfat	3000 i.e. A-vitamin
5 » koboltsulfat	600 » D ₃ -vitamin

Byggen til det første forsøg blev ikke rensset, men sækket op og vejat. Til de efterfølgende forsøg blev den amerikanske byg rensset. Rensningen bestod hovedsagelig af en kraftig blæsning benævnt stiglufrensning. Indholdet af frarensning varierer fra parti til parti, men er i reglen af en størrelsesorden på 4–7 pct. (*Just Nielsen*, 1965). Den danske byg, majs, milokornet og havren blev også kørt over renseriet. Formålet hermed var ikke at rense kornet, men at blande det pågældende kornparti, så sammensætningen blev så ensartet som muligt. Derefter blev kornet fyldt i sække og vejat. I forsøgene 2, 3 og 4 blev frarensningen fra den amerikanske byg ved nogle af blandingerne iblandet kornet. Formålet hermed var navnlig at undersøge, om frarensningen havde specifik indflydelse på protein- og energiflejningen, eller om effekten svarede til dens kemiske sammensætning og fordøjelighed.

Forinden foderblandingerne sammensætning blev beregnet, var der udført kemiske analyser på prøver af de pågældende kornpartier. Ved foderfremstillingen blev der udtaget repræsentative prøver af alle fodermidler og det færdige foder. For amerikansk byg og frarensning gav de to sæt prøver ikke altid helt overensstemmende analyseresultater. Årsagen hertil er mest sandsynligt, at det er vanskeligt at udtage repræsentative prøver af så uensartede varer.

Korn og sojaskrå blev formalet på slaglemølle. Pelleeringen foregik under tilledning af damp. Efter afkøling blev foderblandingerne fyldt i papirsække. Foderet blev opbevaret i papirsække under forsøgenes forløb. Resultaterne af de kemiske analyser udført på de prøver af de enkelte fodermidler, der blev udtaget ved foderfremstillingen, er anført i tabel 11. Statsfrøkontrollen har udført botaniske analyser på alle kornprøver og bestemt hollandsk vægt samt 1000 korns vægt. Resultaterne er angivet i tabel 12.

Hollandsk vægt defineres af *Pedersen* (1948) som vægten af en amsterdammerzak (83,44 l) i hollandske pund (0,492 kg) og 1000 korns vægt som vægten af 1000 kærner i g. De botaniske analyser viste, at der forekom enkelte giftige frø af rajrgræs i frarensningen fra den amerikanske byg til forsøg 2.

Ved udvejning af foder til fjerde forsøgsperiode blev der udtaget prøver til E-vitaminbestemmelse. Analyserne blev udført af Statens Vitaminlaboratorium. Resultaterne er angivet i tabel 13.

Tabel 11. Kemisk sammensætning af fodermidler anvendt i foderblandingerne.*Table 11. Chemical composition of the feedstuffs used in feed mixtures*

	Procent					
	Protein	Fedt	NFE	Træstof	Aske	Vand
Forsøg 1						
Sojaskrå	45,81	0,41	28,07	5,86	6,14	13,71
Kødbenmel	55,25	5,48	2,04	—	26,47	10,76
Dansk byg	9,56	1,81	65,93	4,52	2,95	15,23
U.S. 5 byg	12,00	2,17	62,22	8,13	3,35	12,13
Forsøg 2						
Sojaskrå	44,19	0,51	29,70	5,53	5,72	14,35
Kødbenmel	50,63	5,51	1,60	—	33,79	8,47
Dansk byg	9,72	1,76	69,04	4,00	2,03	13,45
Renset U.S. 5 byg	12,71	2,26	63,40	7,47	2,91	11,25
Frarensning fra U.S. 5 byg .	12,25	5,13	49,12	15,77	8,06	9,67
Forsøg 3						
Sojaskrå	43,56	0,35	30,34	5,52	5,76	14,47
Kødbenmel	47,00	6,24	1,64	—	36,75	8,37
Dansk byg	9,94	1,75	68,58	4,33	2,11	13,29
Renset U.S. 5 byg	12,06	2,35	63,42	7,26	2,84	12,07
Frarensning fra U.S. 5 byg .	7,53	2,08	49,24	21,65	7,90	11,60
Forsøg 4						
Sojaskrå	43,81	0,36	29,74	5,63	5,93	14,53
Kødbenmel	54,25	5,40	5,75	—	23,31	11,29
Dansk byg	9,38	1,57	68,01	4,37	2,02	14,65
Renset U.S. 5 byg	11,88	2,29	63,59	5,35	2,47	14,42
Frarensning fra U.S. 5 byg .	5,91	1,03	45,96	24,11	9,77	13,22
U.S. 2 majs	8,72	3,88	70,64	1,95	1,19	13,62
Forsøg 5						
Sojaskrå	41,69	0,91	32,42	6,70	5,96	12,32
Kødbenmel	52,81	3,25	5,07	—	27,12	11,75
Dansk byg	9,06	1,73	69,25	3,94	2,00	14,02
Dansk havre	9,44	4,72	58,99	9,80	2,33	14,72
U.S. 3 majs	8,69	3,94	71,01	1,94	1,18	13,24
U.S. 3 milokorn	9,38	2,91	71,33	1,89	1,35	13,14

E-vitaminindholdet har været tilfredsstillende i foderblandingerne med byg, hvorimod havre-, milo- og de to af majsblandingerne ligger noget lavt. Alle blandinger har et lavere E-vitaminindhold end forventet efter de forskellige fodermidlers indhold, angivet af *Hjarde et al.* (1961), samt efter den mængde alfa-tokoferolacetat (20 mg pr. kg), der er tilsat med mikro-mineral- og vitaminblandingen. I forsøgene 1 og 2 blev der udført amino-

Tabel 12. Kornets botaniske sammensætning, hollandsk vægt og 1000 korns vægt.*Table 12. Botanical composition of the grain, Dutch weight and weight of 1000 grain*

	Pct. rent frø	Pct. fremmed kulturfrø	Pct. ukrudt	Pct. affald	Hollandsk vægt	1000 korns vægt, g
Forsøg 1						
Dansk byg	93,8	2,8	0,9	2,5	114	31
U.S. 5 byg	77,2	7,2	12,1	3,5	88	18
Forsøg 2						
Dansk byg	99,6	0,2	—	0,2	120	39
Renset U.S. 5 byg	76,7	11,8	10,2	1,3	99	19
Frarensning fra U.S. 5 byg .	21,2	7,5	19,2	52,1	—	—
Forsøg 3						
Dansk byg	99,0	—	—	1,0	116	42
Renset U.S. 5 byg	77,9	2,9	15,7	3,5	100	19
Frarensning fra U.S. 5 byg .	14,3	1,5	9,2	75,0	38	—
Forsøg 4						
Dansk byg	100,0	—	—	—	120	43
Renset U.S. 5 byg	81,5	3,6	10,7	4,2	106	21
Frarensning fra U.S. 5 byg .	3,8	0,3	0,7	95,2	30	7
U.S. 2 majs	94,1	0,2	—	5,7	124	28
Forsøg 5						
Dansk byg	99,9	—	—	0,1	121	42
Dansk havre	99,5	0,4	—	0,1	94	35
U.S. 3 majs	95,8	0,2	—	4,0	121	27
U.S. 3 milokorn	94,0	1,6	—	4,4	132	24

Tabel 13. Foderblandingerne indhold af alfa- og zeta-tokoferoler. Beregnet som mg alfa-tokoferolacetat pr. kg.*Table 13. The content of alpha- and zeta-tocopherols in the feed mixtures, expressed as mg alpha-tocopherolacetate per kg*

Foderblanding	1	2	3	4
Forsøg 1	34	30	36	38
» 2	32	31	36	37
» 3	34	38	39	38
» 4	25	24	16	17
» 5	19	31	27	18

syreanalyser på foderblanding og skummetmælkspulver fra alle perioder. I de efterfølgende forsøg blev der kun foretaget aminosyrebestemmelser på foderet fra perioderne 2, 4 og 6. Aminosyreanalyserne er udført ad modum Moore et al. (1958), som beskrevet af Weidner & Eggum (1966). Gennemsnitsresultaterne for aminosyrerne lysin og metionin er angivet i tabel 14.

Tabel 14. Foderblandingerne og skummetmælkspulverets gennemsnitlige indhold af lysin og metionin.

Table 14. Average content of lysine and methionine in feed mixtures and skim-milk powder

Foderblanding	1	2	3	4	Skummetmælks- pulver
g lysin pr. 16 g N					
Forsøg 1	5,34	5,49	5,36	5,15	—
» 2	4,85	4,95	4,56	4,42	7,83
» 3	5,06	4,57	4,82	4,73	8,38
» 4	4,65	5,30	5,21	5,23	8,39
» 5	4,81	4,67	4,71	4,50	7,83
g metionin pr. 16 g N					
Forsøg 1	1,61	1,63	1,66	1,60	—
» 2	1,80	1,60	1,65	1,69	2,44
» 3	1,53	1,53	1,66	1,50	2,10
» 4	1,65	1,65	1,94	1,83	2,37
» 5	1,51	1,59	1,70	1,57	2,18

Lysinindholdet har varieret fra 4,42 for foderblanding 4 i forsøg 2 (amerikansk byg + 15 pct. proteintilskudsfoder) til 5,49 g for foderblanding 2 i forsøg 1 (dansk byg + 22 pct. proteintilskudsfoder). Foderblandingerne med majs og milokorn har et relativt højt lysinindhold, hvilket skyldes, at der i disse indgår 24 pct. proteintilskudsfoder. Som helhed er lysinindholdet i blandingerne til forsøg 1 højere end i blandingerne til de efterfølgende forsøg. I det samlede foder bliver forskellen i lysinindholdet mellem forsøg 1 og de øvrige forsøg dog noget formindsket, fordi der til foderblandingerne i forsøgene 2, 3, 4 og 5 blev givet tilskud af skummetmælkspulver i perioderne 1, 2, 3 og 4. Variationerne i foderblandingerne metioninindhold er langt mindre end for lysinet.

Grisene har stort set fået tilført de daglige mængder af lysin og metionin, der i henhold til undersøgelser af Clausen (1963, 1965) gav den bedste kødfylde. Poppe & Wiesemüller (1968) og Wiesemüller & Poppe (1968) har ved hjælp af kvælstofbalanceforsøg undersøgt svinenes behov for lysin samt metionin + cystin og opnået resultater, der som omtalt af Eggum (1968), er i smuk overensstemmelse med Clausens (1963, 1965) resultater.

De daglige mængder af lysin i foderet i de enkelte perioder er angivet i tabel 15. Alle mængdeangivelser vedrørende foder pr. dag i de enkelte perioder er de mængder, der har været i det foder, der er regnet med ved beregning af fordøjelighed og balancer. Balancerne er beregnet pr. døgn (24 timer) ud fra det foder, grisene har fortæret i 3. opsamlingsdøgn eller 10. døgn i de enkelte perioder, jævnfør forsøgsplanen anført i tabel 17.

Tabel 15. g lysin i foder pr. dag.

Table 15. g lysine in feed per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Levendevægt, kg	24	32	43	55	68	82
Norm, g lysin	9,3	11,9	13,7	15,5	17,3	19,0
Forsøg 1						
Hold 1	7,3	9,7	13,0	16,1	19,0	22,2
» 2	8,2	11,0	14,8	18,4	21,3	25,4
» 3	7,9	11,0	15,0	18,7	22,4	26,1
» 4	6,7	9,4	13,0	15,9	19,3	22,7
Forsøg 2						
Hold 1	8,7	10,1	12,3	14,0	17,6	20,7
» 2	9,1	10,5	12,7	14,9	18,9	21,6
» 3	9,0	10,4	12,6	14,6	18,6	22,2
» 4	8,9	10,0	12,6	14,5	18,4	22,1
Forsøg 3						
Hold 1	8,9	10,4	12,6	14,5	18,3	21,5
» 2	8,7	10,1	12,3	14,3	18,1	21,4
» 3	9,1	10,3	13,0	15,1	19,6	22,9
» 4	9,1	10,3	12,8	15,0	19,3	23,0
Forsøg 4						
Hold 1	9,6	11,6	13,3	15,9	19,2	22,3
» 2	9,6	11,6	13,9	16,2	19,9	23,4
» 3	9,5	11,2	13,4	15,8	19,7	24,2
» 4	9,2	10,8	12,8	15,0	18,6	23,1
Forsøg 5						
Hold 1	9,0	11,3	13,7	16,1	19,9	23,1
» 2	7,6	8,9	10,9	12,6	16,5	19,2
» 3	7,6	9,2	11,3	13,2	17,1	19,3
» 4	7,5	9,0	10,8	12,7	16,1	18,8

Tabel 16. Tørstoffets gennemsnitlige kemiske sammensætning i foderblandinger og skummetmælkspulver.

Table 16. Average chemical composition of dry matter in feed mixtures and skim-milk powder

Foderblanding	1	2	3	4	Skummetmælks- pulver
Forsøg 1					
Pct. protein	18,45	20,82	20,50	18,37	
» fedt	2,31	1,91	2,64	2,28	
» NFE	68,34	66,46	62,83	67,58	
» træstof	5,23	5,14	7,77	6,13	
» aske	5,67	5,67	6,26	5,64	
» calcium	0,84	0,75	0,75	0,74	
» fosfor	0,71	0,68	0,67	0,63	
» kulstof	44,75	45,06	45,14	45,09	
kcal pr. kg	4388	4412	4440	4396	

Tabel 16 fortsat.

Foderblanding	1	2	3	4	Skummetmælks- pulver
Forsøg 2					
Pct. protein	18,84	18,97	20,19	20,04	39,62
» fedt	1,70	1,87	2,18	2,37	0,09
» NFE	69,36	68,50	64,17	63,83	52,09
» træstof	4,69	5,17	7,52	7,70	
» aske	5,41	5,49	5,94	6,06	8,20
» calcium	0,77	0,72	0,72	0,71	1,33
» fosfor	0,71	0,69	0,69	0,69	1,17
» kulstof	45,42	45,43	45,75	45,86	44,09
kcal pr. kg	4406	4415	4464	4464	4424
Forsøg 3					
Pct. protein	18,58	19,39	18,98	18,70	37,67
» fedt	2,33	2,93	2,82	2,78	0,13
» NFE	68,84	64,46	64,24	63,05	53,90
» træstof	4,82	7,32	7,73	8,86	
» aske	5,43	5,90	6,23	6,61	8,30
» calcium	0,79	0,77	0,79	0,82	1,35
» fosfor	0,69	0,67	0,67	0,66	1,10
» kulstof	45,18	45,73	45,35	45,38	43,76
kcal pr. kg	4411	4479	4462	4452	4378
Forsøg 4					
Pct. protein	19,18	19,36	20,04	20,42	40,63
» fedt	2,50	1,93	3,50	3,74	0,23
» NFE	65,24	68,47	65,76	67,95	50,70
» træstof	7,31	5,14	5,10	3,18	
» aske	5,77	5,10	5,60	4,71	8,44
» calcium	0,62	0,66	0,69	0,66	1,45
» fosfor	0,59	0,61	0,60	0,60	1,13
» kulstof	45,77	45,71	46,04	46,29	44,43
kcal pr. kg	4444	4414	4477	4517	4453
Forsøg 5					
Pct. protein	18,50	17,34	19,74	20,10	32,80
» fedt	4,82	2,14	3,59	2,83	0,06
» NFE	61,40	70,64	68,41	68,92	58,59
» træstof	9,98	4,75	3,36	3,26	
» aske	5,30	5,13	4,90	4,89	8,55
» calcium	0,71	0,70	0,73	0,72	1,28
» fosfor	0,62	0,61	0,60	0,60	1,00
» kulstof	46,16	44,80	45,67	45,47	42,84
kcal pr. kg	4593	4388	4494	4456	4278

Fordøjeligheden af de enkelte aminosyrer i relation til kvælstoffets fordøjelighed er diskuteret af *Just Nielsen* (1968a). Den gennemsnitlige kemiske sammensætning af tørstoffet i foderblandinger og skummetmælkspulver er angivet i tabel 16.

Tabel 17. Forsøgsplan for
Table 17. Experimental plan for

Døgn nr.	Vand 1	Hold 1						Hold 2					
		Foder- bl., g	Datoer for gris nr.					Foder- bl., g	Datoer for gris nr.				
			1	2	3	4			1	2	3	4	
													For-
1	5,2	2350	8/11	1/11	25/10	27/10		2100	29/10	25/10	1/11	5/11	
2	5,2	2370	9	2	26	28		2120	30	26	2	6	
3	5,2	2390	10	3	27	29		2140	31	27	3	7	
4	5,2	2410	11	4	28	30		2160	1/11	28	4	8	
5	5,2	2430	12	5	29	31		2180	2	29	5	9	
6	5,2	2450	13	6	30	1/11		2200	3	30	6	10	
7	5,2	2470	14	7	31	2		2220	4	31	7	11	
													Opsamlings-
8	5,6	2490	15	8	1/11	3		2240	5	1/11	8	12	
9	5,6	2510	16	9	2	4		2260	6	2	9	13	
10	5,6	2530	17	10	3	5		2280	7	3	10	14	
11	5,6	2550	18	11	4	6		2300	8	4	11	15	
12	5,6	2570	19	12	5	7		2320	9	5	12	16	
13	5,6	2590	20	13	6	8		2340	10	6	13	17	
14	5,6	2610	21	14	7	9		2360	11	7	14	18	
													Efter-
15	5,9	2630	22	15	8	10		2380	12	8	15	19	
16	5,9	2650	23	16	9	11		2400	13	9	16	20	
17	5,9	2670	24	17	10	12		2420	14	10	17	21	
18	5,9	2690	25	18	11	13		2440	15	11	18	22	
19	5,9	2710	—	—	—	14		2460	16	—	—	23	

Forsøgsperioder

Gris nr.	Forperioder	Opsamlingsperioder	Vejedatoer
11-14	22/10-29/10	29/10- 5/11	28/10- 5/11
6- 3	25/10- 1/11	1/11- 8/11	31/10- 8/11
4- 9	27/10- 3/11	3/11-10/11	2/11-10/11
16- 5	29/10- 5/11	5/11-12/11	4/11-12/11
7- 2	1/11- 8/11	8/11-15/11	7/11-15/11
13-12	3/11-10/11	10/11-17/11	9/11-17/11
10- 8	5/11-12/11	12/11-19/11	11/11-19/11
1-15	8/11-15/11	15/11-22/11	14/11-22/11

periode 5 i forsøg 5, 1968.

period 5 in experiment 5, 1968

Hold 3					Hold 4				
Foder- bl., g	Datoer for gris nr.				Foder- bl., g	Datoer for gris nr.			
	1	2	3	4		1	2	3	4
perioder									
1860	27/10	5/11	22/10	3/11	1830	3/11	22/10	8/11	29/10
1880	28	6	23	4	1850	4	23	9	30
1900	29	7	24	5	1870	5	24	10	31
1920	30	8	25	6	1890	6	25	11	1/11
1940	31	9	26	7	1910	7	26	12	2
1960	1/11	10	27	8	1930	8	27	13	3
1980	2	11	28	9	1950	9	28	14	4
perioder									
2000	3	12	29	10	1970	10	29	15	5
2020	4	13	30	11	1990	11	30	16	6
2040	5	14	31	12	2010	12	31	17	7
2060	6	15	1/11	13	2030	13	1/11	18	8
2080	7	16	2	14	2050	14	2	19	9
2100	8	17	3	15	2070	15	3	20	10
2120	9	18	4	16	2090	16	4	21	11
perioder									
2140	10	19	5	17	2110	17	5	22	12
2160	11	20	6	18	2130	18	6	23	13
2180	12	21	7	19	2150	19	7	24	14
2200	13	22	8	20	2170	20	8	25	15
2220	14	23	9	21	2190	21	9	-	16

Respirationsforsøg		Gris nr. i kammer	
Dato	Nr.	A	B
1/11- 2/11	225	11	14
4/11- 5/11	226	6	3
6/11- 7/11	227	4	9
8/11- 9/11	228	16	5
11/11-12/11	229	7	2
13/11-14/11	230	13	12
15/11-16/11	231	10	8
18/11-19/11	232	1	15

Variationsområdet for tørstoffets kemiske sammensætning i foderblandingerne fremgår af efterfølgende opstilling.

	Mindst	Størst	Størst/mindst
Pct. protein	17,34	20,82	1,20
» fedt	1,70	4,82	2,84
» NFE	61,40	70,64	1,15
» træstof	3,18	9,98	3,14
» kulstof	44,75	46,29	1,03
kcal pr. kg	4388	4593	1,05

Foderblandingerne kemiske sammensætning dækker således det variationsområde, der har størst betydning ved svinenes fodring. Foderets calcium- og fosforindhold blev reguleret i henhold til den norm, der anvendes ved afdelingen for forsøg med svin. Der har været ca. 6–7 g calcium og ca. 5–6 g fosfor pr. kg foder, hvilket som omtalt af *Just Nielsen* (1967d) fuldt ud dækker grisenes behov.

Foderudvejning og fodring

Respirationsforsøgene blev udført i kontinuerlig rækkefølge fra forsøgets begyndelse til dets slutning. Med to respirationskamre kan der udføres seks forsøg pr. uge. Hver gris fik det respiratoriske stofskifte målt på seks forskellige stadier i løbet af vækstperioden fra ca. 20 til ca. 90 kg levendevægt. Hver af de fem forsøg har derfor strakt sig over 16 uger. Forsøgstiden blev inddelt i seks perioder, hver af 19 eller i nogle tilfælde 18 dages varighed som vist i tabel 17.

Foderet blev udvejet til én periode på én gang. Ved foderudvejningen blev der i alle tilfælde udtaget prøver til kemiske analyser. Der blev anvendt glidende fodring, som beskrevet af *Thorbek* (1965) og vist i tabel 17. I periode 1 blev fodermængden sat op med 15 g pr. dag og i de efterfølgende perioder med 20 g pr. dag. Alle grise fik tildelt samme daglige vandmængde i hver af de enkelte forsøgsperioders tre underperioder (forperiode, opsamlingsperiode og efterperiode). Der blev regnet med 2,5 l vand pr. kg foder i gennemsnit for de fire fodermængder. I forsøg 1 blev der startet med 2,8 l vand pr. kg foder, men det viste sig at være for meget til nogle af grisene. Der blev fodret to gange daglig, og ved fodringen blev foder og vand givet hver for sig.

De daglige mængder (tredie opsamlingsdøgn) af henholdsvis protein, fedt, NFE, træstof, kulstof og kcal i foderet i de enkelte perioder er anført i tabellerne 18, 19, 20, 21, 22 og 23. I gennemsnit af de seks perioder har den daglige mængde tørstof i foderet udgjort henholdsvis 1504, 1527, 1562, 1492 og 1484 g for forsøgene 1, 2, 3, 4 og 5.

Tabel 18. g protein i foder pr. dag.
Table 18. g protein in feed per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	137	182	244	301	355	416
» 2	150	200	269	334	388	464
» 3	148	205	279	349	418	488
» 4	131	183	253	310	376	440
Forsøg 2						
Hold 1	157	201	259	311	362	427
» 2	163	205	264	324	382	437
» 3	171	219	280	343	408	488
» 4	174	214	289	350	417	500
Forsøg 3						
Hold 1	154	198	255	307	362	426
» 2	162	208	271	333	395	469
» 3	163	204	274	334	406	476
» 4	166	208	276	336	407	487
Forsøg 4						
Hold 1	176	236	292	362	412	479
» 2	158	211	271	329	375	442
» 3	159	207	266	325	377	464
» 4	152	199	253	310	355	441
Forsøg 5						
Hold 1	169	230	291	354	414	480
» 2	144	183	239	289	353	411
» 3	141	188	245	300	362	411
» 4	145	191	245	300	358	418

Tabel 19. g fedt i foder pr. dag.
Table 19. g fat in feed per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	17	25	30	37	44	51
» 2	14	20	24	29	36	43
» 3	21	26	38	43	51	60
» 4	17	22	32	40	44	52
Forsøg 2						
Hold 1	11	15	23	27	32	38
» 2	13	17	25	29	38	44
» 3	14	20	29	37	45	54
» 4	16	22	32	40	48	59
Forsøg 3						
Hold 1	15	22	29	40	44	53
» 2	20	28	38	47	60	73
» 3	19	27	37	46	60	75
» 4	19	27	37	51	62	74
Forsøg 4						
Hold 1	18	27	36	49	53	62
» 2	11	18	24	32	37	51
» 3	21	30	43	54	64	84
» 4	20	31	43	55	68	81
Forsøg 5						
Hold 1	38	54	72	88	107	125
» 2	14	21	29	35	43	48
» 3	22	32	41	52	63	70
» 4	17	25	32	41	50	56

Tabel 20. g NFE i foder pr. dag.
Table 20. g NFE in feed per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	469	674	920	1131	1349	1577
» 2	451	650	871	1073	1274	1477
» 3	439	634	856	1072	1284	1522
» 4	469	683	925	1156	1377	1628
Forsøg 2						
Hold 1	491	657	907	1123	1347	1603
» 2	496	664	926	1139	1369	1610
» 3	473	626	881	1088	1289	1533
» 4	481	642	886	1119	1312	1559
Forsøg 3						
Hold 1	496	670	912	1113	1335	1575
» 2	477	653	873	1081	1303	1538
» 3	486	667	887	1109	1338	1594
» 4	492	664	892	1113	1365	1625
Forsøg 4						
Hold 1	515	724	957	1190	1430	1674
» 2	481	672	893	1128	1346	1601
» 3	441	617	832	1037	1243	1491
» 4	426	598	796	1002	1217	1469
Forsøg 5						
Hold 1	516	717	945	1171	1378	1588
» 2	512	715	937	1179	1404	1639
» 3	447	614	815	1014	1225	1446
» 4	451	620	810	1015	1223	1427

Tabel 21. g træstof i foder pr. dag.
Table 21. g crude fibre in feed per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	37	51	69	86	101	124
» 2	34	49	68	80	102	118
» 3	54	76	106	133	163	189
» 4	43	60	86	103	131	146
Forsøg 2						
Hold 1	32	46	59	70	87	105
» 2	36	51	65	79	100	122
» 3	50	73	99	120	152	180
» 4	54	75	107	124	158	182
Forsøg 3						
Hold 1	31	43	58	77	94	119
» 2	48	68	98	123	150	173
» 3	53	73	102	132	161	198
» 4	61	85	124	156	191	233
Forsøg 4						
Hold 1	53	76	106	144	153	180
» 2	33	50	66	87	100	110
» 3	31	43	64	80	96	115
» 4	17	26	36	48	58	69
Forsøg 5						
Hold 1	79	111	144	187	223	253
» 2	31	45	61	81	95	107
» 3	19	28	38	50	63	70
» 4	19	28	39	46	58	63

Tabel 22. g kulstof i foder pr. dag.
Table 22. g carbon in feed per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	310	441	601	739	878	1036
» 2	308	440	588	719	862	1015
» 3	317	449	617	766	930	1096
» 4	313	448	623	770	924	1088
Forsøg 2						
Hold 1	333	444	598	740	876	1034
» 2	340	457	613	754	908	1050
» 3	345	462	629	758	915	1096
» 4	354	466	641	790	954	1120
Forsøg 3						
Hold 1	338	445	590	729	884	1035
» 2	346	463	617	771	928	1093
» 3	351	466	624	785	957	1130
» 4	360	478	643	805	976	1178
Forsøg 4						
Hold 1	372	517	679	849	986	1156
» 2	329	464	612	759	885	1044
» 3	319	438	582	731	866	1045
» 4	299	412	553	690	823	998
Forsøg 5						
Hold 1	388	537	711	878	1029	1203
» 2	331	450	597	752	894	1047
» 3	300	412	547	688	821	955
» 4	301	412	534	673	810	940

Tabel 23, kcal i foder pr. dag.
Table 23. kcal in feed per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	3046	4323	5890	7215	8607	10174
» 2	3045	4304	5742	7071	8430	9845
» 3	3149	4450	6054	7505	9110	10724
» 4	3074	4405	6047	7471	9025	10537
Forsøg 2						
Hold 1	3235	4295	5857	7147	8460	10105
» 2	3317	4363	5987	7345	8828	10350
» 3	3362	4439	6122	7503	9015	10749
» 4	3431	4550	6270	7743	9220	10927
Forsøg 3						
Hold 1	3213	4381	5813	7200	8591	10213
» 2	3334	4572	6095	7561	9085	10760
» 3	3387	4630	6198	7729	9434	11156
» 4	3479	4712	6296	7925	9724	11545
Forsøg 4						
Hold 1	3629	5019	6591	8222	9621	11209
» 2	3210	4445	5856	7366	8649	10104
» 3	3117	4283	5696	7086	8404	10134
» 4	2970	4054	5386	6690	7968	9707
Forsøg 5						
Hold 1	3894	5354	7077	8660	10274	11876
» 2	3244	4434	5847	7357	8771	10225
» 3	2956	4045	5345	6729	8085	9430
» 4	2955	4017	5259	6620	7939	9229

Grisenes sundhedstilstand, ædelyst og tilvækst

Nogle dage efter ankomsten blev grisene afluset. Grisene blev tillige behandlet mod orm med 5 g piperazindihydrochlorid givet i foderet. Kuren mod orm blev gentaget mellem tredje og fjerde periode. Enkelte af grisene fik lidt skab på benene. Dette forsvandt dog hurtigt efter at være smurt med dixantogenolie. Der forekom spredte tilfælde af diarré, som blev behandlet med streptomycinpulver. Der blev givet 15 mg streptomycin pr. kg levendevægt sammen med foderet. I de alvorligste tilfælde blev antibiotikaet dog givet ved injektion. I forsøg 3 fik otte grise diarré samtidig ved en vægt af ca. 75 kg. De blev behandlet ved intramuskulær injektion af 5 ml terramycinopløsning svarende til 500 mg oxytetracyclin. I forsøg 5 fik syv grise diarré samtidig ved en vægt af knap 60 kg. For at forebygge diarreens udbredelse til de raske grise blev alle seksten grise i dette tilfælde behandlet med intramuskulær injektion af 3 ml tylan (svarende til 600 mg tylosinbase) og 4 ml ditardopen (svarende til 1 million i.e. penicillin). I forsøg 3 fik en gris lungebetændelse nogle dage før slagtning. I alle fem forsøg forekom i alt tre galtgrise med kastrationsabscesser, fire grise med forstuede ben og seks sogrise havde en synlig brunstperiode i sidste del af vækstperioden.

Grisenes ædelyst var god. I de få tilfælde, hvor en gris viste tegn på dårlig ædelyst, blev fodermængden omgående reduceret i én evt. flere dage, hvis grisen ikke var i opsamling. Alle opsamlingsperioder blev gennemført uden foderrester. I den sidste del af vækstperioden var der nogle grise, som ikke slikkede trugene i respirationskamrene. Årsagen hertil var, dels at grisene på dette væksttrin nogenlunde fik det foder, de kunne æde, dels at trugene i respirationskamrene har en form, som gør det vanskeligt for de store grise at slikke indersiden. Disse »foderrester« blev opsamlet efter respirationsforsøgenes afslutning og overført til trugene i opsamlingsburene. Uden for opsamlingsperioderne forekom der fire foderrester (foder og opkast). Nogle grise »spildte« mere foder end andre. Det spildte foder blev altid samlet op og overført til fodertruget. Erfaringerne tyder på, at pelleteret foder medvirker til en formindskelse af foderspildet.

Grisenes daglige tilvækst var i alle forsøg tilfredsstillende. For at opnå det bedst mulige sammenligningsgrundlag blev alle grises tilvækst korrigeret til 25 pct. slagtesvind beregnet ud fra den varme slagtevægt.

Den gennemsnitlige daglige tilvækst fra 20 kg og indtil slagtning er vist i tabel 24.

Tabel 24. g korrigeret daglig tilvækst fra 20 kg til slagtning og spredning ($\bar{s}$).

Table 24. g corrected daily gain from 20 kg to slaughter and standard deviation ($\bar{s}$)

Forsøg	1	2	3	4	5
Hold 1	631	622	635	652	664
» 2	632	621	606	625	652
» 3	604	605	601	633	654
» 4	637	609	605	648	651
$\bar{s}^1)$	15	31	19	11	24
Sogrise	641	621	614	653	657
Galtgrise	611	617	609	626	653

$^1) \bar{s} = \sqrt{s^2}$ indre. Se tabel 3, side 19.

I gennemsnit af de fem forsøg har den daglige tilvækst været 629 g. Der har ikke været store forskelle på grisene inden for hold, idet spredningerne kun udgør godt 3 pct. af den gennemsnitlige tilvækst. Det gennemsnitlige foderforbrug var 2,77 f.e. pr. kg korrigeret tilvækst. Som det kan udledes af tabel 24, har der været forskelle på over 5 pct. i den daglige tilvækst mellem hold inden for forsøg. Ifølge forsøgsplanen blev fodermængden til grisene på de forskellige hold reguleret sådan, at de fire hold så vidt muligt altid havde samme gennemsnitlige levendevægt. Som anført i tabel 25 er det stort set også lykkedes at gennemføre forsøgene efter planen, men i grisenes levendevægt indgår maveindholdet, og det varierer med foderets sammensætning. Derfor er der opstået større forskelle i den korrigerede tilvækst end forventet ud fra grisenes levendevægt.

Inden for de enkelte forsøg har der, som vist i tabel 25, kun været små forskelle på de forskellige holds gennemsnitlige levendevægte i de enkelte perioder. De enkelte grises periodiske levendevægte er beregnet som gennemsnit af vægtene på 7. og 14. døgn i den pågældende periode (se tabel 17) og svarer til vægten på midterste opsamlingsdøgn. Da grisenes respiratoriske stofskifte er målt på midterste opsamlingsdøgn, benævnes dette som respirationsdøgn.

De periodiske spredninger beregnet over hold varierer fra 0,7 til 2,8 kg. Den største forskel på levendevægten opstod i forsøg 4, hvor grisene på hold

Tabel 25. Svinenes levendevægt i kg på respirationsdøgn og total spredning (s).
Table 25. Liveweight of the pigs in kg on the respiration day and total standard deviation (s)

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	23,5	30,8	42,0	54,6	67,9	83,4
» 2	24,3	32,7	43,1	56,0	70,4	83,4
» 3	24,0	31,7	41,5	54,2	68,2	81,4
» 4	23,4	30,7	41,0	53,4	67,8	83,0
s	1,1	1,3	1,3	1,5	2,0	2,3
Sogrise	23,8	31,5	41,9	55,1	69,6	84,0
Galtgrise	23,7	31,4	41,9	54,1	67,5	81,6
Forsøg 2						
Hold 1	24,6	32,5	42,7	54,3	67,1	81,4
» 2	24,8	32,8	43,0	55,5	68,2	81,0
» 3	24,9	33,2	43,8	54,5	67,4	81,1
» 4	24,7	32,6	43,7	55,0	67,5	81,6
s	1,5	1,2	1,3	1,8	2,3	2,3
Sogrise	25,1	33,3	43,9	55,8	68,9	82,0
Galtgrise	24,4	32,3	42,7	53,9	66,2	80,5
Forsøg 3						
Hold 1	23,4	31,8	42,2	54,3	68,0	82,2
» 2	23,3	31,4	41,8	53,5	67,1	80,1
» 3	23,7	31,9	42,4	53,5	65,9	79,5
» 4	23,3	31,3	41,8	53,5	66,3	80,5
s	0,8	0,7	0,9	1,1	1,8	2,2
Sogrise	23,6	31,6	42,0	53,9	67,2	81,1
Galtgrise	23,3	31,6	42,0	53,5	66,5	80,0
Forsøg 4						
Hold 1	24,5	33,5	44,6	57,2	70,4	84,6
» 2	24,0	32,1	42,3	54,6	68,1	81,6
» 3	23,7	31,8	41,9	53,8	67,2	80,9
» 4	23,4	31,6	41,5	53,9	67,3	81,3
s	1,1	1,1	1,7	1,9	2,5	2,8
Sogrise	23,6	32,2	42,7	55,3	68,9	82,9
Galtgrise	24,2	32,3	42,4	54,5	67,6	81,3
Forsøg 5						
Hold 1	26,1	35,7	46,7	59,5	72,4	86,0
» 2	25,5	33,8	43,8	56,8	70,3	85,4
» 3	25,1	33,3	43,9	56,0	69,2	83,8
» 4	25,6	33,4	43,8	56,1	70,0	84,9
s	0,6	1,2	1,5	1,8	2,3	2,0
Sogrise	25,6	34,2	44,7	57,5	71,6	86,1
Galtgrise	25,5	34,0	44,5	56,7	69,4	83,9

1 i 6. periode vejede ca. 4 pct. mere end grisene på de andre hold. Ser man på den korrigerede daglige tilvækst, anført i tabel 24, er der dog kun ringe forskel. Med hensyn til de daglige fodermængders størrelse var det træstofrige foder den begrænsende faktor. For at undersøge om dette havde haft systematisk indflydelse, blev grisenes gennemsnitlige levendevægt i 6. periode og de korrigerede tilvækster for hele vækstperioden opstillet efter pct. træstof i foderblandingerne. Både levendevægt og korrigeret daglig tilvækst er korrigeret for forskelle mellem forsøg. Resultaterne er vist i tabel 26.

Tabel 26. Relationen mellem pct. fodertræstof og grisenes levendevægt i 6. periode samt den korrigerede daglige tilvækst for hele vækstperioden.

Table 26. Relationship between per cent crude fibre in feed and the liveweight of the pigs in period 6, together with the corrected daily gain for the entire growth period

Pct. træstof i fodertørstof	Under 4,00	4,01 5,00	5,01 6,00	6,01 7,00	7,01 8,00	8,01 9,00	9,01 og højere
Gns. levendevægt, kg	81,7	82,4	82,7	82,6	82,3	82,3	83,4
Korr. daglig tilvækst, g . .	630	621	636	641	622	622	638

Foderets træstofindhold har ikke haft systematisk indflydelse på hverken levendevægt eller korrigeret daglig tilvækst.

En beregning af svinenes daglige tilvækst i opsamlingsperioderne og mellem opsamlingsperioderne viste, som omtalt af *Just Nielsen* (1967c), at grisene tilsyneladende voksede langsommere i opsamlingsburene (respirationskamrene) end i stierne. En del af forklaringen herpå er sikkert, at grisene blev vejede kl. 15 dagen før opsamlingen begyndte og igen kl. 15 den dag, opsamlingen sluttede. Opsamlingsdøgnet sluttede imidlertid kl. 8, hvorefter grisene straks blev overflyttet til stierne. Grisene var meget aktive de første timer i stierne og afsatte meget fæces, hvorfor vægtene efter opsamlingsperioderne sikkert er for lave. Ved fordøjelighedsforsøg fandt *Madsen* (1969) også lavere tilvækster i opsamlingsperioderne end i stiperioderne. Madsen anvendte dog ikke glidende fodring.

Temperatur og relativ fugtighed

Respirationskamrene er, som beskrevet af *Thorbek & Neergaard* (1965) samt *Thorbek* (1969c), forsynet med klimaanlæg, så både temperatur og relativ fugtighed kan reguleres. Den målte gennemsnitlige temperatur og fugtighed i respirationskamrene er anført i tabel 27.

Tabel 27. Gennemsnitlig temperatur og relativ fugtighed i respirationskamrene.
Table 27. Average temperature and relative humidity in the respiration chambers

Periode	1	2	3	4	5	6
Temperatur, °C						
Forsøg 1	20,1	20,3	19,4	19,1	18,8	18,7
» 2	19,4	19,8	19,2	18,9	19,3	19,6
» 3	20,3	20,6	20,2	20,1	20,1	19,6
» 4	20,2	20,2	20,0	20,1	19,9	20,0
» 5	21,4	20,9	20,0	20,1	19,5	19,6
Relativ fugtighed						
Forsøg 1	62	62	59	59	58	58
» 2	60	63	63	63	63	56
» 3	57	58	56	56	58	57
» 4	58	60	60	60	60	61
» 5	71	66	64	64	63	63

Temperaturen har i gennemsnit været 20,3°C i 1. periode og 19,5°C i 6. periode. Som helhed har døgnvariationerne i temperatur været meget begrænsede. På grund af tekniske fejl ved køleanlægget er der forekommet enkelte temperaturer på ca. 30°C. Ifølge undersøgelser af *Capstick & Wood* (1922), *Heitman et al.* (1958), *Moustgaard et al.* (1959), *Sørensen* (1961), *Bond et al.* (1965), *Mount* (1965), *Sørensen & Moustgaard* (1966) og *Mount & Holmes* (1969) skulle den anvendte temperatur og relative fugtighed være nogenlunde optimal, idet det må tages i betragtning, at luften i respirationskamrene har været i konstant bevægelse. Temperaturen i staldene har varieret fra ca. 20°C ved forsøgenes begyndelse til ca. 18°C ved forsøgenes slutning. Døgnvariationerne har været noget større i staldene end i respirationskamrene – navnlig om sommeren. Den gennemsnitlige relative fugtighed i respirationskamrene har varieret fra 56 i forsøg 2, periode 6, til 71 i forsøg 5, periode 1. Den relative fugtighed i staldene har været af samme størrelse som i respirationskamrene, men variationerne har også her været størst i staldene.

Tekniske driftsforstyrrelser

Under forsøgenes udførelse skete forskellige driftsforstyrrelser. I forsøg 1, periode 1, svigtede tællerværket på flowmeter B. Den passerede luftmængde blev derfor beregnet ved hjælp af flowmeter A ud fra den antagelse, at der var samme forhold mellem den passerede luftmængde på flowmeter A og B, som registreret før og efter tællerværkets sammenbrud. I periode 2 blev Magnos'en repareret, hvilket ændrede dens nulpunkt. I periode 3 svigtede

tællerværket på flowmeter B igen og blev omgående udskiftet. Lige efter 5. periode blev Magnos'en ombyttet med en ny.

I forsøg 2, periode 3, svigtede koblingen på recipientmotoren ved et respirationsforsøg efter godt 17 timers forløb. I sådanne tilfælde blev analyse-resultaterne korrigeret på grundlag af de luftanalyser, der blev udført kontinuerligt under forsøgenes forløb og registreret grafisk. I periode 4 brød Magnos'en sammen og blev udskiftet med den gamle, der var blevet repareret. I dette tilfælde kunne der ikke udføres O_2 -analyser, ligesom der heller ikke var nogen grafisk registrering af O_2 -indholdet. O_2 -forbruget for de to grise blev derfor beregnet som gennemsnit af den foregående og efterfølgende periode.

Under forsøg 3 svigtede recipientmotorkoblingen to gange, ligesom låget over det ene fodertrug stod åbent i 6 timer. Tællerværket på flowmeter B blev udskiftet i 6. periode.

I forsøg 4, periode 1, kravlede en gris ud af respirationskammeret via fodertruget ved at skubbe låget over fodertruget bort. I periode 2 stod låget over det ene fodertrug åbent i ca. 13 timer. I periode 3 brød luftpumpen til kammer A sammen, efter at et forsøg havde kørt i 17 timer. Recipientmotorkoblingen svigtede én gang i samme periode, og i periode 6 svigtede køle-anlægget.

I forsøg 5, periode 6, svigtede Uras'en. Både Uras'en og Magnos'en er meget følsomme over for elektriske spændingsvariationer. Disse variationer var særligt udtalte under forsøg 5 og vanskeliggjorde luftanalyserne. Desuden har der forekommet forskellige kortvarige forstyrrelser på grund af f. eks. overbrændte elektriske sikringer, svigt af recipientmotorkobling i dagtimerne, ligesom det er hændt, at tråden, der trækker recipientstemplet, er sprunget af sit trækjul.

Udførelse af luftanalyserne og kontrol under forsøgene

Respirationsforsøgene blev startet kl. 9 og afsluttet 24 timer senere. Efter aflæsning af flowmeter A's tællerværk blev recipientmotoren startet, og to minutter senere blev flowmeter B's tællerværk aflæst. Grisene blev kørt til respirationskamrene kl. 7 og opholdt sig således to timer i kamrene, inden forsøget blev startet. Derfor var koncentrationen af CO_2 og O_2 i kamrene ved forsøgenes start principielt af samme størrelse som ved afslutningen, og følgelig blev der ikke korrigeret for forskelle i kammerluftens sammensætning.

En time før respirationsforsøgene sluttede, blev Magnos'en justeret ind på dagens barometerstand og galvanometret tændt. Efter respirationsforsøgenes afslutning blev luftprøverne i recipienterne sat under tryk. Derefter blev analyseapparatet justeret. Først blev der foretaget en grov kontrol med atmosfærisk luft på både Uras og Magnos. Derefter blev Uras'en ju-

steret ind på sit nulpunkt ved hjælp af rent N_2 fra en kontrolflaske. I den anden ende af måleområdet skete justeringen ved hjælp af en CO_2 -blanding indeholdende ca. 1,5 pct. CO_2 . Justeringen blev gentaget, indtil det ønskede udslag blev opnået begge steder uden en mellemliggende justering.

Magnos'en blev justeret til at give et galvanometerudslag på 960–985 enheder for atmosfærisk luft. I henhold til *Mirtov* (1964) blev atmosfærens O_2 -indhold ansat til 20,946 pct. Ifølge fabrikkens opgivelser skulle Magnos'en have nulpunkt på 19,000 pct. O_2 . Imidlertid viste en række kontrolundersøgelser som beskrevet af *Just Nielsen* (1967a, b) for det første, at Magnos'en ikke havde nulpunkt på 19,000 pct. O_2 , og for det andet, at nulpunktet varierede fra dag til dag. For at opnå en sikker beregning af luftprøvernes O_2 -indhold blev der, lige efter at luftprøverne var blevet analyseret, udført analyser på en O_2 - N_2 -blanding fra en kontrolflaske indeholdende godt 19 pct. O_2 . Luftprøvernes O_2 -procent kunne derefter beregnes ved interpolation, idet deres O_2 -indhold altid har ligget mellem atmosfærens og kontrolflaskens O_2 -indhold. Analyseresultaterne for CO_2 blev omsat til procenter ved aflæsning på en tabel, der var beregnet ud fra de i tabel 5, side 23, anførte resultater af kalibreringsundersøgelserne.

Efter justeringsarbejdets afslutning blev der igen udført analyser på atmosfærisk luft. Var galvanometerudslagene herfor ikke som forventet, blev justeringerne gentaget. Derefter blev luftprøverne fra recipienterne analyseret. Der blev udtaget to luftprøver fra hvert kammer samt én af atmosfærisk luft. Der blev således udført dobbeltbestemmelser på kammerluftens indhold af både CO_2 og O_2 . Forskellene på dobbeltbestemmelserne var i reglen minimale. For CO_2 's vedkommende var en stor del af dobbeltbestemmelserne identiske, og forskellen på de øvrige overskred kun sjældent én μA (måleområde 0–300 μA). Dobbeltbestemmelserne af O_2 var sjældent helt ens. Der var ofte 3–4 enheders forskel på galvanometerudslagene (måleområde 0–1000 enheder).

Under respirationsforsøgenes forløb blev apparatur og kamre rutinemæssigt eftersat fire gange pr. døgn. Ved disse tilsyn blev der tillige aflæst vakuum i de rørledninger, hvorigennem luften blev suget ud af kamrene, ligesom barografen (Hænni barograf, Hans Teller A/S), der registrerede lufttrykket, blev justeret.

Beregning af de periodiske resultater

De periodiske resultater blev beregnet ved hjælp af EDB på A/S Regnecentralen, København. Programmet er beskrevet af *Just Nielsen* (1968b, d). Ved beregning af fordøjelighed og balancer er der regnet med den gennemsnitlige mængde af gødning og urin fra de syv opsamlingsdøgn. For foderets vedkommende er der regnet med fodermængden i tredje opsamlingsdøgn

(se tabel 17), fordi undersøgelser af *Lenkeit* (1931), *Lund* (1945) og *Cooper & Tyler* (1959a, b, c) har vist, at størstedelen af det ufordøjede foder udskilles 24–36 timer efter foderoptagelsen. Ved beregning af kulstofbalancer, energibalancer og varmeproduktion blev der regnet med CO₂-produktion og O₂-forbrug på midterste opsamlingsdøgn (fjerde opsamlingsdøgn eller respirationsdøgn). Beregning af varmeproduktion og balancer er udført under anvendelse af faktorer og konstanter som angivet af *Brouwer* (1965).

KAPITEL 4

Forsøgsresultaterne

Foderets fordøjelighed

De gennemsnitlige periodiske apparente fordøjelighedskoefficienter for næringsstofferne protein ($N \times 6,25$), fedt (æterekstrakt), NFE og træstof samt kulstof og kcal er angivet i tabellerne 28–33 sammen med de dertil hørende spredninger ($\bar{s}$) og F-værdier mellem hold. Den statistiske analysemodel er beskrevet på side 18, og analyserne er udført efter variansanalysen, vist i tabel 3. De periodiske fordøjelighedskoefficienter for forsøg 1 tyder på, at fordøjeligheden er uafhængig af alder og vægt inden for det her anvendte område. *Madsen* (1963) fandt heller ikke nogen systematisk afhængighed mellem svinenes vægt og foderets fordøjelighed. I de øvrige forsøg falder fordøjelighedskoefficienterne for protein fra periode 1 til 5, fordi der i perioderne 1, 2, 3 og 4 er givet tilskud af henholdsvis 100, 75, 50 og 25 g skummetmælkspulver. I de allerfleste tilfælde har der været signifikante forskelle ($P < 0,05$) i proteinets fordøjelighed mellem hold.

Fordøjelighedskoefficienterne for fedt angivet i tabel 29 er behæftet med en meget større spredning end fordøjelighedskoefficienterne for protein. Analyseprøverne blev tørret i 22 timer under vakuum og N₂-gennemledning umiddelbart før æterekstraktionen, fordi en sammenlignende undersøgelse viste, at dette gav lavere spredninger end 2 timers tørring i almindelig tørreovn. Der er signifikant forskel på fedtets fordøjelighedskoefficienter mellem hold i forsøgene 3, 4 og 5. *Nehring et al.* (1963b) fandt også en stor spredning på fedtbestemmelserne i gødning, navnlig ved et lavt fedtindhold.

Fordøjelighedskoefficienterne for NFE er bestemt med stor sikkerhed. Spredningerne varierer som anført i tabel 30 fra 0,3 til 1,0, og forskellene mellem hold er i alle tilfælde signifikante ($P \leq 0,001$). Fordøjelighedskoefficienterne for træstof anført i tabel 31 er behæftet med en betydelig spredning. Der er dog signifikante forskelle mellem hold i 27 af de 30 perioder. Fordøjelighedskoefficienterne for kulstof og kcal angivet i tabellerne 32 og

Tabel 28. Fordøjelighedskoefficienter for protein.
Table 28. Digestibility coefficients for protein

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	83	82	80	80	81	80
» 2	82	82	82	83	82	82
» 3	79	78	79	80	79	78
» 4	80	77	79	78	78	79
$\bar{s}$	2,0	1,9	1,1	2,0	1,9	1,6
F	3,6	7,1*	9,5*	3,7	3,5	4,7*
Forsøg 2						
Hold 1	85	84	82	82	81	80
» 2	84	83	82	82	80	79
» 3	84	83	80	79	81	79
» 4	83	81	79	78	77	79
$\bar{s}$	1,2	1,3	1,3	1,8	0,9	1,3
F	2,0	5,5*	5,3*	4,6*	13,2*	1,5
Forsøg 3						
Hold 1	84	82	82	81	81	80
» 2	82	81	80	78	78	78
» 3	80	79	78	76	77	76
» 4	79	76	76	75	73	72
$\bar{s}$	2,0	2,5	1,1	1,0	1,3	1,5
F	5,0*	4,2*	24,1*	30,9*	25,7*	16,6*
Forsøg 4						
Hold 1	80	80	78	78	78	78
» 2	83	83	83	80	82	79
» 3	85	83	84	84	83	83
» 4	90	87	89	89	88	88
$\bar{s}$	1,3	1,4	1,7	0,7	1,3	1,5
F	37,1*	17,2*	24,8*	235,8*	46,4*	32,9*
Forsøg 5						
Hold 1	83	82	82	82	82	82
» 2	84	82	81	81	83	79
» 3	88	87	87	87	88	87
» 4	89	87	87	87	87	86
$\bar{s}$	2,3	1,4	1,2	0,8	1,2	2,8
F	5,4*	19,9*	28,5*	65,2*	23,1*	6,7*

$F_{0,05}(3,9) = 3,9$. $F_{0,01}(3,9) = 7,0$. $F_{0,001}(3,9) = 13,9$. * $F \geq 3,9$.

33 har kun en ringe spredning, og forskellene mellem hold er i alle tilfælde signifikante ($P \leq 0,001$). For protein, NFE og træstof var der i 6 tilfælde

Tabel 29. Fordøjelighedskoefficienter for fedt.
Table 29. Digestibility coefficients for fat

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	71	72	70	72	74	72
» 2	61	66	61	66	70	70
» 3	71	70	73	76	70	71
» 4	73	65	72	73	74	68
$\bar{s}$	4,4	4,4	4,3	5,5	5,9	4,4
F	5,8*	2,5	6,8*	2,4	0,7	0,5
Forsøg 2						
Hold 1	58	60	64	64	63	59
» 2	58	60	65	64	65	61
» 3	64	70	68	68	73	68
» 4	70	68	68	69	71	66
$\bar{s}$	3,1	3,6	5,6	4,0	5,5	5,9
F	13,7*	8,3*	0,5	2,0	2,7	2,4
Forsøg 3						
Hold 1	64	65	67	72	71	69
» 2	75	78	78	81	81	79
» 3	74	77	77	79	79	78
» 4	71	74	74	80	79	78
$\bar{s}$	2,8	4,8	4,4	2,9	2,9	2,6
F	14,4*	5,9*	4,8*	9,4*	10,4*	12,0*
Forsøg 4						
Hold 1	67	72	70	71	72	73
» 2	58	65	63	65	67	69
» 3	81	81	83	84	82	84
» 4	86	83	87	87	86	86
$\bar{s}$	2,3	3,4	3,2	2,5	2,2	3,1
F	127,6*	25,2*	47,5*	70,9*	67,6*	27,4*
Forsøg 5						
Hold 1	85	86	85	85	84	87
» 2	66	67	63	69	60	66
» 3	83	84	84	84	84	87
» 4	79	79	80	81	82	81
$\bar{s}$	3,2	2,1	4,3	2,8	6,5	6,7
F	29,6*	71,5*	21,4*	29,3*	13,1*	8,6*

signifikante forskelle mellem fordøjelighedskoefficienterne for sogrise og galtgrise. 6 gange af 180 mulige svarer til 3,3 pct., hvilket udmærket kan

Tabel 30. Fordøjelighedskoefficienter for NFE.
Table 30. Digestibility coefficients for NFE

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	90	90	90	89	90	90
» 2	91	91	91	91	91	91
» 3	84	84	84	84	84	84
» 4	89	88	88	88	87	88
$\bar{s}$	0,5	0,5	0,9	0,8	0,5	0,8
F	121,4*	201,8*	43,5*	50,9*	175,8*	56,0*
Forsøg 2						
Hold 1	92	92	91	92	91	92
» 2	92	91	91	91	90	91
» 3	87	86	86	86	85	85
» 4	86	85	85	85	84	85
$\bar{s}$	0,7	0,7	0,5	0,5	0,8	0,6
F	107,3*	84,0*	154,0*	214,2*	92,3*	153,3*
Forsøg 3						
Hold 1	92	92	92	92	92	92
» 2	87	86	86	86	86	86
» 3	85	85	84	85	84	84
» 4	83	83	83	82	82	82
$\bar{s}$	0,8	0,9	0,5	0,3	0,7	0,5
F	87,7*	85,4*	280,0*	709,6*	144,3*	271,2*
Forsøg 4						
Hold 1	86	86	86	85	86	85
» 2	92	92	92	92	92	91
» 3	90	90	90	91	91	91
» 4	95	95	95	96	96	96
$\bar{s}$	0,5	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7
F	241,6*	99,1*	64,0*	134,3*	83,8*	135,1*
Forsøg 5						
Hold 1	83	82	82	81	79	80
» 2	93	92	92	92	91	92
» 3	95	95	94	95	93	94
» 4	97	97	97	97	96	97
$\bar{s}$	0,8	0,4	0,4	0,4	1,0	0,6
F	253,2*	966,5*	1006,3*	1415,8*	221,3*	629,0*

skyldes tilfældigheder. Sogrise og galtgrise fordøjer sandsynligvis foderet lige godt, hvilket *Madsen* (1963) også fandt.

Tabel 31. Fordøjelighedskoefficienter for træstof.
Table 31. Digestibility coefficients for crude fibre

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	32	37	34	28	31	37
» 2	35	39	38	38	42	43
» 3	27	25	27	31	29	27
» 4	28	22	27	25	27	26
$\bar{s}$	4,9	4,1	2,4	4,2	3,3	5,5
F	2,5	17,0*	19,2*	6,9*	15,6*	9,2*
Forsøg 2						
Hold 1	39	40	36	32	32	32
» 2	38	39	32	30	31	32
» 3	29	30	31	27	32	28
» 4	29	24	27	21	22	21
$\bar{s}$	4,0	4,4	4,1	3,7	4,0	3,9
F	7,8*	11,9*	3,2	6,3*	5,8*	7,5*
Forsøg 3						
Hold 1	30	36	36	41	40	41
» 2	27	26	28	26	28	25
» 3	25	27	24	25	22	27
» 4	23	27	29	27	21	25
$\bar{s}$	4,6	5,6	2,8	3,4	4,6	3,7
F	6,0*	2,6	12,5*	20,2*	13,6*	18,2*
Forsøg 4						
Hold 1	26	25	26	30	23	27
» 2	43	44	40	41	36	34
» 3	46	41	44	51	47	51
» 4	69	65	70	77	73	74
$\bar{s}$	4,9	5,6	6,9	6,6	5,8	4,6
F	51,8*	33,6*	27,8*	37,2*	53,4*	84,4*
Forsøg 5						
Hold 1	29	23	24	22	13	18
» 2	41	36	38	36	27	33
» 3	62	58	66	70	57	66
» 4	76	78	84	83	71	78
$\bar{s}$	4,6	7,9	4,0	2,6	11,1	3,8
F	83,1*	38,1*	181,9*	486,3*	22,7*	222,7*

I figurerne 1, 2 og 3 er der vist nogle relationer mellem fordøjelighedskoefficienterne og tørstoffets sammensætning. Figur 1 viser, at proteinets

Tabel 32. Fordøjelighedskoefficienter for kulstof.
Table 32. Digestibility coefficients for carbon

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	83	83	82	82	82	82
» 2	83	84	83	84	84	84
» 3	76	75	76	77	75	76
» 4	81	79	81	80	79	80
$\bar{s}$	1,3	0,9	0,9	1,3	0,9	1,3
F	26,0*	76,4*	57,4*	21,2*	63,1*	30,2*
Forsøg 2						
Hold 1	86	86	85	85	84	84
» 2	85	84	84	84	83	82
» 3	80	80	79	78	78	77
» 4	79	78	77	77	76	76
$\bar{s}$	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,1
F	61,8*	71,2*	51,5*	107,9*	79,7*	51,8*
Forsøg 3						
Hold 1	86	86	85	85	85	84
» 2	80	79	79	78	78	77
» 3	78	78	76	76	76	75
» 4	76	75	74	73	72	73
$\bar{s}$	1,1	1,6	0,8	0,6	1,0	0,9
F	70,7*	32,3*	144,9*	261,8*	124,9*	125,1*
Forsøg 4						
Hold 1	79	79	78	77	78	77
» 2	86	86	85	84	85	84
» 3	86	85	85	86	86	86
» 4	92	91	92	93	92	92
$\bar{s}$	0,8	1,1	1,4	0,9	1,0	1,1
F	182,9*	87,8*	68,1*	202,6*	130,9*	121,8*
Forsøg 5						
Hold 1	77	74	75	74	71	73
» 2	87	85	85	85	84	85
» 3	91	90	90	91	90	91
» 4	93	92	93	93	92	93
$\bar{s}$	0,9	0,9	0,9	0,5	1,3	1,3
F	237,5*	306,4*	345,9*	1262,2*	201,4*	187,6*

fordøjelighed stiger med stigende indhold af protein i tørstoffet. For at opnå en nærmere belysning af relationen mellem foderprotein og fordøjet protein

Tabel 33. Fordøjelighedskoefficienter for kcal.
Table 33. Digestibility coefficients for kcal

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	82	82	82	81	82	82
» 2	83	83	83	83	83	83
» 3	76	75	76	76	75	75
» 4	80	79	79	79	79	79
$\bar{s}$	1,3	1,0	0,9	1,3	1,0	1,4
F	24,2*	56,2*	50,2*	19,5*	53,8*	28,1*
Forsøg 2						
Hold 1	86	85	84	84	83	83
» 2	85	84	83	83	82	82
» 3	80	79	78	77	78	77
» 4	78	77	76	76	75	75
$\bar{s}$	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
F	57,0*	62,8*	55,8*	69,8*	57,0*	64,3*
Forsøg 3						
Hold 1	85	85	85	85	84	84
» 2	79	79	78	78	77	77
» 3	77	77	76	76	75	75
» 4	75	75	74	73	72	72
$\bar{s}$	1,2	1,7	1,0	0,7	1,1	1,0
F	53,2*	25,3*	83,5*	160,7*	89,6*	98,6*
Forsøg 4						
Hold 1	78	78	77	77	77	77
» 2	85	85	85	84	84	83
» 3	85	84	85	86	85	85
» 4	92	90	92	92	92	91
$\bar{s}$	0,8	1,0	1,4	0,8	1,0	1,1
F	204,6*	95,9*	69,2*	257,3*	134,0*	133,4*
Forsøg 5						
Hold 1	77	75	75	74	72	73
» 2	87	85	85	84	83	84
» 3	90	90	90	90	89	91
» 4	92	92	93	93	92	92
$\bar{s}$	1,0	0,9	0,9	0,5	1,3	1,4
F	203,0*	273,3*	312,8*	1341,6*	195,8*	156,9*

udførtes en regressionsanalyse inden for perioder. Denne og efterfølgende analyser er udført ved hjælp af EDB på A/S Regnecentralen, København.

Resultatet viste, at proteinets fordøjelighed kan beregnes ud fra ligningen:

$Y = 54,50 + 1,35X$, hvor Y er pct. fordøjet protein, og X er pct. protein

i fodertørstof. ($n = 480$, $f = 473$). s_b var 0,16, og t_b var 8,5. r^2 , der angiver, hvor stor en del af variationen omkring Y der er forklaret ved den pågældende ligning, var 0,19. Med den beregnede ligning er der således kun forklaret 19 pct. af variationen i proteinets fordøjelighed.

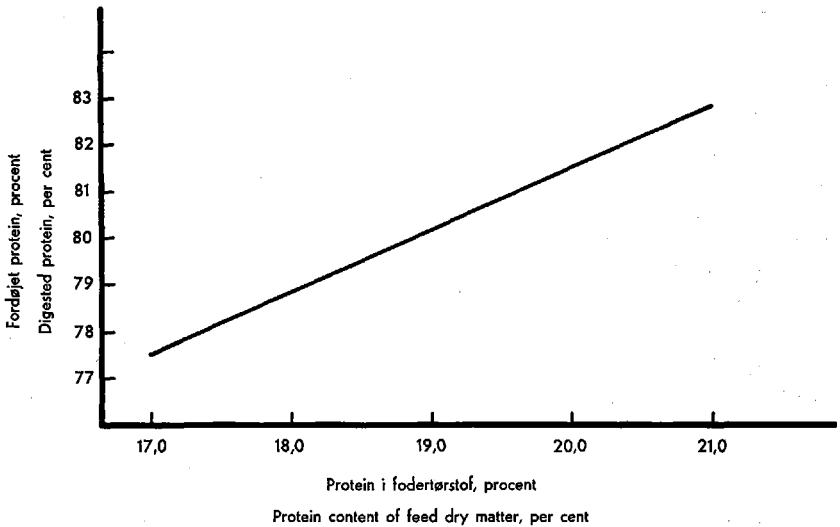
Observationerne er ikke markeret i figurerne, når de viste relationer er analyseret statistisk og spredning m. m. beskrevet i teksten.

Figur 2 viser, at fedtets fordøjelighed stiger nogenlunde lineært med fodertørstoffets fedtindhold indtil godt 3 pct. Derefter bøjer kurven af. En delvis forklaring herpå er, at den råfedtmængde, der udskilles til tarmkanalen, påvirker fedtets apparente fordøjelighed mest ved lave fedtmængder i foderet. *Bayley & Lewis* (1965) fandt således i ekstreme tilfælde mere fedt i fæces end i foder. Det har længe været kendt, at bestemmelse af fedt ved æterekstraktion af fæces er noget usikker, bl.a. fordi man ikke får alt fedtet ekstraheret med æter. *Hartfiel* (1965) har derfor foreslået at ekstrahere fedtet med æter efter forudgående saltsyrehydrolyse. *Pettersson* (1964) har ved undersøgelser over calciumniveauets indflydelse på fedtets fordøjelighed hos svin anvendt en fedtbestemmelsesmetode med forudgående saltsyrehydrolyse. *Vestergaard Thomsen* (1969a) finder også, at saltsyrehydrolysemetoden giver et rigtigere udtryk for fedtindholdet end æterekstraktion uden hydrolyse.

I forsøg 5, periode 5, blev foderets og gødningens fedtindhold tillige bestemt ved saltsyrehydrolysemetoden. Resultaterne viste, at saltsyrehydrolysemetoden gav 2,3 pct. mindre fedt i foderblanding 1 (havre), 10,3 pct. mere i foderblanding 2 (byg), 5,5 pct. mere i foderblanding 3 (majs) og 4,0 pct. mindre i foderblanding 4 (milokorn). Gødningens fedtindhold var for alle hold størst bestemt ved saltsyrehydrolysemetoden, hvorfor fordøjelighedskoefficienterne blev formindsket. Nævnt i samme rækkefølge som foderet, udgjorde det gennemsnitlige fald i fordøjelighedskoefficienterne 4,3, 9,7, 3,7 og 7,7. Spredningen ($\bar{s}$) faldt fra 6,5 til 3,5. I figur 3 er relationen mellem pct. træstof i fodertørstof og fordøjelighedskoefficienterne for protein, NFE, træstof og energi anført. Som vist er fodertørstoffets træstofindhold af afgørende betydning for fordøjeligheden. Fordøjeligheden af protein, NFE og kcal falder lineært med stigende træstofprocent i fodertørstof. Fordøjeligheden af træstof falder også med stigende træstofindhold i fodertørstoffet, men faldet er tilsyneladende ikke lineært. Fordøjeligheden af fedt er tilsyneladende uafhængig af foderets træstofindhold.

Figur 1. Proteinets fordøjelighed i relation til protein i fodertørstof.

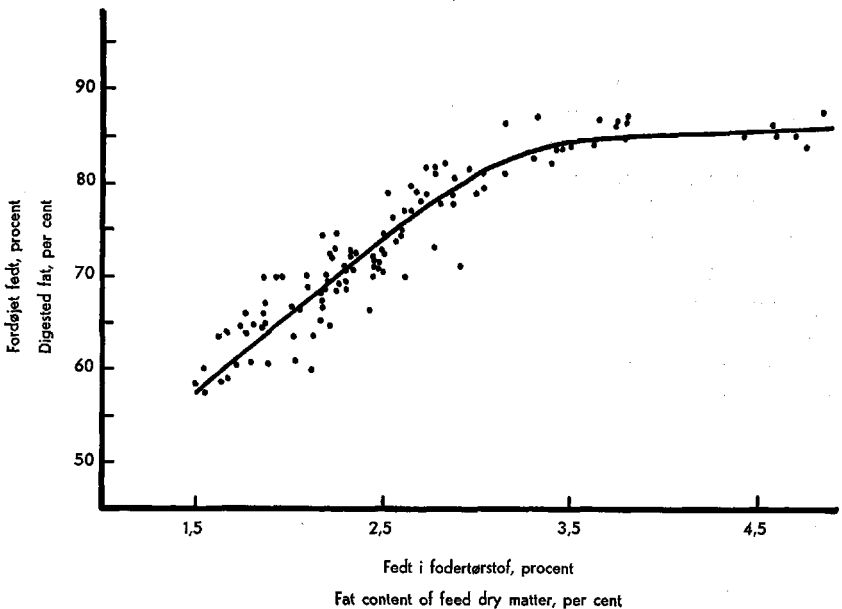
Figure 1. Protein digestibility in relation to protein content of feed dry matter



Figur 2. Fedtets fordøjelighed i relation til fedt i fodertørstof.

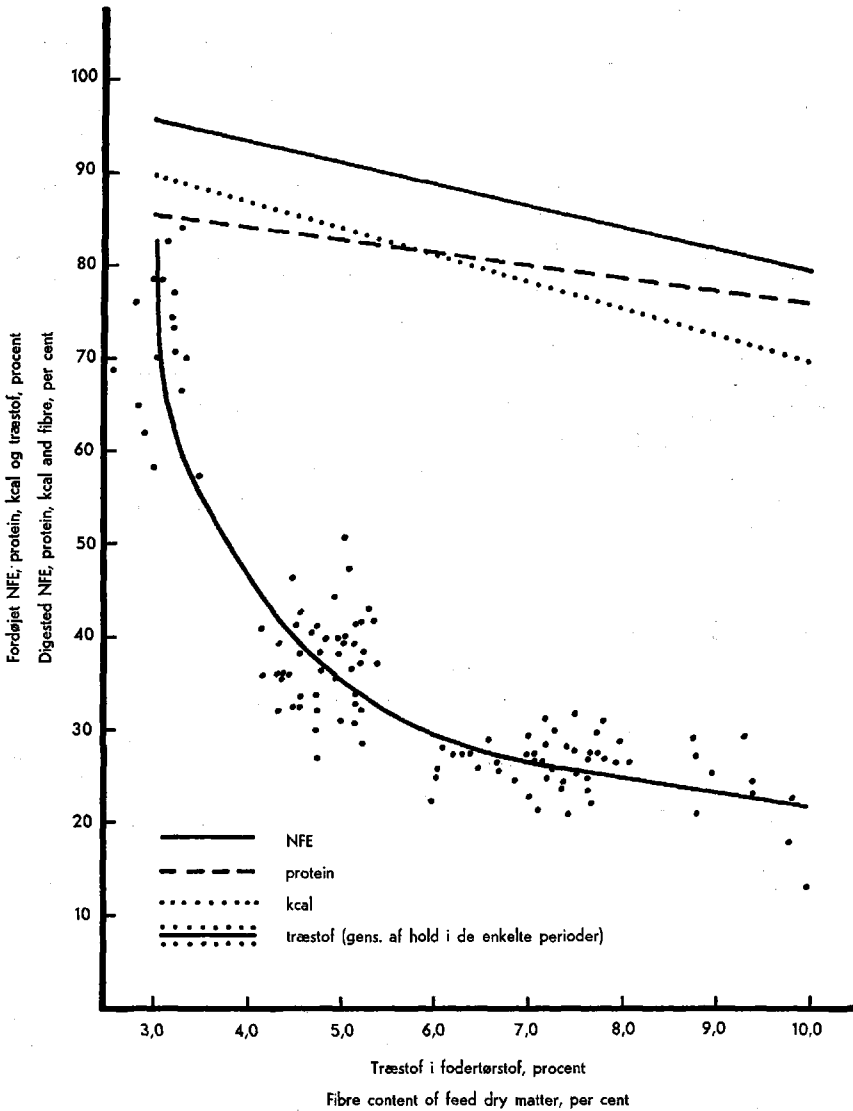
Gennemsnit af hold i de enkelte perioder.

Figure 2. Fat digestibility in relation to fat content of feed dry matter.
Average of groups in the individual periods



Figur 3. Fordøjelighed af NFE, protein, kcal og træstof i relation til træstof i fodertørstof.

Figure 3. Digestibility of NFE, protein, kcal and fibre in relation to fibre content of feed dry matter



Regressionsanalyser inden for perioder gav følgende ligninger til beregning af fordøjelighedskoefficienterne (FK) ud fra procent træstof i fodertræstof (X). $n = 480$, $f = 473$.

FK organisk stof	$= 100,29 \pm 2,86X$	$s_b = 0,04$	$t_b = 78$	$r^2 = 0,93$
FK protein	$= 89,52 \pm 1,38X$	$s_b = 0,07$	$t_b = 20$	$r^2 = 0,50$
FK NFE	$= 102,56 \pm 2,34X$	$s_b = 0,03$	$t_b = 93$	$r^2 = 0,95$
FK kulstof	$= 99,29 \pm 2,95X$	$s_b = 0,04$	$t_b = 69$	$r^2 = 0,91$
FK kcal	$= 98,41 \pm 2,89X$	$s_b = 0,05$	$t_b = 63$	$r^2 = 0,90$

Alle regressionskoefficienter er statistisk sikre ($P \leq 0,001$). De sikreste regressionskoefficienter er fundet for organisk stof og NFE og den mindst sikre for protein. Med undtagelse af protein forklarer de angivne ligninger mellem 90 og 95 pct. af variationen i fordøjeligheden. *Axelsson* (1941), *Nordfeldt* (1946a, b), *Nordfeldt et al.* (1954), *Thomke* (1961), *Nehring* (1961b, 1966a), *Nehring et al.* (1963a, b, c), *Madsen* (1963), *Hoffmann* (1966) og andre har tidligere fundet, at træstof havde en depressiv indflydelse på næringsstofferne og energiens fordøjelighed. Gennemgående har de forskellige forfattere fundet, at træstoffets depressive indflydelse var mindre end ved denne undersøgelse, hvilket sikkert kan forklares ud fra forskelle i de daglige foder mængder og svinenes størrelse. For et mere detaljeret studium af problemer i forbindelse med fodermidlernes apparente fordøjelighed henvises til *Madsen* (1963).

Omsættelig energi

Omsættelig energi defineres som fordøjet energi minus energi i urin og metan. Som før nævnt var de målte metan mængder både små og usikre, hvorfor metan blev udeladt fra beregningerne. Omsættelig energi er derfor bestemt som fordøjet energi minus energi i urin. De daglige mængder af omsættelig energi i de enkelte perioder er anført i tabel 34. Mængdeangivelserne i denne og efterfølgende tabeller er gennemsnit af henholdsvis hold 1, hold 2, hold 3, hold 4, sogrise og galtgrise. Den først anførte F-værdi er »mellem hold«, og den sidst anførte er »mellem sogrise og galtgrise«. Som det måtte forventes efter spredningerne på fordøjelighedskoefficienterne for kcal, er spredningerne på omsættelig energi lave. Udtrykt ved variationskoefficienten ($\bar{s} \times 100/\bar{x}$) har spredningerne stort set varieret fra 1,0 til 1,5. Skønt foder mængderne har været reguleret efter tilvæksten, har der alligevel været statistisk sikre forskelle på mængden af omsættelig energi mellem hold i 27 af 30 perioder.

Som udtryk for foderets værdi kan forskellene i tilført omsættelig energi ikke tillægges nogen større betydning. De forskellige foderrationers forskellige træstofindhold bevirker en forskellig fyldningsgrad af mavetarmkanalen,

hvilket påvirker levendevægten, der har dannet grundlag for den daglige foderrations størrelse. Tillige har der, som anført i tabel 44, side 94, været forskelle på de tomme (levendevægt minus indhold i mavetarmkanal) grises

Tabel 34. Omsættelige kcal pr. dag.
Table 34. Metabolizable kcal per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	2431	3462	4692	5638	6782	8047
» 2	2436	3463	4591	5661	6702	7817
» 3	2305	3218	4414	5488	6555	7697
» 4	2389	3358	4656	5678	6818	8034
$\bar{s}$	38	44	57	98	97	148
F	10,2*	27,1*	19,0*	3,1	5,8*	5,4*
Sogrise	2394	3377	4602	5612	6746	7925
Galtgrise	2387	3373	4575	5621	6682	7872
F	0,2	0,0	0,9	0,0	1,7	0,5
Forsøg 2						
Hold 1	2669	3522	4738	5793	6762	8098
» 2	2696	3507	4793	5864	6949	8132
» 3	2566	3348	4587	5533	6689	7851
» 4	2581	3364	4593	5634	6613	7883
$\bar{s}$	35	44	66	78	91	111
F	13,7*	17,2*	9,8*	15,0*	10,1*	6,7*
Sogrise	2638	3433	4666	5690	6753	7997
Galtgrise	2618	3437	4690	5723	6753	7984
F	1,3	0,0	0,5	0,7	0,0	0,1
Forsøg 3						
Hold 1	2644	3591	4755	5873	6969	8202
» 2	2542	3483	4599	5646	6737	7921
» 3	2511	3458	4547	5650	6801	7970
» 4	2521	3401	4504	5596	6791	7966
$\bar{s}$	37	74	56	48	96	90
F	11,2*	4,4*	15,3*	26,4*	4,4*	7,9*
Sogrise	2563	3481	4582	5688	6845	8014
Galtgrise	2546	3485	4620	5694	6804	8016
F	0,9	0,0	1,8	0,1	0,8	0,0
Forsøg 4						
Hold 1	2735	3787	4925	6056	7121	8215
» 2	2639	3640	4790	5939	7010	8000
» 3	2557	3482	4640	5857	6864	8246
» 4	2639	3534	4755	5951	7023	8505
$\bar{s}$	27	46	75	60	98	100
F	28,6*	34,5*	9,8*	7,4*	4,7*	17,0*
Sogrise	2648	3614	4765	5966	7017	8273
Galtgrise	2637	3608	4790	5935	6992	8210
F	0,7	0,1	0,5	1,1	0,3	1,6

Tabel 34 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 5						
Hold 1	2913	3870	5136	6101	7037	8294
» 2	2734	3640	4783	6000	7058	8238
» 3	2593	3527	4643	5862	6933	8187
» 4	2643	3563	4698	5909	7010	8142
$\bar{s}$	30	49	57	38	132	134
F	91,2*	40,4*	60,9*	30,7*	0,7	0,9
Sogrise	2730	3648	4824	5970	7013	8238
Galtgrise	2711	3652	4806	5967	7006	8193
F	1,5	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4

F mell. hold: $F_{0,05}(3,9) = 3,9$. $F_{0,01}(3,9) = 7,0$. $F_{0,001}(3,9) = 13,9$. $*F \geq 3,9$.
 F mell. »køn«: $F_{0,05}(1,9) = 5,1$. $F_{0,01}(1,9) = 10,6$. $F_{0,001}(1,9) = 22,9$. $*F \geq 5,1$.

tørstofindhold. Levendevægt og tom vægt er derfor ikke gode udtryk for foderets energetiske værdi.

Der har ikke været signifikante forskelle på mængden af omsættelig energi mellem sogrise og galtgrise. Sogrisenes og galtgrisenes forskellige kvælstofaflejring har således ikke haft statistisk sikker indflydelse på mængden af omsættelig energi. I gennemsnit af perioder og forsøg udgjorde omsættelig energi 96,3 pct. af fordøjet energi. Procenten varierede fra 96,7 i gennemsnit af 1. periode til 95,8 i gennemsnit af 6. periode. I gennemsnit for hold varierede omsættelig energi i pct. af fordøjet energi fra 95,9 til 97,4 pct. i 1. periode og fra 95,4 til 96,4 pct. i 6. periode. Variationerne mellem hold er så små, at der med hensyn til vurdering af alsidigt sammensatte rationer næppe kan vindes noget ved at gå fra fordøjet energi til omsættelig energi. Hoffmann (1969) kom til samme resultat med udvoksede svin, idet regressionsanalyser viste, at energiaflejringen kunne beregnes med næsten samme sikkerhed ud fra fordøjet energi som ud fra omsættelig energi.

Tabel 35. g kvælstof udskilt med urin pr. dag.
 Table 35. g nitrogen excreted with urine per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	6,9	9,3	12,8	19,9	26,5	32,8
» 2	7,6	10,3	14,5	20,8	30,2	39,9
» 3	7,7	10,1	15,2	22,2	30,3	41,0
» 4	7,0	9,5	13,8	19,0	23,5	29,0
$\bar{s}$	0,5	0,7	0,9	1,7	2,5	3,0
F	2,9	1,9	5,5*	2,6	6,8*	15,2*
Sogrise	7,1	9,3	13,5	18,6	24,9	33,2
Galtgrise	7,5	10,3	14,6	22,3	30,3	38,2
F	3,0	8,3*	5,6*	18,7*	18,5*	11,3*

Tabel 35 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 2						
Hold 1	10,4	12,1	16,5	21,8	26,7	33,1
» 2	11,0	12,6	15,7	21,8	27,6	34,3
» 3	11,9	12,9	17,5	23,3	31,1	39,4
» 4	11,6	12,9	17,1	23,6	30,6	38,0
$\bar{s}$	1,3	1,5	1,2	1,4	1,6	1,9
F	1,1	0,3	1,6	1,9	7,4*	10,5*
Sogrise	10,7	12,0	15,3	20,8	27,6	34,8
Galtgrise	11,8	13,2	18,1	24,4	30,5	37,7
F	2,8	2,5	19,5*	26,9*	13,6*	9,9*
Forsøg 3						
Hold 1	7,1	10,1	14,1	19,3	26,2	34,3
» 2	7,8	11,0	14,7	20,8	28,2	36,4
» 3	7,5	10,8	15,8	22,1	30,3	38,1
» 4	7,8	10,7	15,0	20,3	26,7	35,2
$\bar{s}$	0,8	0,8	1,1	1,5	1,0	2,3
F	0,8	0,9	1,6	2,3	14,7*	2,2
Sogrise	7,5	10,6	14,3	19,7	27,0	35,2
Galtgrise	7,5	10,8	15,5	21,5	28,7	36,8
F	0,0	0,3	4,3	5,6*	13,6*	2,1
Forsøg 4						
Hold 1	8,8	12,8	17,2	24,3	32,3	39,6
» 2	8,0	12,9	16,3	22,1	31,4	39,0
» 3	8,9	12,7	17,5	23,7	31,5	39,9
» 4	9,1	12,0	17,0	22,9	31,3	40,0
$\bar{s}$	0,4	1,3	1,3	1,8	2,4	2,1
F	4,4*	0,4	0,6	1,2	0,2	0,2
Sogrise	8,6	12,3	16,4	21,6	30,7	38,4
Galtgrise	8,8	12,9	17,6	24,9	32,6	40,8
F	0,9	1,0	3,5	13,5*	2,9	5,5*
Forsøg 5						
Hold 1	7,6	12,4	19,0	28,5	35,9	41,4
» 2	6,5	10,0	13,3	18,2	24,2	29,8
» 3	7,6	11,1	15,1	21,7	30,9	37,3
» 4	7,7	11,5	15,3	21,1	27,9	33,8
$\bar{s}$	0,4	0,5	0,7	0,8	2,0	1,7
F	10,6*	14,4*	41,6*	115,1*	23,9*	32,5*
Sogrise	7,5	11,1	15,2	20,9	28,0	33,2
Galtgrise	7,2	11,4	16,2	23,9	31,5	37,9
F	2,7	1,9	7,3*	53,9*	12,1*	29,6*

Udnyttelsen af fordøjjet energi falder med 0,9 pct. fra 1. til 6. periode, fordi en stigende procentdel af det fordøjede kvælstof udskilles med urinen. Da de kvælstofholdige forbindelser i urinen antages at indeholde omkring 20 pct. af den energimængde, der var i det fordøjede protein, stiger energitabet. Som anført i tabel 35, varierede de daglige mængder urinkvælstof i 1. periode fra 6,5 g for hold 2 i forsøg 5 til 11,9 g for hold 3 i forsøg 2. Sogrisene udskilte 8,3 g og galtgrisene 8,6 g. I gennemsnit af alle forsøg blev der udskilt 8,4 g kvælstof med urinen i 1. periode, hvilket svarer til 40 pct. af det fordøjede. I 6. periode varierede urinkvælstof fra 29,0 g for hold 4 i forsøg 1 til 41,4 g for hold 1 i forsøg 5. For sogrisene udgjorde urinkvælstof 35,0 g og for galtgrisene 38,3 g. I gennemsnit af alle forsøg udskiltes 36,6 g kvælstof med urinen i 6. periode, hvilket svarer til 63 pct. af det fordøjede kvælstof. Den aflejrede procentdel af det fordøjede kvælstof i de enkelte perioder er vist i figur 4, side 82, for sogrise og galtgrise hver for sig.

En regressionsanalyse inden for køn ($n = 480$, $f = 477$) med urinens energiindhold som afhængig variabel og urinens kvælstofindhold som uafhængig variabel gav ligningen:

$$\text{kcal i urin} = 23,27 + 8,97 \times \text{g kvælstof i urin. } r^2 = 0,97.$$

$$\begin{array}{ll} s_b & 0,07 \\ t_b & 122 \end{array}$$

Koefficienten til urinkvælstof er noget større end angivet af *Rubner* (1902) og langt større end fundet af *Nehring et al.* (1963b). *Rubner* regnede med 7,45 kcal pr. g urinkvælstof. *Nehring et al.* beregnede ud fra forsøg med udvoksede svin ligningen:

$$\text{kcal i urin} = 37,08 + 6,72 \times \text{g kvælstof i urin. } r^2 = 0,86.$$

Ifølge *Jakobsen* (1958b) udskilles kvælstoffet til urinen hos pattedyr overvejende i form af urinstof. Urinstoffets energiindhold opgives af *Kleiber* (1961) til 5,41 kcal pr. g kvælstof. I urinen findes en mindre mængde af andre kvælstofholdige forbindelser end urinstof samt ikke kvælstofholdige forbindelser, hvorfor energiindholdet pr. g kvælstof må være større end 5,41. Almindeligt antages, at der udskilles 20 pct. af det oxiderede proteins energiindhold med de kvælstofholdige forbindelser til urinen, hvilket svarer til den af *Rubner* angivne værdi.

CO₂-produktion og O₂-forbrug

Den gennemsnitlige CO₂-produktion pr. dag (pr. dag ~ midterste opsamlingsdøgn eller respirationsdøgn) i de enkelte perioder er anført i tabel 36 med de dertil hørende spredninger og F-værdier. Spredningerne har varie-

Tabel 36. Produceret l CO₂ pr. dag.
Table 36. CO₂ production, litre per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	407	520	649	749	854	970
» 2	428	509	632	735	866	954
» 3	397	484	610	716	827	933
» 4	410	524	641	773	903	1009
$\bar{s}$	20	15	14	17	22	29
F	1,7	5,8*	5,5*	8,3*	8,5*	5,0*
Sogrise	417	518	649	764	887	994
Galtgrise	404	501	617	723	838	939
F	1,6	4,9	20,8*	24,6*	19,9*	14,3*
Forsøg 2						
Hold 1	438	534	661	775	892	1034
» 2	439	539	677	785	894	1011
» 3	425	536	665	773	866	1001
» 4	416	535	659	761	872	984
$\bar{s}$	16	20	17	22	33	28
F	1,9	0,0	0,9	0,8	0,7	2,1
Sogrise	442	555	681	794	906	1017
Galtgrise	418	517	649	753	856	998
F	9,7*	15,3*	14,1*	13,0*	9,4*	1,8
Forsøg 3						
Hold 1	428	540	650	770	905	1093
» 2	412	519	617	745	884	1010
» 3	406	513	617	739	873	1007
» 4	401	506	599	738	872	1041
$\bar{s}$	10	10	17	22	34	31
F	5,2*	8,3*	6,0*	1,9	8,3*	6,7*
Sogrise	415	529	634	760	905	1029
Galtgrise	409	510	608	736	863	1047
F	1,5	13,9*	8,9*	4,9	61,9*	1,4
Forsøg 4						
Hold 1	420	558	656	784	914	1031
» 2	437	536	637	771	892	1010
» 3	400	524	614	741	853	981
» 4	392	516	620	736	856	956
$\bar{s}$	16	16	16	25	34	40
F	6,2*	5,6*	5,3*	3,3	3,0	2,8
Sogrise	409	533	634	763	887	1004
Galtgrise	416	534	630	753	871	985
F	0,7	0,0	0,3	0,6	0,8	0,9

Tabel 36 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 5						
Hold 1	422	539	651	753	868	1003
» 2	422	537	657	758	904	1072
» 3	412	526	638	713	855	1000
» 4	410	525	633	730	877	997
$\bar{s}$	16	36	24	15	36	36
F	0,7	0,2	0,9	7,0*	1,3	4,1*
Sogrise	420	539	660	755	889	1043
Galtgrise	413	524	629	722	863	993
F	0,9	0,7	6,7*	18,0*	2,2	8,0*

ret fra 10 til 40 l, hvilket svarer til variationskoefficienter på henholdsvis 2,0 og 4,0. Den gennemsnitlige spredning svarer til en variationskoefficient på 3,3. Udtrykt i liter vokser spredningerne betydeligt fra periode 1 til periode 6, men udtrykt ved variationskoefficienterne er der ikke store forskelle mellem perioderne. I fire af de fem forsøg har sogrisene haft en betydelig højere CO₂-produktion end galtgrisene, men i forsøg 4 var der ingen reel forskel. O₂-forbruget er angivet i tabel 37. Spredningerne på O₂-forbruget har varieret fra 11 til 42 l. Den gennemsnitlige spredning på O₂-forbruget har været lidt større end for CO₂-produktionen, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne af kontrollforsøgene angivet i tabel 6, side 27. Ved forsøg med svin i vægtintervallet 30–85 kg fandt Thorbek (1969a), at spredningerne på CO₂-produktionen varierede fra 12 til 39 l og på O₂-forbruget fra 24 til 75 l. Resultaterne af kontrollforsøgene anført i tabel 7, side 29, viste, at der ikke var nogen sikker relation mellem pct. CO₂ eller pct. O₂ i analyseluften og afvigelserne mellem de indgåede og udgåede mængder af CO₂ eller O₂. Dette er i overensstemmelse med, at spredningerne, udtrykt ved variationskoefficienterne, kun falder lidt fra 1. til 6. periode.

De gennemsnitlige ukorrigerede respiratoriske kvotienter (RQ = produceret l CO₂/forbrugt l O₂) kan beregnes ud fra tabellerne 36 og 37. CO₂-produktionen har varieret mindre end O₂-forbruget fra forsøg til forsøg. O₂-forbruget var lavest i forsøg 1 og højest i forsøg 5. Derfor bliver RQ navnlig i de første perioder højere i forsøg 1 end i de efterfølgende forsøg. Årsagen hertil kan være, at svinene i forsøg 1 ikke fik tilskud af skummetmælkspulver i de første perioder, hvilket de fik i de efterfølgende forsøg. I forsøg 1 varierede RQ fra 1,01 i 1. periode til 1,10 i 6. periode. I forsøgene 2, 3 og 4 varierede RQ i gennemsnit fra 0,96 i 1. periode til 1,12 i 6. periode. I forsøg 5 var RQ kun 0,91 i 1. periode og 1,06 i 6. periode. Årsagen til det noget større O₂-forbrug i forsøg 5 kendes ikke. Ved begyndelsen og under første del af forsøget gav kontrollforsøgene god overensstemmelse

Tabel 37. Forbrugt l O₂ pr. dag.
Table 37. O₂ consumption, litre per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	410	511	623	700	794	885
» 2	416	504	599	692	797	868
» 3	402	485	597	687	766	845
» 4	408	519	624	734	835	925
$\bar{s}$	20	20	17	18	28	33
F	0,3	2,0	3,0	5,9*	4,1*	4,2*
Sogrise	418	513	636	733	832	911
Galtgrise	400	497	586	674	764	851
F	3,0	2,8	35,9*	45,0*	22,9*	13,6*
Forsøg 2						
Hold 1	446	540	631	720	817	911
» 2	451	544	654	740	818	897
» 3	445	556	659	749	808	903
» 4	432	553	652	733	809	892
$\bar{s}$	20	23	19	30	30	30
F	0,7	0,4	1,6	0,6	0,1	0,3
Sogrise	456	577	670	763	842	915
Galtgrise	430	520	628	708	784	886
F	6,9*	24,8*	20,3*	12,8*	15,0*	4,0
Forsøg 3						
Hold 1	447	547	638	725	844	972
» 2	432	529	619	711	824	921
» 3	431	526	619	702	805	902
» 4	423	523	605	713	815	951
$\bar{s}$	13	11	18	29	26	42
F	2,3	3,9*	2,2	0,4	1,6	2,1
Sogrise	439	545	635	729	847	943
Galtgrise	428	518	605	697	797	929
F	3,2	25,1*	10,7*	5,0	15,1*	0,4
Forsøg 4						
Hold 1	432	565	647	738	822	917
» 2	447	539	621	719	796	885
» 3	420	533	610	708	778	876
» 4	410	536	616	698	785	858
$\bar{s}$	15	17	21	24	33	40
F	4,4*	3,0	2,5	2,1	1,4	1,5
Sogrise	425	546	628	721	804	890
Galtgrise	429	540	620	711	786	878
F	0,3	0,4	0,6	0,8	1,2	0,4

Tabel 37 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 5						
Hold 1	467	582	676	753	857	969
» 2	454	564	654	728	847	983
» 3	451	562	661	697	826	949
» 4	453	552	652	712	846	950
$\bar{s}$	24	42	25	23	34	31
F	0,4	0,4	0,7	4,2*	0,6	1,1
Sogrise	460	573	682	747	870	996
Galtgrise	453	557	640	698	818	929
F	0,3	0,6	11,1*	17,4*	9,0*	18,8*

mellem de indgåede og udgåede mængder af både CO₂ og O₂. Der var dog som tidligere nævnt betydelige elektriske spændingsvariationer, som vanskeliggjorde analysearbejdet, og som kan have påvirket flowmetre og analysatorer. En del af disse variationer skyldtes, at den stabiliserede målestrøm, der anvendes til det mest følsomme apparatur, var blevet overbelastet. Under forsøget blev der derfor fjernet en del apparatur fra målestrømmen, ligesom der blev indskudt en ekstra stabilisator. De kontrolforsøg, der blev udført ved slutningen af forsøget, kan tyde på, at O₂-forbruget på det tidspunkt kan være bestemt ca. 2 procent for højt i forhold til CO₂-produktionen.

Varmeproduktion

Varmeproduktionen kan i henhold til Brouwer (1965) beregnes på to måder:

RQ-metoden:

Varmeproduktion, kcal = l CO₂ produceret × 1,200 + l O₂ forbrugt × 3,866 ÷ g urinkvælstof × 1,431 ÷ l CH₄ produceret × 0,518.

CN-metoden:

Varmeproduktion, kcal = omsættelige kcal ÷ (g aflejret kulstof × 12,388 ÷ g aflejret kvælstof × 4,636).

Varmeproduktionen beregnet efter RQ-metoden er anført i tabel 38. I 1. periode har den gennemsnitlige varmeproduktion for de enkelte hold varieret fra 2018 kcal til 2300 kcal. I gennemsnit af alle forsøg udgjorde varmeproduktionen 2164 kcal i 1. periode, hvilket svarer til 83,6 pct. af den tilførte omsættelige energi. I 6. periode varierede holdenes varmeproduktion fra 4327 kcal til 5046 kcal. I gennemsnit udgjorde varmeproduktionen 4683 kcal i 6. periode, hvilket svarer til 58,0 pct. af den omsættelige energi. Spredningerne varierede fra 54 til 206 kcal, hvilket svarer til variationskoefficienter på henholdsvis 2,0 og 7,3. Udtrykt ved variationskoefficienterne har de fleste spredninger ligget i området fra ca. 3,0 til 5,0.

Tabel 38. Varmeproduktion, kcal pr. dag, beregnet efter RQ-metoden.
Table 38. Heat production, kcal per day, calculated by the RQ-method

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	2062	2586	3169	3578	4055	4539
» 2	2110	2547	3053	3527	4078	4445
» 3	2018	2443	3020	3485	3910	4327
» 4	2060	2622	3162	3739	4278	4743
$\bar{s}$	93	93	77	85	129	160
F	0,7	2,8	3,8	6,8*	5,5*	4,8*
Sogrise	2105	2592	3218	3723	4243	4667
Galtgrise	2021	2506	2984	3441	3918	4361
F	3,3	3,5	37,1*	43,7*	25,3*	14,6*
Forsøg 2						
Hold 1	2234	2712	3210	3683	4192	4715
» 2	2254	2733	3317	3773	4195	4632
» 3	2213	2774	3320	3788	4117	4635
» 4	2152	2761	3287	3711	4130	4573
$\bar{s}$	93	111	94	145	156	148
F	0,9	0,3	1,2	0,5	0,3	0,6
Sogrise	2278	2879	3387	3871	4303	4710
Galtgrise	2148	2612	3180	3607	4014	4568
F	7,9*	23,3*	19,3*	13,3*	13,6*	3,7
Forsøg 3						
Hold 1	2230	2750	3226	3700	4312	5019
» 2	2154	2653	3112	3613	4207	4719
» 3	2142	2635	3113	3568	4118	4641
» 4	2108	2614	3035	3614	4159	4876
$\bar{s}$	60	54	87	136	111	196
F	2,9	5,0*	3,3	0,7	2,3	2,9
Sogrise	2184	2728	3196	3702	4322	4830
Galtgrise	2133	2598	3047	3545	4076	4796
F	2,9	23,2*	11,8*	5,4*	19,5*	0,1
Forsøg 4						
Hold 1	2162	2834	3265	3758	4230	4726
» 2	2242	2711	3141	3674	4103	4580
» 3	2090	2671	3069	3593	3984	4506
» 4	2044	2673	3103	3550	4017	4407
$\bar{s}$	76	81	99	120	169	195
F	5,2*	3,6	3,0	2,4	1,7	1,9
Sogrise	2123	2733	3163	3672	4129	4592
Galtgrise	2146	2711	3126	3615	4038	4517
F	0,4	0,3	0,6	0,9	1,2	0,6

Tabel 38 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 5						
Hold 1	2300	2878	3366	3772	4303	4890
» 2	2252	2811	3299	3696	4324	5046
» 3	2226	2789	3298	3518	4177	4815
» 4	2232	2745	3259	3600	4284	4822
$\bar{s}$	110	206	126	108	175	160
F	0,4	0,3	0,5	4,2*	0,6	1,8
Sogrise	2271	2846	3407	3763	4389	5056
Galtgrise	2235	2766	3204	3531	4154	4731
F	0,4	0,6	10,3*	18,5*	7,2*	16,5*

Beregnet efter CN-metoden bliver varmeproduktionen i gennemsnit godt 5 pct. lavere end beregnet efter RQ-metoden. Årsagerne hertil kan være flere. Som angivet ved ligningerne side 68, er der fordøjet en større procentdel af kulstoffet end af kalorierne, hvilket vil medvirke til højere kulstofbalancer. Dette kan helt eller delvis skyldes, at metan som tidligere nævnt er udeladt af beregningerne, fordi analyserne var meget usikre. Da svinene ifølge *Breirem* (1935a), *Schiemann et al.* (1962) og egne undersøgelser har en mindre produktion af metan, vil medregning af denne bevirke en forøgelse af varmeproduktionen efter CN-metoden og en formindskelse af varmeproduktionen efter RQ-metoden.

En sammenligning af de slagtede grises kalorieindhold bestemt ved kalorimetrisk analyse og beregnet ud fra kulstof- og kvælstofindholdet viste, at grisene indeholdt 2,2 pct. flere kcal beregnet efter CN-metoden end fundet ved analyse i kalorimetret. Dette kan tyde på, at *Brouwers* (1965) formel overvurderer den energimængde, der er forbundet med aflejret kulstof og aflejret kvælstof. Varmeproduktionen beregnet efter CN-metoden er lig med omsættelig energi (tabel 34) minus aflejret energi (tabel 40). Derfor bevirker de nævnte forhold, at den beregnede varmeproduktion bliver for lille.

Schiemann et al. (1961a) fandt også en højere varmeproduktion beregnet efter RQ-metoden end efter CN-metoden. Som årsag hertil angives, at RQ-metoden er udledt fra oxidation af dyrisk protein, glykogen og fedt, hvorfor den ikke altid vil være gyldig, når det gælder næringsstoffer resorberet fra andet foder. RQ-metodens resultater vil med andre ord være påvirket af fodernæringsstoffernes sammensætning, hvilket, som diskuteret af *Blaxter* (1962), teoretisk set er rigtigt.

Fra et teoretisk synspunkt kan der dog rejses tilsvarende indvendinger mod CN-metoden. Grundlaget for CN-metoden er den antagelse, at alt aflejret organisk stof (kvælstof og kulstof) aflejres som protein og fedt. Antagelsen er ikke helt rigtig, idet der i organismen findes en række andre stoffer

som f.eks. glykogen, nukleinsyrer, steroler, fosfolipider m.fl. Hertil kommer at det aflejrede fedts fedtsyresammensætning varierer med foderfedtets sammensætning, hvilket kan bevirke, at det aflejrede fedts kalorieværdi varierer. Begge metoder giver derfor teoretisk set kun tilnærmede værdier, men set fra et praktisk synspunkt vil de teoretiske fejlmuligheder sikkert være af underordnet betydning.

Varmeproduktionen har været noget større end fundet af *Breirem* (1935a), *Lund* (1938), *Ludvigsen & Thorbek* (1955) samt *Oslage et al.* (1966). For galtgrisene har varmereproduktionen beregnet efter CN-metoden været af samme størrelse, som fundet af *Thorbek* (1969a). Som diskuteret af *Just Nielsen* (1969a) påvirkes varmereproduktionen ved en given vægt af en række forhold såsom race, køn, foderets mængde og sammensætning, klimaforhold og tilvæning til det forsøgsmæssige miljø. Den højere varmereproduktion, fundet ved denne undersøgelse, kan næppe skyldes temperaturen, for den har, som vist i tabel 27, side 55, været omkring 20° C. Forskelle i fodermængde kan heller ikke forklare den højere varmereproduktion, fordi svinene ved denne undersøgelse har fortæret en mindre mængde omsættelig energi i begyndelsen af vækstperioden, og her var forskellene i varmereproduktion størst. Den mest sandsynlige forklaring på forskellene i varmereproduktionen er sikkert forskelle i svinenes arvelige anlæg for køddannelse. Som vist af *Clausen et al.* (1968), indeholder sogrise mere kød end galtgrise, og kødfylden stiger fra år til år. Ifølge tabel 38 har sogrisene (stor kødfylde) haft en højere varmereproduktion end galtgrisene (mindre kødfylde). De unge svin har tillige været meget aktive, og denne aktivitet kan stå i relation til fodermængde og fodersammensætning.

Aflejret kvælstof

Den gennemsnitlige kvælstofaflejring pr. dag i de enkelte perioder er anført i tabel 39. Spredningerne har varieret fra 0,4 til 1,2 g i 1. periode og fra 1,2 til 3,4 g i 6. periode. Spredningerne har været størst i de to første forsøg. I de efterfølgende forsøg er spredningerne lavere og stort set på samme niveau. I gennemsnit har variationskoefficienten været 5,4 i 1. periode og 8,8 i 6. periode. Der har været signifikante forskelle i kvælstofaflejringen mellem hold i de fire første perioder af forsøg 1, 1. og 6. periode i forsøg 4 samt 1., 2., 4. og 6. periode i forsøg 5.

Som anført i tabel 39 skyldes de signifikante forskelle mellem hold i forsøg 1, at holdene 2 og 3 i de fire første perioder har aflejret mere kvælstof end holdene 1 og 4. Ifølge tabel 16, side 40, indeholdt fodertørstoffet til holdene 2 og 3 henholdsvis 20,8 og 20,5 pct. protein mod 18,5 og 18,4 for holdene 1 og 4. Det blev derfor antaget, at de lave proteinmængder ikke dækkede svinenes behov i første del af vækstperioden, hvorfor der i de efterføl-

Tabel 39. g kvælstof aflejret pr. dag.
Table 39. g nitrogen retained per day

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	11,3	14,5	18,6	18,6	19,4	20,6
» 2	12,0	16,0	20,9	23,6	20,7	21,0
» 3	10,9	15,5	20,0	22,6	22,3	20,2
» 4	9,7	13,2	18,0	19,9	23,4	26,4
$\bar{s}$	0,4	0,6	0,6	1,7	2,7	3,4
F	24,0*	16,9*	17,9*	7,6*	1,7	3,0
Sogrise	11,2	15,2	20,0	22,8	23,9	24,2
Galtgrise	10,7	14,3	18,8	19,5	19,0	19,9
F	7,9*	9,0*	13,3*	15,7*	13,0*	6,6*
Forsøg 2						
Hold 1	10,9	15,0	17,5	19,0	20,1	21,8
» 2	10,9	14,7	18,9	20,8	21,3	20,7
» 3	11,1	16,1	18,5	20,3	21,5	22,0
» 4	11,4	14,7	19,3	20,3	21,0	24,8
$\bar{s}$	1,2	1,4	1,4	2,0	1,7	1,9
F	0,2	0,8	1,3	0,6	0,6	3,2
Sogrise	11,5	15,7	19,5	21,6	22,0	23,4
Galtgrise	10,6	14,6	17,7	18,6	20,0	21,3
F	2,4	2,2	7,2*	9,3*	5,5*	4,7
Forsøg 3						
Hold 1	13,7	16,0	19,4	20,7	20,6	20,1
» 2	13,5	15,9	19,8	21,0	21,4	22,3
» 3	13,4	14,8	18,5	18,8	19,5	19,8
» 4	13,2	14,6	18,4	20,0	20,8	21,2
$\bar{s}$	0,6	0,9	1,1	1,3	0,8	1,8
F	0,3	2,7	1,6	2,4	3,5	1,7
Sogrise	13,5	15,4	19,5	20,7	21,3	21,3
Galtgrise	13,4	15,2	18,6	19,5	19,8	20,4
F	0,0	0,1	3,1	3,6	14,2*	1,0
Forsøg 4						
Hold 1	13,9	17,6	19,2	20,7	19,1	20,0
» 2	13,1	15,1	19,5	20,2	17,9	17,1
» 3	12,6	14,9	18,1	20,2	18,7	21,7
» 4	12,9	15,8	18,8	21,4	18,9	21,9
$\bar{s}$	0,4	1,3	1,5	1,8	2,1	1,2
F	6,8*	3,5	0,6	0,4	0,2	13,8*
Sogrise	13,3	16,2	19,4	22,0	19,4	21,4
Galtgrise	13,0	15,5	18,4	19,2	17,9	18,9
F	1,4	1,1	2,0	10,3*	2,1	18,5*

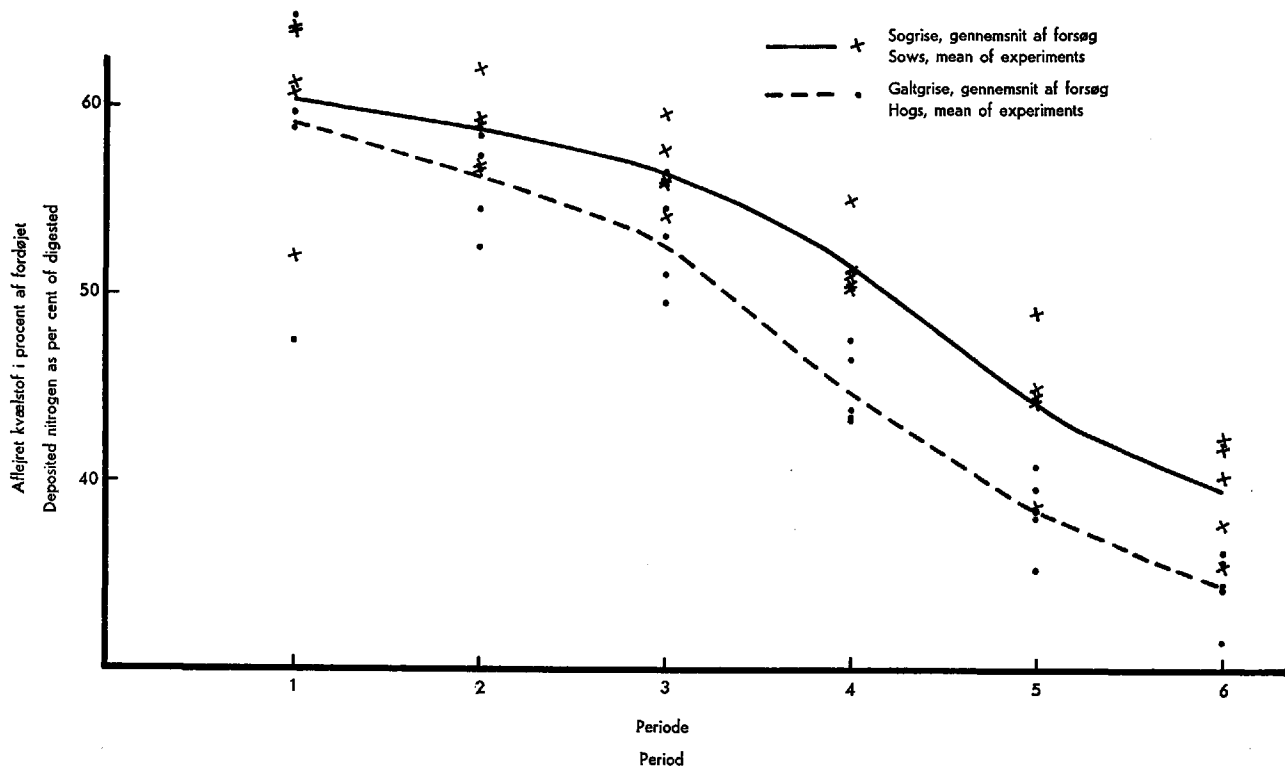
Tabel 39 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 5						
Hold 1	14,9	17,7	19,3	18,2	18,5	21,3
» 2	12,9	14,0	17,7	19,1	22,6	22,2
» 3	12,3	15,2	18,8	19,9	19,9	20,0
» 4	12,9	15,1	19,0	20,5	22,2	23,7
$\bar{s}$	0,6	0,6	0,9	0,7	2,1	1,2
F	14,5*	27,5*	2,6	8,5*	3,5	7,2*
Sogrise	13,3	15,7	19,2	20,8	22,4	23,7
Galtgrise	13,2	15,3	18,1	18,1	19,2	19,9
F	0,0	2,0	6,0*	61,4*	9,4*	42,3*

gende forsøg blev givet tilskud af skummetmælkspulver i de første perioder. Det er imidlertid ikke givet, at grundlaget for denne antagelse var helt rigtig. For det første var proteinets lysin- og metioninindhold som angivet i tabel 14, side 39, højere end i de efterfølgende forsøg, og for det andet viste senere beregninger (se tabel 45, side 102), at de slagtede svin indeholdt betydeligt mindre kvælstof end beregnet ud fra balancerne. Svinene på holdene 2 og 3 indeholdt kun 83 pct. af den beregnede kvælstofmængde, medens svinene på holdene 1 og 4 indeholdt knap 88 pct. Principielt samme forhold gør sig gældende med hensyn til forskellene i aflejret kvælstof for forsøg 5. Der er dog næppe tvivl om, at tilskuddet af skummetmælkspulver har været berettiget, fordi foderblandingerne til de efterfølgende forsøg indeholdt mindre lysin og metionin end i forsøg 1.

Sogrisene har i alle forsøg aflejret mere kvælstof end galtgrisene, hvilket er i overensstemmelse med *Oversigt over Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums arbejder* (1953) samt *Ludvigsen & Thorbek* (1955), medens *Kemme* (1962) fandt, at kvælstofaflejringen var af samme størrelsesorden hos so- og galtgrise. Som vist grafisk i figur 4 har sogrisene aflejret godt 60 pct. af det fordøjede kvælstof i 1. periode mod knap 40 pct. i 6. periode. For galtgrisene er de tilsvarende tal 59 pct. og godt 34 pct. Stort set har sogrisenes kvælstofaflejring været af samme størrelse, som fundet af *Breirem* (1935a) ved forsøg med høj proteintilførsel (F-serien), men der er tendens til en lavere aflejring i begyndelsen af vækstperioden og en højere mod slutningen. Galtgrisenes kvælstofaflejring har været af samme størrelse, som fundet af *Thorbek* (1969a). *Cooke et al.* (1965) fandt en noget større daglig kvælstofaflejring, medens *Kemme* (1962), *Oslage & Fliegel* (1965) og *Oslage et al.* (1966) fandt en lidt lavere kvælstofaflejring.

Figur 4. *Alleiret procent af fordøjret kvælstof.*
Figure 4. Deposited per cent of digested nitrogen



Aflejret kcal

Energiaflejringerne er beregnet efter *Brouwers* (1965) formler:

CN-metoden:

$$\text{Aflejret kcal} = \text{g aflejret kulstof} \times 12,388 \div \text{g aflejret kvælstof} \times 4,636.$$

RQ-metoden:

$$\text{Aflejret kcal} = \text{omsættelige kcal} \div \text{varmeproduktion, kcal}.$$

De gennemsnitlige daglige energiaflejringer, beregnet efter CN-metoden og RQ-metoden, er angivet i tabellerne 40 og 41. For CN-metoden varierer størrelsen af balancerne fra 210 til 724 kcal i 1. periode. For de samme to hold udgjorde den daglige mængde omsættelig energi henholdsvis 2436 og 2913 kcal. I 6. periode varierede balancerne fra 3141 til 4603 kcal, medens den omsættelige energi for de samme to hold kun varierede fra 8202 til 8505 kcal. Spredningerne udgjorde i 1. periode fra 62 til 143 kcal. Her var de tilsvarende spredninger på omsættelig energi henholdsvis 37 og 38 kcal. Den store spredning på 1. periode (143 kcal) i forsøg 1 skyldes sikkert, at dette var svinenes første ophold i opsamlingsbure og respirationskamre. Ved de efterfølgende forsøg fik svinene ca. en uges ophold i opsamlingsburene og et døgn's ophold i respirationskamrene, inden forsøgene blev påbegyndt. I 6. periode udgjorde mindste og største spredning henholdsvis 189 og 336 kcal. Beregnet efter RQ-metoden varierede energibalancerne i gennemsnit fra 287 til 612 kcal i 1. periode og fra 3091 til 4098 kcal i 6. periode. For de samme hold udgjorde omsættelig energi 2305 og 2913 kcal i 1. periode samt 7966 og 8505 kcal i 6. periode. I 1. periode varierede spredningerne fra 58 til 110 kcal og i 6. periode fra 159 til 262 kcal. De tilsvarende spredninger på omsættelig energi var, nævnt i samme rækkefølge, 37, 30, 148 og 100 kcal.

Tabel 40. kcal aflejret pr. dag beregnet efter CN-metoden.
Table 40. kcal retained per day calculated by the CN-method

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	361	916	1584	2196	2922	3715
» 2	210	984	1627	2251	2810	3734
» 3	232	798	1489	2212	2836	3651
» 4	292	748	1701	2160	2658	3636
$\bar{s}$	143	108	96	131	170	191
F	0,9	4,0*	3,4	0,3	1,7	0,3
Sogrise	233	811	1501	2057	2671	3538
Galtgrise	315	912	1700	2352	2942	3831
F	1,3	3,5	17,4*	20,3*	10,2*	9,5*

Tabel 40 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 2						
Hold 1	487	967	1611	2339	2854	3508
» 2	519	989	1595	2324	3022	3593
» 3	436	782	1459	1834	2682	3370
» 4	538	732	1463	2120	2829	3569
$\bar{s}$	104	101	143	102	214	189
F	0,8	6,6*	1,3	21,5*	1,7	1,1
Sogrise	421	736	1406	1983	2670	3460
Galtgrise	570	999	1658	2326	3024	3560
F	8,3*	26,9*	12,4*	45,6*	11,0*	1,2
Forsøg 3						
Hold 1	627	956	1689	2276	2949	3141
» 2	546	939	1679	2239	2702	3340
» 3	554	917	1581	2234	2781	3417
» 4	592	936	1725	2141	2624	3304
$\bar{s}$	62	116	117	156	94	245
F	1,4	0,1	1,1	0,6	8,7*	0,9
Sogrise	569	863	1563	2139	2638	3366
Galtgrise	591	1011	1774	2306	2890	3236
F	0,5	6,5*	13,1*	4,6	28,5*	1,1
Forsøg 4						
Hold 1	654	1110	1900	2579	3039	3762
» 2	433	1159	1987	2486	2993	3667
» 3	570	917	1772	2554	3182	4101
» 4	659	1005	1919	2703	3359	4603
$\bar{s}$	124	105	135	134	251	310
F	2,9	4,2*	1,8	1,8	1,7	7,4*
Sogrise	609	1050	1859	2569	3106	4010
Galtgrise	548	1045	1930	2592	3181	4056
F	1,0	0,0	1,1	0,1	0,4	0,1
Forsøg 5						
Hold 1	724	1160	1996	2662	2929	3786
» 2	630	1001	1714	2602	2920	3455
» 3	507	938	1666	2730	3060	3728
» 4	601	1049	1733	2628	3050	3730
$\bar{s}$	105	214	171	100	242	336
F	2,9	0,8	3,0	1,2	0,4	0,8
Sogrise	601	984	1677	2538	2898	3515
Galtgrise	629	1090	1877	2773	3082	3835
F	0,3	1,0	5,5*	22,1*	2,3	3,6

Tabel 41. kcal aflejret pr. dag beregnet efter RQ-metoden.
Table 41. kcal retained per day calculated by the RQ-method

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 1						
Hold 1	368	876	1523	2060	2727	3508
» 2	327	916	1538	2134	2624	3371
» 3	287	775	1394	2003	2644	3370
» 4	329	736	1494	1939	2540	3291
$\bar{s}$	89	119	98	104	149	159
F	0,6	2,0	1,8	2,5	3,1	1,3
Sogrise	289	785	1384	1889	2502	3258
Galtgrise	366	867	1591	2179	2765	3511
F	3,0	1,9	18,0*	31,1*	12,3*	10,2*
Forsøg 2						
Hold 1	436	809	1528	2110	2570	3383
» 2	442	774	1475	2091	2754	3500
» 3	354	574	1267	1745	2571	3216
» 4	429	603	1306	1923	2483	3310
$\bar{s}$	86	88	102	89	161	173
F	0,9	7,3*	6,2*	14,8*	2,0	1,9
Sogrise	360	554	1279	1819	2450	3288
Galtgrise	470	825	1509	2116	2739	3417
F	6,6*	38,0*	20,5*	44,9*	12,8*	2,2
Forsøg 3						
Hold 1	414	841	1529	2173	2657	3183
» 2	388	830	1487	2033	2529	3203
» 3	369	823	1434	2082	2683	3330
» 4	413	787	1469	1982	2632	3091
$\bar{s}$	58	98	102	137	138	218
F	0,6	0,2	0,6	1,4	1,0	0,8
Sogrise	379	753	1386	1986	2523	3184
Galtgrise	413	887	1573	2149	2728	3219
F	1,4	7,5*	13,4*	5,7*	8,8*	0,1
Forsøg 4						
Hold 1	573	953	1660	2298	2891	3489
» 2	397	929	1649	2265	2907	3420
» 3	467	811	1572	2264	2880	3740
» 4	595	861	1652	2401	3006	4098
$\bar{s}$	86	83	132	107	188	262
F	4,7*	2,4	0,4	1,5	0,4	5,5*
Sogrise	525	881	1602	2294	2888	3681
Galtgrise	491	897	1665	2320	2954	3693
F	0,6	0,2	0,9	0,2	0,5	0,0

Tabel 41 fortsat.

Periode	1	2	3	4	5	6
Forsøg 5						
Hold 1	612	992	1769	2328	2734	3404
» 2	482	829	1484	2304	2734	3192
» 3	367	737	1345	2344	2756	3372
» 4	411	818	1439	2309	2726	3320
s	110	183	141	106	163	253
F	3,8	1,4	6,7*	0,1	0,0	0,5
Sogrise	459	803	1417	2207	2623	3182
Galtgrise	477	885	1602	2436	2852	3462
F	0,1	0,8	6,8*	18,6*	7,8*	4,9

Der er således sket en betydelig forøgelse af spredningen ved at gå fra omsættelig energi til aflejret energi. I gennemsnit udgjorde de periodiske spredninger på omsættelig energi 60 kcal, på aflejret energi beregnet efter CN-metoden 157 kcal og beregnet efter RQ-metoden 133 kcal. Spredningerne på aflejret energi er således ca. 2,5 gange større end på omsættelig energi. I gennemsnit stiger de periodiske variationskoefficienter fra ca. 1,3 på omsættelig energi til omkring 10 på energibalancerne. De høje variationskoefficienter på aflejret energi skyldes i væsentlig grad, at der i gennemsnit for hele vækstperioden kun er aflejret ca. 35 pct. af den omsættelige energi. I 1. periode er der kun aflejret omkring 16 pct. af den omsættelige energi, hvilket delvis forklarer, hvorfor variationskoefficienterne her opnår en størrelsesorden på omkring 20 pct.

En væsentlig årsag til den større spredning på energibalancerne er sikkert genetiske forskelle på svinene, herunder forskelle i temperament og tilpasningsevne til det forsøgsmæssige miljø. Der er dog næppe tvivl om, at det tekniske apparatur specielt flowmetrene har medvirket til de forøgede spredninger på energibalancerne. Galtgrisene har, beregnet efter CN-metoden, aflejret mest energi i 27 af de 30 perioder og beregnet efter RQ-metoden i 29 af de 30 perioder. I forsøgene 1, 2, 3 og 5 er der i de fleste tilfælde signifikante forskelle på so- og galtgrisenenes energiaflejring, medens der i intet tilfælde er reelle forskelle i forsøg 4. Energibalancerne, beregnet efter RQ-metoden, ligger på et lavere niveau end energibalancerne, beregnet efter CN-metoden. Årsagerne hertil er diskuteret under omtale af varmeproduktionen.

Udtrykt i pct. af omsættelig energi har differencen mellem aflejret kcal, beregnet efter CN-metoden, og aflejret kcal, beregnet efter RQ-metoden, varieret fra $\div 2,3$ pct. i 1. periode af forsøg 1 til 7,2 pct. i 1. periode af forsøg 3. I gennemsnit af de enkelte forsøg har de periodiske differencer ud-

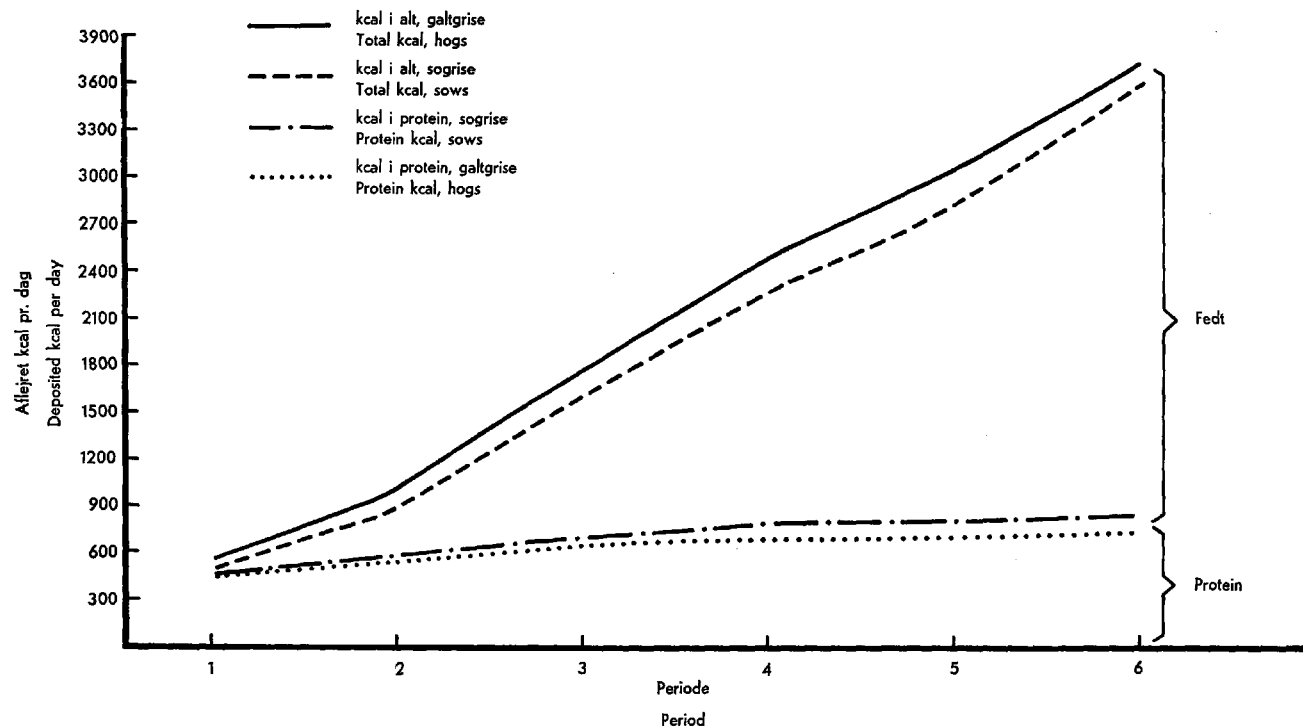
gjort henholdsvis 1,8, 3,4, 3,5, 4,1 og 5,0 pct. for forsøgene 1, 2, 3, 4 og 5. Spredningerne på differencerne var størst i forsøg 3 og mindst i forsøg 5. Differencerne mellem CN-balancerne og RQ-balancerne blev t-testet, idet de to beregningsmetoder blev betragtet som parvis sammenhørende iagttagelser, som beskrevet af *Hald* (1948). De periodiske t-værdier varierede fra 2,3 til 24,9 med et gennemsnit omkring 11, og der har været signifikant forskel ($P \leq 0,05$) mellem de to beregningsmetoder i alle perioder.

I figur 5 er den daglige energiaflejrning og dennes fordeling på protein og fedt vist for sogrise og galtgrise hver for sig. Kurvernes forløb svarer principielt til *Breirems* (1935a) og *Thorbeks* (1969b). Den totale energiaflejrning er dog navnlig i begyndelsen af vækstperioden noget lavere end ved *Breirems* forsøg, hvorimod proteinaflejrningen som før nævnt er af samme størrelsesorden. I figur 6 er vist, hvor stor en procentdel proteinkalorierne udgør af den samlede energiaflejrning. Sogrisene har i gennemsnit aflejret 88 pct. af energien i protein i 1. periode og godt 21 pct. i 6. periode. For galtgrisene er de tilsvarende procenter 81 og knap 20. *Breirem* (1935a) beregnede ud fra sine forsøg med sogrise ved høj proteintilførsel (F-serien), at proteinkalorierne for vægte svarende til 1. og 6. periode udgjorde omkring 54 og 20 pct. af den samlede energiaflejrning.

Aflejret kcal pr. kg fodertørstof

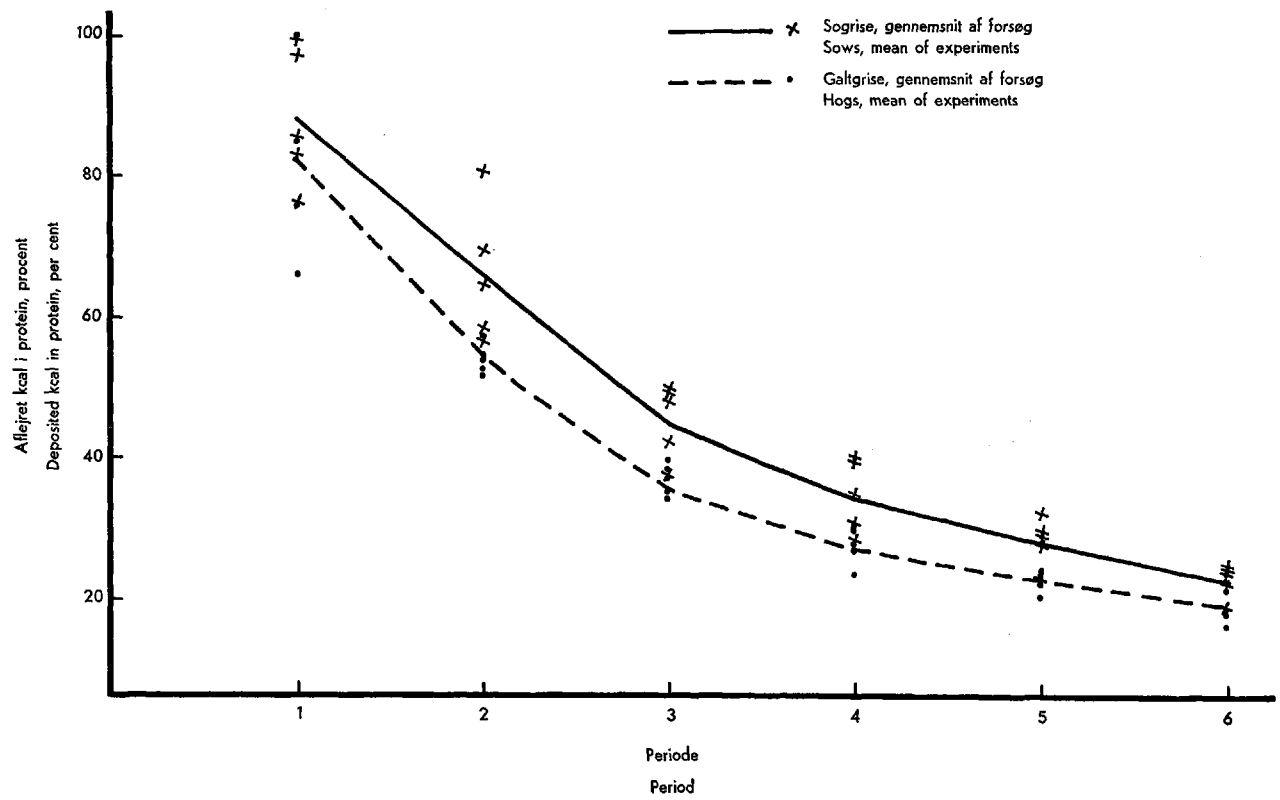
For at opnå et skøn over hele vækstperiodens energiaflejrning pr. kg fodertørstof og spredningerne i relation til fodertørstof, blev de periodiske energibalancer adderet og divideret med kg fortæret fodertørstof. kcal fundet ved analyse af de slagtede og formalede svin blev efter subtraktion af det i tabel 9, side 33, beregnede indhold ved 20 kg divideret med kg fodertørstof fortæret fra 20 kg indtil slagtning. Gennemsnitsresultaterne for hold, sogrise, galtgrise og kuld er angivet i tabel 42. Der har i alle forsøg været statistisk sikre forskelle mellem hold. Spredningerne pr. kg tørstof varierer for CN-metoden fra 50 til 75 kcal, for RQ-metoden fra 49 til 68 kcal og for slagteanalyserne fra 38 til 59 kcal. Slagteundersøgelserne giver således de sikreste resultater.

Variationskoefficienterne for aflejret energi udgør i gennemsnit omkring 4,5 pct. for balanceforsøgene og 3,9 pct. for slagteundersøgelserne. Da der kun er aflejret omkring 35 pct. af den omsættelige energi, svarer dette til henholdsvis 1,7 og 1,3 pct. af den omsættelige energi. Spredningerne på den gennemsnitlige energiaflejrning er således betydeligt mindre end på de periodiske aflejringer. Årsagen hertil er sikkert, at en del af de periodiske fejl er tilfældigt fordelt og derfor ophæver hinanden. Tillige får de første perioder, der har den største spredning pr. kg fodertørstof, kun mindre bety-



Figur 5. Daglig energilægning og dennes fordeling på fedt og protein.
Figure 5. Daily energy deposition and its distribution in fat and protein.

Figure 6. *Percent of allejret energi allejret i protein.*
 Figure 6. Per cent of deposited energy deposited in protein



**Tabel 42. kcal aflejret pr. kg fodertørstof i gennemsnit
for hele vækstperioden.**

*Table 42. Average kcal retained per kg feed dry matter throughout
the entire growth period*

Forsøg	1	2	3	4	5
Beregnet efter CN-metoden					
Hold 1	1309	1326	1305	1306	1289
» 2	1334	1323	1239	1415	1356
» 3	1215	1145	1206	1511	1547
» 4	1214	1192	1155	1744	1583
$\bar{s}$	54	53	50	75	72
F	5,3*	12,3*	6,2*	24,9*	16,0*
Sogrise	1199	1167	1191	1485	1384
Galtgrise	1337	1326	1262	1504	1503
F	26,2*	36,8*	8,1*	0,3	11,1*
Kuld 1	1167	1276	1219	1541	1486
» 2	1369	1217	1234	1448	1401
F	56,0*	5,1*	0,4	6,3*	5,8*
Beregnet efter RQ-metoden					
Hold 1	1239	1221	1211	1189	1151
» 2	1252	1213	1133	1286	1213
» 3	1135	1055	1126	1354	1338
» 4	1120	1065	1058	1544	1364
$\bar{s}$	50	49	58	68	56
F	7,7*	13,6*	4,6*	19,7*	13,3*
Sogrise	1121	1066	1092	1334	1210
Galtgrise	1252	1211	1173	1353	1324
F	27,7*	34,8*	7,8*	0,3	16,7*
Kuld 1	1091	1169	1119	1388	1307
» 2	1282	1108	1146	1299	1227
F	59,9*	6,0*	0,8	6,9*	8,2*
Beregnet ud fra slagteanalyser					
Hold 1	1265	1228	1203	1108	1244
» 2	1257	1153	1034	1255	1362
» 3	1108	1025	1042	1268	1524
» 4	1190	1032	943	1448	1509
$\bar{s}$	48	38	40	49	59
F	9,4*	27,3*	28,9*	31,9*	20,2*
Sogrise	1160	1073	1031	1263	1353
Galtgrise	1250	1146	1082	1277	1467
F	14,4*	15,4*	6,6*	0,3	14,7*
Kuld 1	1087	1132	1042	1290	1420
» 2	1323	1087	1071	1250	1400
F	97,5*	5,7*	2,1	2,6	0,5

F mell. kuld: $F_{0,05}(1,9) = 5,1$. $F_{0,01}(1,9) = 10,6$. $F_{0,001}(1,9) = 22,9$. * $F \geq 5,1$.

ning for det samlede resultat, fordi energiaflejringen pr. kg fodertørstof stiger fra periode til periode og er størst i 6. periode.

Principielt bliver foderet vurderet ens ved balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. F-værdierne er dog i alle tilfælde størst ved slagteundersøgelserne, ligesom der er betydelige forskelle på antallet af aflejrede kcal og dermed i den relative vurdering. Årsagerne hertil omtales i kapitel 5.

Galtgrisene har i alle forsøg aflejret mere energi end sogrisene. Forskellene mellem sogrise og galtgrise er for alle tre metoder signifikante i forsøgene 1, 2, 3 og 5, medens der ikke er reelle forskelle i forsøg 4. Slagteundersøgelserne giver lidt mindre forskel mellem sogrise og galtgrise end balanceforsøgene, hvilket kan tyde på, at sogrise og galtgrise reagerer forskelligt over for miljøet i respirationskamrene.

Der har været betydelige forskelle mellem kuld i de enkelte forsøg. I forsøg 1 var der større forskelle i energiaflejringen mellem kuld end mellem sogrise og galtgrise. Beregnet ud fra balanceforsøgene var der signifikant forskel mellem kuld i forsøgene 1, 2, 4 og 5, medens der ved slagteundersøgelserne kun var signifikant forskel mellem kuld i forsøgene 1 og 2. Den mest sandsynlige forklaring på de divergerende forskelle mellem kuld ved balanceforsøgene og slagteundersøgelserne er, at de forskellige kuld reagerer forskelligt over for miljøet i respirationskamrene.

Fodertørstoffets relative værdi

For at opnå et skøn over fodertørstoffets relative værdi inden for forsøg og en sammenligning mellem de forskellige energiformer og beregningsmetoder blev fodertørstoffets indhold af sk.f.e., fordøjet energi, omsættelig energi, aflejret energi og nettoenergi pr. kg fodertørstof beregnet. De relative værdier blev udtrykt i forhold til det hold, der er fodret med dansk byg og normalt proteintilskud. Fodertørstoffets indhold af sk.f.e. er beregnet som anført af *Andersen & Petersen* (1968). Fordøjet energi, omsættelig energi og aflejret energi bestemt ved balanceforsøgene er beregnet på de 6 perioders sum. Aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne er beregnet for hele vækstperioden fra 20 kg til slagtning. Nettoenergi er beregnet ud fra mængderne af de fordøjede næringsstoffer, som angivet af *Nehring et al.* (1969).

Som anført i tabel 43 afviger fodertørstoffets værdi, udtrykt som sk.f.e., op til omkring plus minus 10–11 pct. fra dets værdi, målt som fordøjelig og omsættelig energi. Fordøjet energi og omsættelig energi giver samme vurdering af de forskellige fodersammensætninger, idet den største forskel på forholdstallene er 0,6.

Set i forhold til aflejret energi giver sk.f.e. en endnu mere afvigende vurdering af foderet. Som det bliver diskuteret i kapitel 6, har forskelle

i fodringsintensitet (mængde og værdi af dagligt foder) påvirket energiflejringen, hvorfor de anførte relative værdier for aflejt energi ikke kan betragtes som helt korrekte skøn over fodertørstoffets værdi. CN-metoden og RQ-metoden giver principielt samme vurdering af foderet, idet de forskellige fodersammensætninger opnår samme rækkefølge ved de to metoder. Derimod er der forskelle på op til 4,3 på forholdstallene.

Tabel 43. Fodertørstoffets relative værdi i gennemsnit for hele vækstperioden.
Dansk byg plus normalt proteintilskud = 100.

Table 43. Average relative value of the feed dry matter throughout the entire growth period.

Danish barley plus normal protein supplement = 100

Hold	1	2	3	4
Forsøg 1				
Sk.f.e.	100	101	99	99
Fordøjet energi	100	102	93	96
Omsættelig energi	100	101	92	96
Aflejret energi, CN-metoden	100	102	93	93
» » RQ-metoden	100	101	92	90
» » slagteundersøgelser ..	100	99	88	94
Nettoenergi	100	100	92	97
Forsøg 2				
Sk.f.e.	100	100	97	98
Fordøjet energi	100	99	94	92
Omsættelig energi	100	99	93	91
Aflejret energi, CN-metoden	100	100	86	90
» » RQ-metoden	100	99	86	87
» » slagteundersøgelser ..	100	94	83	84
Nettoenergi	100	99	92	91
Forsøg 3				
Sk.f.e.	100	99	99	98
Fordøjet energi	100	93	91	88
Omsættelig energi	100	93	90	87
Aflejret energi, CN-metoden	100	95	92	89
» » RQ-metoden	100	94	93	88
» » slagteundersøgelser ..	100	86	87	78
Nettoenergi	100	93	90	87
Forsøg 4				
Sk.f.e.	99	100	101	103
Fordøjet energi	92	100	103	111
Omsættelig energi	92	100	103	111
Aflejret energi, CN-metoden	92	100	107	123
» » RQ-metoden	92	100	105	120
» » slagteundersøgelser ..	88	100	101	115
Nettoenergi	92	100	103	112

Tabel 43 fortsat.

Hold	1	2	3	4
Forsøg 5				
Sk.f.e.	88	100	103	100
Fordøjet energi	91	100	109	111
Omsættelig energi	91	100	109	111
Aflejret energi, CN-metoden	95	100	114	117
» » RQ-metoden	95	100	110	112
» » slagteundersøgelser ..	91	100	112	111
Nettoenergi	92	100	108	109

Sk.f.e. beregnet som angivet af *Andersen & Petersen* (1968).

Nettoenergi beregnet som angivet af *Nehring et al.* (1969).

Slagteundersøgelserne giver en noget anden vurdering end balanceforsøgene. Foderet med majs og milokorn bliver vurderet 4-8 pct. lavere og foderet med amerikansk byg indtil 11 pct. lavere end efter balanceforsøgene. Arsagerne til denne forskellige vurdering diskuteres i kapitel 5.

Nettoenergi beregnet som angivet af *Nehring et al.* (1969) giver næsten samme relative vurdering af foderet som fordøjet energi og omsættelig energi. Dette er i overensstemmelse med *Hoffmann* (1969). Ved sammenlignende beregninger fandt *Hoffmann*, at energiaflejringen fra forskellige foderrationer kunne beregnes med næsten samme sikkerhed ud fra fordøjet energi eller omsættelig energi som ud fra fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet NFE og fordøjet træstof. Nævnt i samme rækkefølge var de multiple korrelationskoefficienter (R) henholdsvis 0,983, 0,985 og 0,986. Det vil med andre ord sige, at der består et lineært forhold mellem tilført fordøjelig energi eller omsættelig energi og energiaflejringen hos udvoksede eller næsten udvoksede svin. Som vist i tabel 43 består der tilsyneladende ikke nogen lineær relation mellem på den ene side fordøjet energi og omsættelig energi og på den anden side aflejret energi bestemt ved vækst. Dette gælder både for balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. Tilsætning af frarensning fra U.S. 5 byg har tilsyneladende ikke haft anden indflydelse på energiaflejringen, end der måtte forventes ud fra frarensningens kemiske sammensætning og fordøjelighed.

Svinenes slagtevægt, kødindhold og kemiske sammensætning

Svinenes kødfylde og kemiske sammensætning skal ikke diskuteres i detaljer her, men af hensyn til de efterfølgende kapitler er de vigtigste resultater angivet i tabel 44. Pct. kød er beregnet som procent af hele slagtekrop-

Tabel 44. Svinenes tomme vægt, varme slagtevægt, procentiske kødindhold og kemiske sammensætning.

Table 44. The empty weight of the pigs, warm slaughter weight, percentage lean meat and chemical composition

	Tom vægt kg	Varm sl.v. kg	Kød pct.	Pct. af protein i kødet	Pct. af kcal i kødet	Tørstof pct.	Tørst. kem. sammensætning		
							Protein pct.	Fedt pct.	kcal pr. kg
Forsøg 1									
Hold 1	82,4	69,5	57,0	54,4	35,6	43,0	39,8	52,1	7110
» 2	82,2	69,2	58,9	55,1	37,8	42,2	41,3	51,1	7067
» 3	80,6	67,9	59,1	55,9	37,3	42,2	41,8	50,0	6958
» 4	83,5	70,6	59,2	56,0	36,6	41,9	41,3	51,2	7076
$\bar{s}$	1,6	1,1	1,5	1,0	1,8	1,3	2,1	2,4	103
F	2,1	4,0*	1,9	2,3	1,0	0,6	0,7	0,5	1,6
Sogrise	83,0	70,1	60,1	56,0	38,4	40,8	43,8	47,8	6892
Galtgrise	81,4	68,5	57,0	54,7	35,3	43,9	38,3	54,4	7213
F	3,7	7,7*	17,2*	6,6*	11,7*	22,3*	27,5*	31,6*	38,9*
Forsøg 2									
Hold 1	80,7	68,8	58,5	56,0	37,9	42,9	40,3	52,5	7037
» 2	79,9	67,7	59,6	54,8	39,8	41,7	41,7	50,5	6947
» 3	79,4	67,1	60,6	55,5	40,1	40,1	44,7	47,0	6798
» 4	79,9	67,5	60,4	55,7	39,6	40,6	43,9	48,1	6890
$\bar{s}$	2,0	1,9	1,4	1,2	1,9	1,0	2,0	2,6	121
F	0,3	0,6	1,9	0,8	1,1	6,3*	3,9*	3,5	2,8
Sogrise	80,5	68,1	60,7	55,8	40,0	40,2	44,8	47,0	6800
Galtgrise	79,5	67,4	58,8	55,2	38,7	42,5	40,5	52,1	7035
F	1,0	0,5	7,5*	1,2	2,1	19,3*	18,7*	14,7*	15,1*
Forsøg 3									
Hold 1	80,6	67,0	58,4	53,6	37,1	41,2	41,7	50,2	7034
» 2	77,0	64,3	60,0	54,5	39,1	40,0	44,7	46,7	6835
» 3	76,5	63,8	58,9	53,6	37,9	40,8	42,6	49,1	6975
» 4	77,3	64,2	60,8	55,0	39,7	39,2	44,9	46,4	6819
$\bar{s}$	2,0	1,7	1,7	1,6	1,6	1,2	2,0	2,0	104
F	3,7	2,9	1,6	0,8	2,1	2,2	2,5	3,3	4,1*
Sogrise	78,2	65,2	60,3	54,6	38,9	39,8	44,8	46,5	6837
Galtgrise	77,5	64,5	58,7	53,7	38,0	40,8	42,1	49,8	6995
F	0,5	0,6	3,3	1,3	1,1	3,4	7,2*	10,9*	9,2*
Forsøg 4									
Hold 1	82,6	69,3	60,0	55,1	38,7	41,1	41,1	50,4	7100
» 2	78,7	66,3	57,4	54,0	36,4	42,6	39,1	52,7	7210
» 3	79,0	66,8	58,9	54,6	38,5	41,7	40,5	52,1	7184
» 4	80,3	67,6	58,8	55,0	38,5	43,0	38,6	53,7	7273
$\bar{s}$	1,5	1,6	1,9	1,8	2,1	1,2	2,3	2,8	143
F	5,3*	2,8	1,3	0,3	1,1	1,9	1,0	1,0	1,0
Sogrise	80,9	68,1	59,2	54,9	37,8	41,5	40,6	51,3	7146
Galtgrise	79,4	66,9	58,3	54,5	38,2	42,7	39,1	53,1	7237
F	3,6	2,5	0,9	0,2	0,1	3,4	1,7	1,6	1,6

Tabel 44 fortsat.

	Tom vægt kg	Varm sl.v. kg	Kød pct.	Pct. af protein i kødet	Pct. af kcal i kødet	Tør- stof pct.	Tørst. kem. sammensætning		
							Protein pct.	Fedt pct.	kcal pr.kg
Forsøg 5									
Hold 1	84,1	71,6	57,7	54,8	37,3	44,3	37,6	54,9	7339
» 2	83,6	71,2	59,0	56,3	37,9	43,5	38,6	54,3	7305
» 3	83,2	71,0	58,2	55,9	37,5	44,0	38,2	55,2	7345
» 4	83,7	71,7	58,3	55,1	37,4	43,5	39,1	54,2	7290
$\bar{s}$	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,3	1,7	1,7	71
F	0,2	0,1	0,5	0,7	0,1	0,4	0,5	0,3	0,6
Sogrise	84,7	71,9	59,2	55,4	38,1	42,4	40,4	52,0	7199
Galtgrise	82,6	70,8	57,5	55,6	36,9	45,2	36,3	57,3	7440
F	6,0*	1,5	4,5	0,1	2,7	18,6*	23,0*	40,5*	46,5*

pen, d.v.s. begge sider, langryg, flomme, hoved og tæer. Pct. tørstof er beregnet som procent af grisens tomme vægt (levendevægt ÷ indhold i mavetarm-kanal). Pct. af protein og kcal i kødet er den procentdel af indholdet i den tomme gris, der er aflejret i kødet.

Som anført i tabel 34, side 69, har der ikke været store forskelle på den daglige tilførsel af omsættelig energi til de forskellige hold inden for forsøg, og den daglige tilvækst har været meget ens for de forskellige hold. Stort set har grisene tillige fået tilført de daglige mængder af lysin og metionin, som i henhold til *Clausen* (1963, 1965) og *Eggum* (1968) skulle sikre maksimal køddannelse. Som diskuteret af *Just Nielsen* (1966a), er grisenes kødfylde i væsentlig grad bestemt af den daglige nettoenergitilførsel og forholdet mellem nettoenergi og protein i foderet. Hvis omsættelig energi er et tilfredsstillende mål for energitilførslen, bør der i henhold til forannævnte ikke forekomme store forskelle i grisenes kødfylde.

Som vist i tabel 44 har der heller ikke været statistisk sikre forskelle på det procentiske kødindhold mellem hold. Amerikansk byg har dog givet højere kødprocenter end dansk byg i alle forsøg. *Winther & Nørtoft Thomsen* (1954) fandt, at indholdet af vand, aske og protein steg, medens fedtindholdet faldt med faldende fodringsintensitet (daglig fodermængde). Det kan tyde på, at de små forskelle i svinenes procentiske kødindhold kan være et produkt af forskelle i fodringsintensiteten. For at undersøge om forskelle i fodringsintensitet (mængde og værdi af dagligt foder) og i foderets proteinindhold kunne forklare forskellene på det procentiske kødindhold og på den kemiske sammensætning udførtes multiple regressionsanalyser inden for kuld og køn efter modellen:

$$Y_{ij} = b_0 + l_i + s_j + b_1 X_{ij1} + b_2 X_{ij2} + b_3 X_{ij3} + e_{ijk}, \text{ hvor:}$$

Y_{ij} = procentisk kødindhold, procentisk tørstofindhold, kcal pr. kg grisetørstof eller aflejret kcal fra 20 kg til slagtning.

b_0 = konstantled (intercept).

l_i = effekt af kuld. $\sum_{i=1}^{10} l_i = 0$.

s_j = effekt af køn. $\sum_{j=1}^2 s_j = 0$.

X_1 = omsættelige kcal fortæret i gennemsnit pr. dag fra 20 kg til slagtning.

X_2 = omsættelige kcal pr. g fordøjet protein.

X_3 = g fodertræstof fortæret i gennemsnit pr. dag fra 20 kg til slagtning.

e_{ijk} = tilfældig påvirkning. Det forudsættes, at de tilfældige påvirkninger er uafhængige og normalt fordelte omkring middelværdien nul med variansen σ_e^2 .

Regressionskoefficienterne er bestemt ved kovariansanalyse, som beskrevet af *Snedecor & Cochran* (1968). Beregningerne er udført ved hjælp af EDB på A/S Regnecentralen, København. s angiver spredningen omkring de parallelle regressionsplaner udtrykt som pct. af gennemsnittet ($\bar{Y}$). F angiver varianskvotienten »mellem regressionsværdier«/»omkring regressionsværdier«. R^2 er beregnet som forholdet mellem forklaret varians og total varians for kovariansanalysemodellen og angiver, hvor stor en del af Y 'ernes variation, der er forklaret ved den pågældende ligning. s_b angiver middelfejlen på regressionskoefficienterne og t_b de dertil hørende t -værdier. Ved at udføre analyserne inden for kuld er de tillige udført inden for forsøg, fordi der har været to kuld pr. forsøg.

I henhold til *Kellner* (1905) stiger fordøjelsesarbejdet med stigende træstofindhold i foderet. *Breirem* (1944) beregnede, at udnyttelsen af den omsættelige energi ved fedtproduktion faldt lineært med stigende træstofindhold i foderet. Ifølge *Armstrong & Blaxter* (1961) varierer de fordøjede næringsstoffers sammensætning og energieffekt med træstofindholdet. Når mængden af fodertræstof stiger, dannes der hos drøvtyggere relativt mere eddikesyre, og da omsættelig energi fra eddikesyre udnyttes dårligere end fra de andre slutprodukter fra fordøjelsen, falder energiaflejringen. Undersøgelser af *Jentsch et al.* (1969) viser, at eddikesyre også udnyttes dårligere af svin. Da værdien af omsættelig energi i henhold til de citerede undersøgelser varierer med foderets træstofindhold, blev g fodertræstof pr. dag medtaget som uafhængig variabel.

$$n = 80, f = 66.$$

$$Y_1 = \text{pct. kød.}$$

$$Y_1 = \div 0,003X_1 + 0,011X_2 + 0,011X_3 + 73,189$$

$$s_b \quad 0,002 \quad 0,198 \quad 0,007$$

$$t_b \quad 1,7 \quad 0,0 \quad 1,5$$

$$s = 2,8 \text{ pct.} \quad F = 6,1. \quad R^2 = 0,55.$$

$$Y_2 = \text{pct. tørstof.}$$

$$Y_2 = 0,003X_1 \div 0,032X_2 \div 0,012X_3 + 26,786$$

$$s_b \quad 0,001 \quad 0,160 \quad 0,006$$

$$t_b \quad 2,3 \quad 0,2 \quad 2,0$$

$$s = 3,2 \text{ pct.} \quad F = 13,1. \quad R^2 = 0,72.$$

$$Y_3 = \text{kcal pr. kg tørstof.}$$

$$Y_3 = 0,320X_1 + 6,010X_2 \div 1,196X_3 + 5405$$

$$s_b \quad 0,126 \quad 14,370 \quad 0,528$$

$$t_b \quad 2,5 \quad 0,4 \quad 2,3$$

$$s = 1,7 \text{ pct.} \quad F = 19,8. \quad R^2 = 0,80.$$

$$Y_4 = \text{aflejret kcal fra 20 kg til slagtning.}$$

$$Y_4 = 41,0X_1 + 871,5X_2 \div 103,7X_3 \div 20030$$

$$s_b \quad 10,9 \quad 1248,0 \quad 45,8$$

$$t_b \quad 3,8 \quad 0,7 \quad 2,3$$

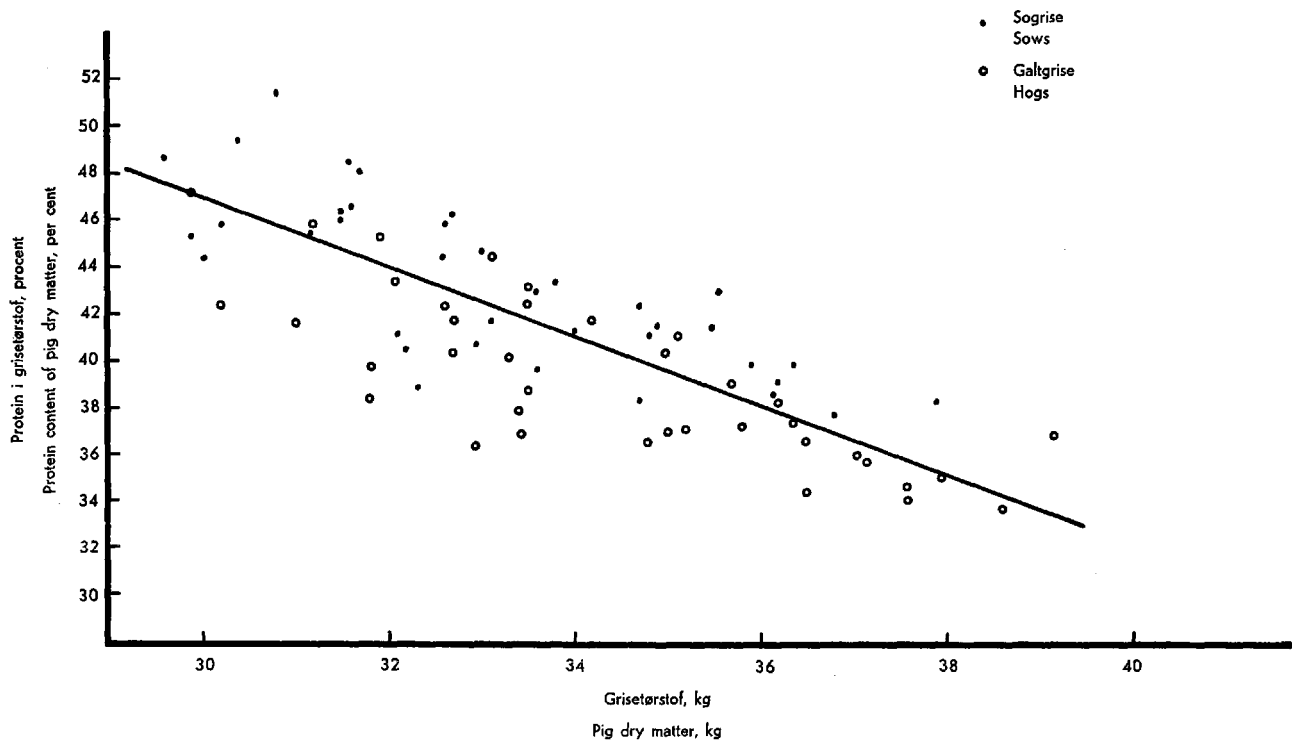
$$s = 5,2 \text{ pct.} \quad F = 25,2. \quad R^2 = 0,83.$$

Som ligningerne viser, har forholdet mellem omsættelig energi og for-døjret protein ikke haft reel indflydelse på nogen af de undersøgte egenskaber. Årsagen er sikkert foderets alsidige sammensætning. Regressionskoefficienterne til omsættelig energi og fodertræstof i ligningerne for Y_2 , Y_3 og Y_4 er signifikante. Ligningerne forklarer fra 55 til 83 pct. af variationen, hvilket viser, at forskelle i fodringsintensitet har påvirket de analyserede egenskaber. Endvidere viser ligningerne, at værdien af den omsættelige energi varierer med foderets træstofindhold.

Da ligningen for den samlede energiaflejring forklarede 83 pct. af variationen inden for kuld og køn, må mængden af fodertræstof være et godt udtryk for værdien af den omsættelige energi til voksende svin.

Som det kan udledes af forannævnte ligninger og tabel 44, falder svine-nes procentiske tørstofindhold, når pct. kød stiger. En regressionsanalyse viste, at tørstofprocenten faldt med 0,76 hos sogrisene og med 0,84 hos galtgrisene, når kødindholdet steg med 1 pct. ($P \leq 0,001$). Principielt samme forhold er illustreret ved figur 7, der viser, at det procentiske proteinindhold i grisetræstof falder med stigende vægt af grisetræstoffet.

Figur 7. Relationen mellem procent protein i grisestørstof og kg grisestørstof.
 Figure 7. Relationship between per cent protein in pig dry matter and kg pig dry matter



Til trods for de små forskelle, der har været i grisenes levendevægt, har forskelle i mavetarmkanalens indhold og forskelle i de tomme grises procentiske tørstofindhold bevirket, at der er blevet betydelige forskelle på de forskellige holds tørstofindhold. Holdforskellene var størst for forsøgene 2 og 3, hvor forskellen på det største og mindste tørstofindhold udgjorde henholdsvis 8,1 og 8,7 pct. Der var endnu større forskelle mellem grise inden for hold. I forsøg 1 vejede sogris nr. 1 83,4 kg og galtgris nr. 4 80,1 kg i tom tilstand. Tørstofprocenterne var 37,9 og 46,9, hvorfor tørstofindholdet blev på 31,6 kg for sogris nr. 1 og 37,6 kg for galtgris nr. 4. I tom tilstand vejede nr. 1 4,2 pct. mere end nr. 4, men nr. 4 indeholdt 18,7 pct. mere tørstof end nr. 1. Der forekom betydelige forskelle på køn inden for hold. I forsøg 4 vejede galtgrisene nr. 10 og 12 henholdsvis 75,3 og 81,7 kg i tom tilstand, medens tørstofindholdet udgjorde 33,4 og 32,6 kg.

Som anført i tabel 44 varierer den procentdel af proteinet og kalorierne, der er aflejret i kødet, ikke meget, men der er dog en tydelig tendens til, at begge varierer ligefremt med det procentiske kødindhold. I gennemsnit indeholdt kødet 55,0 pct. af den totale proteinmængde. *Oslage* (1965) fandt, at kødet hos svin af Deutsches veredeltes Landschwein indeholdt 52,0 pct. af den samlede proteinmængde ved en levendevægt på 110 kg. *Clausen & medarbejdere* (1956a) fandt, at vægten af mavetarmkanalen steg lidt med stigende trøstofindhold i foderet. Dette er i overensstemmelse med, at den procentdel af svinenes totale energi- og proteinindhold, der er aflejret i indvoldene (mavetarmkanal og samtlige organer m.m. jævnfør beskrivelse side 30), i alle forsøg har været højest for det hold, der har fået mest trøstof i foderet. Forskellene er dog ikke store. I forsøg 5 indeholdt indvoldene fra hold 1 (ca. 10 pct. trøstof i foder) 8,7 pct. af proteinet og 7,0 pct. af energien, medens indvoldene fra hold 4 (ca. 3 pct. trøstof i foder) indeholdt 7,8 pct. af proteinet og 6,5 pct. af energien.

I tom tilstand indeholdt de 40 galtgrise i gennemsnit 43,0 pct. tørstof. Tørstoffet indeholdt 39,3 pct. protein, 53,3 pct. fedt og 7184 kcal pr. kg. Til sammenligning kan anføres, at *Schiemann et al.* (1962) ved forsøg med galtgrise (Deutsches Edelschwein), der blev slagtet ved ca. 100 kg levendevægt, fandt et tørstofindhold på 46 pct. Tørstoffet indeholdt 35,7 pct. protein, 58,5 pct. fedt og 7481 kcal pr. kg. *Kotarbinska* (1968) fandt i gennemsnit af 103 sogrise og galtgrise, slagtet ved ca. 90 kg levendevægt, et tørstofindhold på 45,6 pct. Tørstoffet indeholdt 36,1 pct. protein, 57,2 pct. fedt og 6,8 pct. aske. I gennemsnit for de 80 grise fra egne undersøgelser var tørstofindholdet 42,0 pct., og tørstoffet indeholdt 41,1 pct. protein, 51,1 pct. fedt og 7,7 pct. aske. Der er ikke store forskelle mellem resultaterne af Schiemanns og Kotarbinskas undersøgelser. De danske svin indeholder mest protein og mindst fedt. Dette kan skyldes forskelle i svineracernes arvelige anlæg

for proteinsyntese, men fodermængde, fodersammensætning og slagtevægt påvirker som før nævnt også svinenes kemiske sammensætning.

KAPITEL 5

Sammenligning af aflejret kvælstof, kulstof og energi bestemt ved balanceforsøgene og slagteundersøgelserne

Det er af afgørende betydning for balanceforsøgenes gyldighed, at de mængder kvælstof, kulstof og energi, der er beregnet som aflejret, findes i de slagtede dyr. Mange forskere har i tidens løb undersøgt dette forhold. Kun sjældent har man fundet fuld overensstemmelse mellem resultaterne af balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. Forskellene mellem de to metoder har varieret fra undersøgelse til undersøgelse, og da der har været problemer i forbindelse med findeling og analysering af de slagtede dyr, har det været en udbredt opfattelse, at balanceforsøgene gav de rigtigste resultater. I henhold til den her anvendte metodik, der er beskrevet i kapitel 2 på siderne 29–32, må resultaterne af slagteundersøgelserne anses for at være sikre.

Teoretisk set bør resultaterne af balanceforsøgene være identiske med resultaterne af slagteundersøgelserne, men på grund af de mange muligheder for fejl både af biologisk, teknisk og analysemæssig art, kan man næppe forvente fuld overensstemmelse. Der må regnes med en vis spredning afhængig af forsøgstidens længde, antal dyr og dyrenes tilpasningsevne til det forsøgmæssige miljø. Det må tilføjes, at en konstant afvigelse mellem metoderne set fra et praktisk synspunkt er af underordnet betydning, fordi det ikke vil påvirke den relative vurdering af forskellige fodermidler og foderblandinger. Varierer forskellene mellem metoderne med foderets sammensætning stiller sagen sig helt anderledes, for så vil også den relative vurdering blive forkert.

Ved denne undersøgelse har vækstperioden som tidligere omtalt været inddelt i seks forsøgsperioder hver af ca. 19 dages varighed. I hver forsøgsperiode har der været en syv døgn opsamlingsperiode, og det respiratoriske stofskifte er målt på fjerde opsamlingsdøgn. Balancerne blev beregnet ud fra opsamlingsperiodens gennemsnitlige gødning- og urinudskillelse og foderet i tredje opsamlingsdøgn. Da tredje opsamlingsdøgn, som vist i tabel 17, side 42, i de fleste tilfælde ligger i midten af forsøgsperioderne, blev de periodiske aflejringer beregnet ud fra den antagelse, at der i hele forsøgsperioden blev aflejret samme procentdel af foderets indhold som i balancedøgnet. De periodiske aflejringer blev adderet og sammenlignet med de mængder, der var fundet ved analyse af de slagtede og formalede svin. Forinden sammenligningen blev de mængder, der var fundet i de slagtede svin, korrigeret for ind-

holdet ved 20 kg levendevægt ved subtraktion af de mængder, der er angivet i tabel 9, side 33.

De gennemsnitlige afvigelser mellem aflejringerne bestemt ved balanceforsøgene og slagteundersøgelserne er anført i tabel 45. Afvigelserne (balanceforsøg ÷ slagteundersøgelser) er både angivet i absolutte mængder og som pct. af aflejringerne bestemt ved slagteundersøgelserne. Der har været betydelige afvigelser mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne.

For kvælstoffets vedkommende har der i gennemsnit for hold været fra 11,3 til 20,3 pct. mindre i grisene end beregnet. I fire af forsøgene har afvigelserne været større for sogrisene end for galtgrisene. Der har ikke været store forskelle på det gennemsnitlige kvælstoftab i de fem forsøg. I gennemsnit har der været 16,7 pct. mindre kvælstof i grisene end beregnet ud fra balancerne. Forskellen mellem den største og den mindste afvigelse for hold udgjorde 9,0 procentenheder.

Af kulstoffet er der i gennemsnit for hold fundet fra 0,9 pct. mere til 18,7 pct. mindre i grisene. Forskellene har været større for galtgrisene end for sogrisene i de fire af forsøgene. Der har været betydelige forskelle på det gennemsnitlige kulstoftab i de enkelte forsøg. I forsøg 5 manglede der kun 0,8 pct., medens der manglede 14,3 pct. i forsøg 4. I gennemsnit har der været 8,3 pct. mindre kulstof i grisene end beregnet ud fra balancerne. Forskellen mellem største og mindste afvigelse for hold var 19,6 procentenheder. Der er tilsyneladende ikke nogen meget snæver relation mellem kulstof- og kvælstoftabet.

Af aflejret energi, beregnet efter CN-metoden (kcal_{CN}), er der for de enkelte hold fundet fra 1,6 pct. mere til 22,5 pct. mindre i grisene. Forskellene har været størst for galtgrisene i fire af forsøgene. Der har været store forskelle mellem forsøgene. I forsøg 5 manglede der kun 1,5 pct. mod 17,1 pct. i forsøg 4. I gennemsnit har der været 10,3 pct. færre kcal i grisene end beregnet efter CN-metoden. Forskellen mellem største og mindste afvigelse var 24,1 procentenheder.

Beregnet efter RQ-metoden (kcal_{RQ}) er der for de forskellige hold fundet fra 13,3 pct. flere til 12,2 pct. færre kcal i grisene end beregnet. Forskellene mellem forsøgene varierer fra 11,1 pct. mere i grisene i forsøg 5 til 7,5 pct. mindre i grisene fra forsøg 3. I gennemsnit har der kun været 0,3 pct. færre kcal i grisene end beregnet efter RQ-metoden, men forskellen mellem største og mindste afvigelse udgør 25,5 procentenheder, hvilket er ganske samme størrelsesforhold som for CN-metoden.

Inden for forsøg har forskellen på de enkelte holds afvigelser været mindst for RQ-metoden. Her var forskellen mellem største og mindste afvigelse 11,7 procentenheder i forsøg 3 mod 14,0 for CN-metoden i samme forsøg. For kulstoffet fandtes største forskel på holdenes afvigelser også i

**Tabel 45. Afvigelse mellem de aflejrede mængder bestemt ved henholdsvis
balanceforsøg og slagteundersøgelser.
(Balanceforsøg ÷ slagteundersøgelser).**

*Table 45. Deviation between the retained amounts determined by balance
experiments and slaughter investigations, respectively.
(Balance experiments – slaughter investigations)*

	Kvælstof		Kulstof		kcal CN-metoden		kcal RQ-metoden	
	g	pct. ¹⁾	g	pct. ¹⁾	Antal	pct. ¹⁾	Antal	pct. ¹⁾
Forsøg 1								
Hold 1	201	11,3	÷121	÷0,5	5911	3,0	÷ 5642	÷2,5
» 2	360	20,1	688	3,6	10722	4,9	÷ 2153	÷1,3
» 3	350	19,9	1107	6,6	18706	9,6	4368	2,3
» 4	299	16,6	÷ 8	0,4	4325	2,4	÷11973	÷5,5
$\bar{s}$	68,2	3,9	712,6	4,2	84,2	4,4	76,1	3,4
F	4,6*	4,4*	2,7	2,4	2,4	2,2	3,2	3,6
Sogrise	335	18,0	69	0,9	5293	3,2	÷ 7553	÷3,4
Galtgrise	270	15,9	765	4,2	14538	6,8	÷ 147	÷0,1
F	3,6	1,2	3,8	2,5	4,8	2,7	3,3	3,9
Forsøg 2								
Hold 1	225	13,1	960	5,4	13651	6,6	÷ 3301	÷1,6
» 2	249	14,4	1663	9,9	25760	13,3	6824	3,5
» 3	280	15,8	1334	8,4	18916	10,3	3185	1,4
» 4	324	18,2	2179	13,7	27688	14,8	4970	2,4
$\bar{s}$	45,5	3,1	750,4	4,8	88,3	4,8	77,5	4,2
F	3,5	2,1	1,9	2,0	2,1	2,3	1,3	1,1
Sogrise	291	15,9	773	4,8	13448	7,3	÷ 3892	÷2,3
Galtgrise	248	14,8	2295	13,9	29560	15,2	9731	5,1
F	3,6	0,6	16,4*	14,1*	13,3*	10,8*	12,3*	12,2*
Forsøg 3								
Hold 1	285	16,8	984	5,8	16519	8,5	999	0,5
» 2	333	19,8	2563	17,4	33611	19,7	15883	9,3
» 3	256	15,7	2357	15,6	28072	15,6	14343	7,9
» 4	277	16,7	2683	18,7	37109	22,5	20177	12,2
$\bar{s}$	34,0	2,6	5234	3,6	71,8	4,4	76,0	4,4
F	3,6	1,8	9,0*	10,3*	6,3*	7,6*	4,8*	5,0*
Sogrise	291	17,0	1964	13,4	26954	15,9	10295	6,2
Galtgrise	284	17,5	2329	15,3	30701	17,3	15406	8,7
F	0,2	0,2	1,9	1,1	1,1	0,4	1,8	1,3
Forsøg 4								
Hold 1	290	16,8	2713	16,0	35482	17,8	13956	7,1
» 2	263	16,5	1559	9,2	24311	12,3	3547	2,0
» 3	275	17,2	2614	15,4	36562	18,5	12157	6,1
» 4	333	20,3	3006	16,5	41698	19,6	12728	5,9
$\bar{s}$	54,6	3,9	1102,6	6,5	127,7	6,4	114,1	5,6
F	1,2	0,8	1,3	1,1	1,3	1,0	0,7	0,7
Sogrise	330	19,9	2509	14,5	34898	17,3	10925	5,4
Galtgrise	250	15,5	2437	14,0	34128	16,8	10268	5,1
F	8,7*	5,2*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 45 fortsat.

	Kvælstof		Kulstof		kcal CN-metoden		kcal RQ-metoden	
	g	pct. ¹⁾	g	pct. ¹⁾	Antal	pct. ¹⁾	Antal	pct. ¹⁾
Forsøg 5								
Hold 1	295	17,0	423	2,3	6932	3,2	÷18989	÷ 8,0
» 2	258	14,8	÷123	÷0,9	÷3077	÷1,6	÷27095	÷12,2
» 3	249	14,3	÷103	÷0,5	1017	0,5	÷30552	÷13,3
» 4	348	19,6	420	2,2	8242	3,7	÷24737	÷11,0
$\bar{s}$	61,2	3,8	870,0	4,7	97,2	4,5	84,5	3,7
F	2,2	1,6	0,5	0,5	1,2	1,2	1,3	1,6
Sogrise	318	17,5	87	0,5	3072	1,4	÷25208	÷11,5
Galtgrise	257	15,4	222	1,1	3485	1,5	÷25478	÷10,7
F	3,9	1,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2

¹⁾ pct. af de aflejrede mængder bestemt ved slagteundersøgelserne.

forsøg 3, medens største forskel mellem hold for kvælstoffets vedkommende var i forsøg 1. Afvigelseerne for kulstof, kcal_{CN} og kcal_{RQ} samvarierer i alle forsøg.

For de enkelte svin har de største og mindste forskelle mellem balanceforsøg og slagteundersøgelser haft et betydeligt variationsområde. I de enkelte svin er der fundet fra 4,9 til 26,0 pct. mindre kvælstof, fra 12,0 pct. mere til 23,6 pct. mindre kulstof, fra 12,2 pct. flere til 28,4 pct. færre kcal end beregnet efter CN-metoden og fra 21,5 pct. flere til 19,3 pct. færre kcal end beregnet efter RQ-metoden. Dette giver et variationsområde på 21,1 pct. for kvælstof, 35,6 pct. for kulstof, 40,6 pct. for kcal_{CN} og 40,8 pct. for kcal_{RQ}.

Spredningerne på de procentiske afvigelser angivet i tabel 45 er mindre end forventet. I gennemsnit af de fem forsøg har spredningerne på de procentiske afvigelser været 3,5, 4,8, 4,9 og 4,3 for henholdsvis kvælstof, kulstof, kcal_{CN} og kcal_{RQ}. Spredningerne på de periodiske resultater var meget større. For energialejringen pr. kg tørstof beregnet på summen af de seks perioder var variationskoefficienterne ca. 4,5, og beregnet ud fra slagteundersøgelserne var variationskoefficienterne ca. 3,9. Spredningerne på afvigelseerne er således af samme størrelsesorden som spredningerne på de aflejrede mængder. Teoretisk set kan en differens være behæftet med summen af de to spredninger.

Det er klart, at tilfældigheder og forskelle på svinenes tilpasningsevne til det forsøgsmæssige miljø kan øve stor indflydelse ved en undersøgelse omfattende 80 svin med hver 6 ét døgns balancer, men de relativt lave spredninger på afvigelseerne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne

tyder ikke på, at de er helt tilfældige. Afvigelserne må tilsyneladende være forbundne med de forskellige fodersammensætninger.

Man kan naturligvis indvende, at de fundne afvigelser mellem metoderne kun udgør en ringe procentdel af indholdet i foderet eller af det fordøjede samt for kulstof og energi af de omsættelige mængder. Som eksempel kan nævnes, at den største afvigelse mellem energiaflejringen beregnet efter CN-metoden og slagteundersøgelserne udgjorde 22,5 pct. Udtrykt i pct. af energi i foder var forskellen 4,8 pct. I pct. af fordøjet energi var forskellen 6,5 pct. og i pct. af omsættelig energi 6,8 pct. Disse tal angiver et helt andet størrelsesforhold, end når afvigelserne udtrykkes i pct. af aflejringen bestemt ved slagteundersøgelserne. Da de aflejrede mængder skal danne grundlag for vurderingen af foderets produktionsevne, må afvigelserne udtrykt i pct. af de aflejrede mængder være de mest »rigtige«.

Som tidligere nævnt har en række forskere fundet tilsvarende resultater, men flertallet af disse undersøgelser er af relativt begrænset værdi for sammenligning med denne undersøgelse, fordi de i reglen kun omfatter et begrænset antal dyr og kun sjældent mere end én fodersammensætning. Endvidere har der som før nævnt været problemer i forbindelse med formaling og prøvebehandling af de slagtede dyr. *Møllgaard* (1955) gennemførte kvælstofbalanceforsøg med smågrise og fandt 97,5 pct. af den beregnede aflejring ved analyse af de slagtede grise. Opsamlingsburene blev efter endt opsamling vasket med vand, og vaskevandet blev analyseret. I vaskevandet fandtes 0,5 g kvælstof pr. dag, og dette var medregnet i balancerne.

Nehring et al. (1957) fandt ved forsøg med rotter og voksende svin, at kvælstoftabet udgjorde 10–40 pct. af den beregnede aflejring hos rotterne og 13–23 pct. hos grisene. *Nehring* sammenlignede kvælstofanalyser udført efter *Kjeldahl* og *Dumas*. De to metoder gav stort set samme resultater på biologisk materiale. *Becker & Harnisch* (1958a) sammenlignede *Kjeldahl* og *Dumas*' analyser og fandt, at *Dumas* gav 3 pct. højere værdier end *Kjeldahl*, men spredningen var størst efter *Dumas*. Forfatterne mener, at *Kjeldahl* giver tilfredsstillende resultater, men ved langvarige balanceforsøg kan de lidt lavere *Kjeldahl*-værdier medvirke til fejl. *Becker & Harnisch* (1958b) fandt ved forsøg med rotter, at de indeholdt fra 8,2 pct. mere til 17,4 pct. mindre kvælstof end beregnet efter balancerne. Forfatterne anfører, at kortvarige kvælstofbalanceforsøg i det væsentlige kun har kvalitativ betydning og mener ikke, man kan opnå kvantitativt rigtige værdier ved langvarige balanceforsøg. *Harnisch & Becker* (1958) sammenlignede kvælstofbalanceforsøg og slagteundersøgelser ved forsøg med haner og smågrise. Hanerne indeholdt fra 5,1 mere til 7,7 pct. mindre end beregnet efter balanceforsøgene. Grisene indeholdt fra 1,8 mere til 3,1 pct. mindre end beregnet. Herefter konkluderer forfatterne, at omhyggeligt udførte forsøg, hvor der ikke indtræder tab fra

gødning og urin, kan give relativ god overensstemmelse mellem balanceforsøg og slagteundersøgelser.

Graham et al. (1958) giver en oversigt over de forskellige fejl, deres størrelse og indflydelse på resultaterne fra respirationsforsøg. Fejlene er hver for sig ikke store, men når de bliver summeret op, udgør de en betragtelig procentdel af den aflejlrede energi. Et regneeksempel med et får viser, at middelfejlen kan udgøre op til ± 15 pct. af energiaflejringen beregnet efter RQ-metoden og op til ± 21 pct. af energiaflejringen beregnet efter CN-metoden. *Zausch et al.* (1961) fandt ved forsøg med rotter betydelige forskelle mellem aflejret kvælstof bestemt ved henholdsvis balanceforsøg og slagteundersøgelser.

Schiemann (1962) og *Schiemann et al.* (1962) udførte sammenlignende forsøg med rotter og svin. Udtrykt i pct. af aflejringen bestemt ved slagteundersøgelserne manglede der hos rotterne 10 pct. kvælstof, 2,5 pct. kulstof og 1,2 pct. energi. Hos svinene manglede der 26,4 pct. kvælstof, 6,5 pct. kulstof og 1,8 pct. energi. Medregnes svinenes metanproduktion, der ifølge udførte analyser på en Uras svarede til 0,3–0,4 pct. af foderkulstof, manglede der kun ca. 1,5 pct. kulstof og praktisk talt intet af energien. Ved langvarige, orienterende isotopforsøg med N^{15} -mærket byg kunne der ikke påvises elementært kvælstof (N_2^{15}) i luften. Forfatterne mener derfor, at årsagerne til kvælstoftabet må være ukendte fejl ved den kvantitative opsamling og analysemetodikken. Resultaterne af langvarige kvælstofbalanceforsøg må ifølge forfatterne vurderes med store forbehold, medens kvælstoftabet kun har ringe betydning for energiaflejringen. Afvigelserne for kulstof og energi ligger inden for fejlgrænsen for begge dyrearter. Slagteundersøgelserne har således ifølge forfatterne ikke kunnet afvise balanceforsøgenes gyldighed som udtryk for energiaflejringen beregnet efter CN-metoden.

Kemme (1962) udførte med fire svin et kontinuert kvælstofbalanceforsøg, der dækkede tidsrummet fra svinene var 10 dage gamle til de vejede 110 kg. Burene blev regelmæssigt skyllet af med destilleret vand for at formindske kvælstoftabet. Ved analyse af de slagtede svin fandtes 92,6 pct. af den beregnede kvælstofmængde. *Hoffmann & Schiemann* (1964) undersøgte ved kvælstofbalanceforsøg med rotter og N^{15} i foder, om der blev frigjort elementært kvælstof, hvilket kunne forklare afvigelserne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. Der kunne ikke påvises elementært kvælstof fra foderet i analyseluften. Kvælstoftabet udgjorde i procent af aflejringen bestemt ved slagteanalyserne 5,6 pct., hvilket ifølge forfatterne ligger inden for forsøgsfejlen. Efter *Vercoes* (1965) indlæg ved tredje energisymposium er afvigelserne mellem kvælstofbalanceforsøg og slagteundersøgelser diskuteret. Indlæggene ved nævnte symposium viser, at man sjældent finder overensstemmelse mellem de to metoder. *Oslage & Fliegel* (1965) fandt 98,2

pct. af den beregnede kvælstofmængde i de slagtede svin. *Cooke et al.* (1965) mener, at en anatomisk bestemmelse af dyrenes kødindhold giver mere sikre skøn over kvælstofaflejringen end balanceforsøg. *Just Nielsen* (1968c) kom til samme resultat. *Kotarbinska & Kielanowski* (1969) finder stort set samme kvælstofaflejring ved balanceforsøg og slagteundersøgelser.

Pullar et al. (1969) sammenlignede varmeproduktionen bestemt ved direkte kalorimetri og beregnet ud fra CO_2 -produktion og O_2 -forbrug. Ved forsøg med mennesker i perioder à 30 minutters varighed gav direkte kalorimetri generelt den højeste varmeproduktion. Forskellene varierede fra 6 til 31 pct. Ved to timers forsøg med variabel temperatur viste det sig, at afvigelserne varierede med temperaturen. Ved 22°C gav direkte kalorimetri 7,6 pct. mere varme end indirekte kalorimetri, ved $27,5^\circ\text{C}$ gav direkte kalorimetri 8,6 pct. mindre og ved 32°C 12,4 pct. mindre varme end indirekte kalorimetri. Ved forsøg med kyllinger sammenlignedes direkte kalorimetri med slagteundersøgelser. Direkte kalorimetri gav generelt en lavere varmeproduktion end beregnet på slagteundersøgelserne. Forskellene varierede fra 3 til 12 pct. Forsøg med får og svin viste, at varmeproduktionen bestemt ved direkte kalorimetri var omkring 4 pct. højere end beregnet ud fra det respiratoriske stofskifte. Kontrolundersøgelser med en elektrisk varmekilde i kalorimetret viste, at der kun sjældent var afvigelser på over ± 2 pct. fra det forventede. Kontrolundersøgelser med forbrænding af alkohol i kalorimetret viste, at den beregnede varmeproduktion i gennemsnit var 3,3 pct. for lav. Mindste og største afvigelse var 1,9 og 5,8 pct. Det gennemsnitlige O_2 -forbrug var 4,8 pct. for lavt. Mindste og største afvigelse var 0,4 og 10,7 pct. Den dannede CO_2 -mængde var i gennemsnit 2,6 pct. for lav. Variationsområdet gik fra plus 3,8 til minus 9,5 pct. Forfatterne giver udtryk for den opfattelse, at den mest sandsynlige årsag til unøjagtigheder ved respirationsforsøg er vanskeligheder med måling af den passerende luftmængde.

Kleiber (1961) nævner, at der kan forekomme forskelle på op til 25 pct. mellem direkte kalorimetri og indirekte kalorimetri efter RQ-metoden. Som årsag hertil angives at: 1) Der oxideres andre stoffer end kulhydrat, fedt og protein, 2) der foregår synteser, 3) der kan opstå tidsforskydninger mellem CO_2 -produktion og -udskillelse, og 4) der forekommer ufuldstændige oxidationer. *Schiemann et al.* (1967) udførte et 60 dage langt respirationsforsøg med haner. Der blev dagligt udført luftanalyser. Den frigiorte ammoniak blev absorberet i svovlsyre og medregnet ved kvælstof- og energibalancerne. Analyser på de slagtede haner viste, at der i pct. af aflejringen bestemt ved slagteundersøgelserne manglede 0,2 pct. kvælstof, 3,4 pct. kulstof og 4,5 pct. energi. Forfatterne betragter resultaterne som tilfredsstillende og tager dem som udtryk for, at CN-energibalancer giver rigtige resultater. Med hensyn til kvælstof viser resultaterne, at omhyggeligt udførte og langvarige balance-

forsøg kan give tilfredsstillende resultater, når den frigjorte ammoniak absorberes, og analyserne udføres på friske ekskrementer. *van Es & Verstegen* (1969) har ved absorption af ammoniak fra respirationsluften og ved analyser på kondensvandet fundet en kvælstofmængde, der kan forklare omkring en trediedel af det i tabel 45 angivne kvælstoftab. *Sirnik & Schürch* (1969) fandt ved forsøg med rotter, at disse i pct. af aflejringerne bestemt ved slagteundersøgelser indeholdt 16 pct. kvælstof og 2,6 pct. energi mindre end beregnet efter balanceforsøgene. *Davidson & Williams* (1968) fandt ved forsøg med kyllinger, at kvælstofbalanceforsøg gav større værdier for aflejringerne end slagteundersøgelser. Forskellen var 13 pct. En række supplerende undersøgelser tydede på, at ca. 5 pct. af de 13 pct.s forskel kunne forklares som tab i form af flygtige stoffer. Dette tab opstod navnlig ved tørring af analyseprøverne.

Davidson et al. (1968) sammenlignede ved forsøg med hanekyllinger varmeproduktionen målt i kalorimeter med varmeproduktionen beregnet ud fra analyser på de slagtede dyr. Varmeproduktionen målt i kalorimeter var i alle tilfælde lavere end beregnet ud fra slagteanalyserne. Forskellene varierede fra ca. 3 til ca. 12 pct. Udtrykt i pct. af de aflejrede mængder ville forskellene have været 3–4 gange større. Forfatterne er af den opfattelse, at slagteundersøgelser er en mere følsom metode end direkte kalorimetri. For at forklare en forskel i varmeproduktionen på 12 pct. som fejl ved den indirekte metode (slagteundersøgelserne), skulle der have været 8 pct. fejl på omsættelig energi, 15 pct. fejl på slagteundersøgelserne ved forsøgets slutning eller 40 pct. fejl på slagteundersøgelserne ved forsøgets begyndelse. Ingen af de to sidste forklaringer synes sandsynlige, og medmindre der sker et større tab af flygtige stoffer, som f.eks. metan, forekommer det usandsynligt, at omsættelig energi skulle være mere end 2 pct. forkert. *Bønsdorff Petersen* (1969c) fandt ved forsøg med hanekyllinger, at disse i gennemsnit for hold indeholdt fra 0 til 20 pct. færre kalorier end beregnet ud fra respirationsforsøgene.

Schiemann et al. (1961b) fandt ved kontinuerlige periodiske forsøg med kvæg, kaniner og rotter i et helt år på vedligeholdsfoder, at dyrenes virkelige levendevægtforøgelse var betydelig mindre end forventet efter kvælstof- og kulstofaflejringerne målt ved balanceforsøg. Som forklaring herpå angives, at dyrene formodentlig nedsætter deres stofskifte i respirationskamrene, hvorved de målte aflejringer bliver for høje. At dyrenes aktivitet, temperament og tilpasningsevne til det forsøgsmæssige miljø kan påvirke resultaterne må betragtes som en kendsgerning. Ifølge *van Es* (1969b) og egne iagttagelser med voksende svin må det antages, at voksende dyr forøger stofskiftet i respirationskamrene, hvorved balancerne skulle blive for lave. Uanset om dyrene nedsætter eller forøger stofskiftet i respirationskamrene, forekommer

det ikke helt sandsynligt, at dette skulle være den eneste årsag til afvigelserne angivet i tabel 45.

Sammenlignes afvigelserne inden for forsøg med fodertørstoffets kemiske sammensætning angivet i tabel 16, side 40, viser det sig, at afvigelserne er snævert forbundne med variationerne i foderets protein- og fedtindhold. Dette ses tydeligt af tabel 46, hvor afvigelserne for holdene, der har fået dansk byg plus normalt proteintilskud, er sat lig nul og de øvrige hold parallelforskuet med samme procentsats. Afvigelserne mellem balanceforsøgene

Tabel 46. De relative procentiske afvigelser mellem balanceforsøg og slagteundersøgelser i relation til fodertørstoffets protein- og fedtindhold.

Afvigelserne for dansk byg plus normalt proteintilskud = 0,0.

Table 46. Relative percentage deviations between balance experiments and slaughter investigations in relation to protein and fat contents in feed dry matter.

Deviation for Danish barley plus normal protein supplement = 0,0

	Pct. i fodertørstof		Relativ procentisk afvigelse			
	Protein	Fedt	Kvælstof	Kulstof	kcal CN	kcal RQ
Forsøg 1						
Hold 1	18,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
» 2	20,8	1,9	8,8	4,1	1,9	1,2
» 3	20,5	2,6	8,6	7,1	6,6	4,8
» 4	18,4	2,3	5,3	0,9	±0,6	±3,0
Forsøg 2						
Hold 1	19,4	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
» 2	19,5	1,8	1,3	4,5	6,7	5,1
» 3	20,7	2,1	2,7	3,0	3,7	3,0
» 4	20,5	2,3	5,1	8,3	8,2	4,0
Forsøg 3						
Hold 1	19,1	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
» 2	19,9	2,9	3,0	11,6	11,2	8,8
» 3	19,4	2,8	±1,1	9,8	7,1	7,4
» 4	19,2	2,7	±0,1	12,9	14,0	11,7
Forsøg 4						
Hold 1	19,7	2,4	0,3	6,8	5,5	5,1
» 2	19,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
» 3	20,6	3,4	0,7	6,2	6,2	4,1
» 4	21,0	3,6	3,8	7,3	7,3	3,9
Forsøg 5						
Hold 1	18,8	4,7	2,2	3,2	4,8	4,2
» 2	17,7	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
» 3	20,1	3,5	±0,5	0,4	2,1	±1,1
» 4	20,5	2,7	4,8	• 3,1	5,3	1,2

og slagteundersøgelserne varierer stort set ligefremt med stigende protein- og fedtindhold i foderet. Desto mere protein og/eller fedt i foderet, desto større er afvigelsen mellem metoderne. At dømme efter den relativt ringe spredning på de procentiske afvigelser angivet i tabel 45, måtte der forventes at være en lovbunden årsag til afvigelserne.

For at opnå en statistisk belysning af problemerne, blev der på resultaterne fra de fire første forsøg udført en række lineære multiple regressionsanalyser inden for kuld og køn med differencerne mellem aflejret kcal_{RQ} og aflejret kcal bestemt ved slagteundersøgelserne som afhængig variabel og de fire næringsstoffer protein, fedt, NFE og træstof i foder, i det fordøjede foder og i gødningen som uafhængige variable. Analysemodellen er beskrevet i kapitel 6, side 120. Næringsstofferne i foderet, i det fordøjede foder og i gødningen blev hver for sig analyseret i en række forskellige kombinationer. Afvigelserne og næringsstofferne blev ved regressionsanalyserne udtrykt pr. kg fodertørstof. Resultaterne af regressionsanalyserne viste, at afvigelserne i aflejret energi delvis kunne forklares ud fra foderets indhold af protein og fedt, idet afvigelserne voksede ligefremt med foderprotein og foderfedt, når mængden af disse overskred et vist niveau. Der kunne ikke påvises andre sandsynlige relationer mellem afvigelserne og næringsstofferne i foder, gødning og det fordøjede foder.

For at opnå et orienterende skøn over afvigelsesernes relation til foderets indhold af protein og fedt i alle forsøg blev regressionsanalyserne gentaget efter afslutning af forsøg 5. $n = 80$, $f = 67$. Resultaterne er anført i tabel 47.

Tabel 47. Afvigelserne mellem balanceforsøg og slagteundersøgelser i relation til g foderprotein (Z_1) og g foderfedt (Z_2).

Table 47. The deviations between balance experiments and slaughter investigations in relation to g protein in feed (Z_1) and g fat in feed (Z_2)

Pr. kg fodertørstof

Kvælstof-afvigelse,	$g = 0,007Z_1 + 0,005Z_2 + 0,104.$			$F = 8,1.$	$R^2 = 0,59.$
s_b	0,001	0,002			
t_b	6,0	2,9			
Kulstof-afvigelse,	$g = 0,17Z_1 + 0,24Z_2 + 31,6.$			$F = 11,4.$	$R^2 = 0,67.$
s_b	0,07	0,10			
t_b	2,3	2,3			
kcal _{CN} -afvigelse	$= 1,96Z_1 + 3,02Z_2 + 348.$			$F = 12,4.$	$R^2 = 0,69.$
s_b	0,87	1,22			
t_b	2,3	2,5			
kcal _{RQ} -afvigelse	$= 0,34Z_1 + 3,01Z_2 + 150.$			$F = 17,2.$	$R^2 = 0,75.$
s_b	0,82	1,15			
t_b	0,4	2,6			

De anførte, orienterende ligninger kan forklare fra 59 til 75 pct. af afvigelserne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. Alle ligningerne er statistisk sikre. De enkelte regressionskoefficienter er også statistisk sikre bortset fra koefficienten til protein i ligningen for kcal_{RQ}-afvigelse. Afvigelserne var i alle tilfælde stærkere korreleret med foderprotein end med foderfedt. For afvigelserne på kcal_{CN} var korrelationen med foderprotein 0,41 og med foderfedt 0,14. Korrelationerne mellem afvigelserne på kcal_{RQ} samt foderprotein og foderfedt var henholdsvis 0,26 og $\div 0,08$.

For afvigelserne på aflejret kvælstof blev der tillige udført en regressionsanalyse med fordøjet protein som uafhængig variabel (X). $n = 80$, $f = 68$. Dette gav efterfølgende ligning:

$$\begin{aligned} \text{Kvælstof-afvigelse, } g &= 0,0065X + 0,16. & F &= 12,6. & r^2 &= 0,67. \\ s_b &0,0008 \\ t_b &8,0 \end{aligned}$$

Afvigelserne på aflejret kvælstof er således nærmere forbundet med fordøjet protein end med foderprotein og foderfedt, idet den beskrevne del af variationen voksede fra 59 pct. ved ligningen med foderprotein og foderfedt til 67 pct. ved ligningen med fordøjet protein.

Ifølge de anførte ligninger er der næppe tvivl om, at afvigelserne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne står i relation til foderets protein- og fedtindhold. Det kan hævdes, at variationerne i foderets protein- og fedtindhold ikke har været særlig store, hvorfor de fundne ligninger delvis kan være et resultat af tilfældigheder, ligesom spørgsmålet om årsagen eller årsagerne til afvigelserne ikke er klarlagte.

Teoretisk set angiver de anførte ligninger ikke, at afvigelserne mellem metoderne er forårsaget af forskellene i foderets protein- og fedtindhold. De beregnede ligninger giver kun sande skøn, såfremt alle andre muligheder kan udelukkes. Andre muligheder kan ikke med sikkerhed udelukkes. I denne forbindelse var det især overraskende, at der ikke fandtes sammenhæng mellem afvigelserne og træstofmængden. Foderets passagehastighed gennem mavetarmkanal samt gødningens mængde, struktur og vandindhold er stærkt påvirket af foderets træstofindhold. I henhold til vomfysiologiske undersøgelser måtte det tillige forventes, at forgæringsprocesserne i tyktarmen ville være påvirket af træstofindholdet. Imidlertid kunne der ikke påvises nogen sammenhæng mellem foderets træstofindhold og afvigelserne.

Som det kan udledes af tabellerne 46 og 47, opstår afvigelserne navnlig, når protein og fedt i foder overskrider det niveau, der svarer til dansk byg plus normalt proteintilskudsfoder. Medvirkende årsag til afvigelserne kan være et af foderet forårsaget forskelligt forløb af forgæringsprocesserne i tyktarmen og i den udskilte gødning. Herved kan der dannes variable mæng-

der af forskellige flygtige stoffer, som kan bortgå i luftform og således undrages balancerne.

Bortset fra kvælstof, der bestemmes i frisk gødning, kan der endvidere opstå et variabelt tab ved varmetørring af gødningen og ved den varmetørrede gødnings luftning i laboratoriet. Der kan tillige være tale om, at forskellige flygtige stofskifteprodukter (ammoniak, alkohol, m.m.) påvirker luftanalyseapparatet, ligesom analytiske fejl ikke med sikkerhed kan udelukkes.

Mange forskere har undersøgt metodikken ved opsamling, opbevaring og prøvetilberedning, idet der her er store muligheder for fejl. *Møllgaard & Andersen* (1917) omtaler, at der skete et kvælstoftab ved tørring af gødning, hvorfor kvælstofanalyserne udførtes på frisk gødning. *Møllgaard* (1929) sammenlignede kulstofindholdet bestemt på frisk gødning med kulstofindholdet bestemt i gødning, der var tørret ved 99°C i henholdsvis 2 og 8 dage. Der var ingen reel forskel på kulstofindholdet i frisk gødning og gødning tørret i 2 dage, hvorimod der indtrådte et betydeligt fald i kulstofindholdet ved 8 dages tørring. *Cochrane et al.* (1925) fandt, at der ved tørring af kogødning skete et variabelt tab af energi fra gødningen i form af kvælstof og kulstof. Tabet var af størrelsesordenen 5–6 pct. Forfatterne gør opmærksom på, at fordøjelighedskoefficienterne er behæftet med de samme fejl. *Lenkeit et al.* (1955) fandt ved tørring af svinegødning ved 60–70°C et kvælstoftab fra 8 til 19 pct. Tabet steg med stigende mængde protein i det daglige foder.

Flatt (1957) fandt, at energitabet ved tørring af kogødning ved 80°C i gennemsnit udgjorde 3,3 pct. Spredningen svarede til 3,1 pct. af gennemsnittet. *Colovos et al.* (1957) fandt, at tørring af gødning fra kvæg ved 65°C bevirkede et gennemsnitligt tab på 11,9 pct. kvælstof og 13,8 pct. energi. Kvælstoftabene varierede fra minus 2,5 til 34,2 pct. og energitabene fra 4,1 til 20,9 pct. *Bratzler & Swift* (1959) sammenlignede kvælstof- og energiindholdet i frisk gødning med indholdet i gødning tørret ved 65°C. Resultaterne viste, at tørring ved 65°C var bedst, fordi der ikke skete noget energitab og kun et ringe kvælstoftab (5 pct.), ligesom spredningerne på dobbeltbestemmelserne var mindst for den tørrede gødning. *Fenner* (1959) sammenlignede kalorieindholdet i ovntørret og frysetørret kvæggødning. Frysetørring gav ca. 1,0 pct. flere kcal end ovntørring. Dette skyldes ifølge forfatteren, at der ved frysetørring under vakuum bortgår energifattige flygtige stoffer, hvilket forøger brændværdien af resten. Bestemmelse af tørstof i gødning ved henholdsvis frysetørring, toluendestillation og ovntørring ved 80°C viste, at tørstofindholdet bestemt ved ovntørring var ca. 4 pct. højere end bestemt ved toluendestillation og ca. 2,5 pct. højere end fundet ved frysetørring. *Jakobsen et al.* (1960a) fandt ved forsøg med fjerkræ, at tørring af ekskrementerne ved 60–70°C bevirkede tab på op til 61 pct. af kvælstoffet. Endvidere gøres op-

mærksom på, at ændringer i tørstoffets sammensætning ved tørringen bevirker fejl, der ikke fjernes ved omregning til frisk gødning på grundlag af tørstofprocenter.

Wöhlbier et al. (1961) undersøgte tabene ved opbevaring af gødning og urin fra kvæg. Ved opbevaring af gødning i 14 dage ved 2°C skete der kun ringe tab af tørstof og kvælstof, uanset om der var tilsat kloroform, formalin eller ikke. Ved 20°C skete der uden tilsætning af konserveringsmidler et tab på godt 3 pct. tørstof og knap 3 pct. kvælstof. Tilsætning af formalin nedbragte tabet til 0,1 pct. tørstof og 0,5 pct. kvælstof. Opbevaring af urin i 14 dage ved 20°C medførte kun tab på 0,2–0,3 pct. kvælstof, når flaskerne var lukkede, men helt op til 49,6 pct. tab, når flaskerne var åbne. Ved 12 timers henstand i stald uden sikkerhedsforanstaltninger skete der et tørstofftab på 0,1 pct. og et kvælstoftab på 0,5 pct. fra frisk gødning.

Hartfiel (1961a) fandt, at opbevaring ved $\pm 18^{\circ}\text{C}$ ikke påvirkede den kemiske sammensætning af foder og hønsegødning. *Hartfiel* (1961b, c) sammenlignede kalorieindholdet i forskelligt tørrede prøver af hønsegødning og kom til det resultat, at frysetørring gav det mindste og varmetørring ved 65°C det største kaloritab. Med hensyn til kulstof fandtes kun ringe forskel mellem de forskelligt tørrede prøver. Forfatteren anfører, at vandbestemmelserne er unøjagtige, hvorfor helt nøjagtige energibestemmelser først kan opnås, når de indvejede friske prøver direkte kan tørres og brændes.

Fuller & Cadenhead (1969) refererer en række undersøgelser, der viser, at kvælstoffets fordøjelighed stiger med omgivelsernes temperatur. For at undersøge om den stigende fordøjelighed kunne være forårsaget af et større tab fra gødningen, som følge af at de bakterielle og enzymatiske processers hastighed stiger med temperaturen, gennemførtes en række undersøgelser med gødning fra svin. Gødningen blev opbevaret i forskellige tidsintervaller og ved forskellige temperaturer. Der kunne ikke påvises nogen reel sammenhæng mellem temperatur og tab af kvælstof eller energi. *Schiemann et al.* (1967) fandt, at langsom tørring af fjerkrækskrementer, d.v.s. 1 uge ved 60°C, bevirkede et tab på 9,5 pct. tørstof, 18 pct. kulstof og 41 pct. kvælstof. Analyserne bør derfor så vidt muligt udføres på friske ekskrementer. Da dette ikke er muligt ved energibestemmelser, tilrådes tørring ved 90°C, idet undersøgelserne viste, at denne temperatur gav det mindste tab.

De citerede undersøgelser giver ikke noget klart billede af årsagerne til tab af kvælstof, kulstof og energi, men viser, at der kan forekomme betydelige tab fra såvel gødning som urin. Et mindre tab forekommer tilsyneladende ved alle undersøgelser. Tab fra gødningen før opsamling, ved opbevaring og ved varmetørring kan være medvirkende til de i tabel 45, side 102, angivne afvigelser mellem balanceforsøg og slagteundersøgelser. Der har sikkert også været et tab, navnlig af kvælstof fra urinen, inden den blev opsamlet.

pH-målinger i urin i forsøg 1 og 2 viste, at pH stort set varierede fra 9,0–9,2 for alle hold. Ved dette pH er der store muligheder for kvælstoftab i form af ammoniak. Dette ammoniaktab kan formindskes ved at sætte syre til urinen, således at pH kommer ned på omkring 6,5. Årsagen til at dette ikke er gjort er, at anvendelse af syre foruden praktiske problemer medfører komplikationer ved kalorieanalyserne, idet syren ødelægger bomberne. Der er næppe sket noget stort tab ved opbevaring af urinen ved disse forsøg, fordi den har været opbevaret i lukkede plasticflasker. Selv om urinens pH har været næsten ens for alle hold, kan tab fra urinen være medvirkende til det forskellige kvælstoftab fra forskellige hold, fordi der har været forskelle i urinens koncentrationsgrad, og denne samvarierer med foderets og det foderede foders kvælstofindhold.

Til en nærmere belysning af eventuelle fejl fra tørring og tørstofbestemmelser på gødning udførtes supplerende undersøgelser. I forsøg 5, periode 4, blev gødningens tørstofindhold bestemt på sædvanlig måde (100°C i 22 timer) sammenlignet med tørstof bestemt ved Karl Fischer titrering. Denne og andre metoder til tørstofbestemmelse er diskuteret af *Juul Nielsen (1969)*. Tørstofindholdet bestemt efter Karl Fischer var 2,1 procentenheder eller ca. 5,5 pct. højere end fundet ved den almindelige tørstofbestemmelse for alle fire hold. Omregning af forsøgsresultaterne med disse tørstofprocenter formindskede ikke de forskellige holds afvigelse i forhold til hinanden, men der skete en niveauforskydning.

I forsøg 5, periode 5, blev der bestemt tørstof (100°C i 22 timer) både på frysetørret og varmetørret gødning og udført kulstof- og kalorieanalyser på såvel den frysetørrede som den varmetørrede gødning. Analyseresultaterne på den frysetørrede gødning blev regnet om til frisk gødning, dels ved hjælp af en sædvanlig tørstofbestemmelse på frisk og frysetørret gødning, dels ved hjælp af vejeresultater på prøverne før frysetørring samt efter frysetørring og to døgnns henstand på laboratoriet. Sammenligning af gødningens kulstof- og kalorieindhold, beregnet ud fra 1) analyser udført på varmetørret gødning og tørstofbestemmelser på frisk og varmetørret gødning, 2) analyser udført på frysetørret gødning (ca. 48 timer) og tørstofbestemmelser på frisk og frysetørret gødning, 3) analyser på frysetørret gødning omregnet på grundlag af prøvernes vægte før frysetørring og efter frysetørring plus to døgnns henstand i laboratoriet, viste, at forskellene mellem metoderne var så små, at de på det foreliggende materiale nærmest må betegnes som tilfældige. *Bønsdorff Petersen (1969c)* fandt ved forsøg med kyllinger, at disse indeholdt indtil ca. 20 pct. færre kalorier end beregnet ud fra balanceforsøgene. Da analyserne var udført på frysetørrede ekskrementer, tyder dette ikke på, at afvigelserne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne kan forklares som specielle fejl fra varmetørring af gødningen. Dette kan ikke tages som udtryk

for, at der ikke sker tab ved tørring af gødningen, men det foreliggende spinkle materiale tyder på, at tabet ved tørring og henstand i laboratoriet nærmer sig til samme størrelse for varmetørret gødning og frysetørret gødning.

I forsøg 4, periode 5, blev der også bestemt kvælstof på varmetørret gødning. Beregningerne viste, at der var tabt 5 pct. af kvælstoffet ved varmetørringen. Da der sammen med kvælstoffet bortgår kulstof og energi, tyder dette resultat på, at varmetørringen kan medvirke til de fundne afvigelser for kulstof og energi. I forsøg 5, periode 4, blev der målt pH på alle 16 gødningsprøver efter opbevaring, formaling og blanding. I gennemsnit for holdene 1, 2, 3 og 4 var pH henholdsvis 8,0, 7,5, 7,0 og 7,2. Selv om der ikke består nogen helt tydelig relation mellem de fundne pH-værdier og afvigelserne anført i tabellerne 45, side 102, og 46, side 108, kan det ikke udelukkes, at forskelle i gødningens pH kan være medvirkende til afvigelserne mellem balanceforsøg og slagteundersøgelser, idet det må forventes, at navnlig kvælstoftabet stiger med stigende pH. En orienterende undersøgelse tyder på, at der ved varmetørring af gødning bortgår dobbelt så mange flygtige syrer som ved frysetørring.

Der kan tillige forekomme fejl fra den kvantitative opsamling, bl.a. fordi gødningens mængde, struktur og klæbeevne har varieret betydeligt. I praksis vil det største procentiske tab fra opsamlingen forekomme på den mindste gødningsmængde og på den mest klæbrige gødning.

I forsøg 5, periode 5 og 6, blev gødningen opsamlet i stierne inden for et tidsrum af 6½ time (kl. 8,00–14,30) efter, at grisene var taget ned fra opsamlingsburene. I gennemsnit udskilte svinene lidt mere gødning på de 6½ time end i gennemsnit af de syv opsamlingsdøgn. Der var betydelige forskelle på de fire hold. Udtrykt i pct. af den gennemsnitlige gødningsmængde i de syv opsamlingsdøgn udskilte hold 1 (havre) 79 pct., hold 2 (byg) 98 pct., hold 3 (majs) 131 pct. og hold 4 (milokorn) 165 pct. Dette viser, at udskillelsen af gødning i opsamlingsburene varierer med foderets sammensætning, hvilket kan have påvirket forsøgsresultaterne.

Opgørelser over de udskilte gødningsmængder i de enkelte opsamlingsdøgn tydede på, at mængden steg for alle hold i de syv opsamlingsdøgn. Der var dog en tendens til, at gødningsmængden i første opsamlingsdøgn var lavere end forventet. Dette og forannævnte resultater af gødningsopsamlingen i stierne viser, at svinene ikke afgiver gødningen lige så hurtigt i opsamlingsburene som i stierne. De fejlmuligheder, der er nævnt for den kvantitative opsamling, kan teoretisk set undgås ved anvendelse af indikatormetoden, der er beskrevet af *Edin* (1926).

De udførte supplerende undersøgelser giver ikke sikre oplysninger om årsagerne til afvigelserne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne,

men de tyder på, at der kan forekomme små fejl fra den kvantitative opsamlingsmetodik, ligesom forskelle i gødningens pH og urinens kvælstofindhold kan være en medvirkende årsag til afvigelserne.

Af andre årsager, der eventuelt kan medvirke til de fundne afvigelser, kan foderstofanalysen nævnes. Beregning af foderblandingerne bruttoenergi ud fra de fire næringsstoffer protein, fedt, NFE og træstof med de teoretiske faktorer 5,7, 9,5, 4,2 og 4,2 viste, at den beregnede bruttoenergi i de fleste tilfælde var lavere end den fundne. Udtrykt i procent af den beregnede bruttoenergi varierede de periodiske analyseresultater fra $\div 0,9$ til 4,6 pct. I gennemsnit af de seks periodiske analyseresultater varierede bruttoenergien i de 20 foderblandinger fra 0,2 til 2,5 pct. mere end beregnet. Inden for forsøg var forskellen mellem mindste og største afvigelse 1,6 procentenheder. Afvigelserne mellem den fundne og beregnede bruttoenergi er af ringe størrelse og kan teoretisk set komme fra såvel analyserne som faktorerne. Sammenligning af disse afvigelser med afvigelserne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne, angivet i tabellerne 45 og 46, viste, at de to sæt afvigelser samvarierer. Det kan derfor ikke udelukkes, at bruttoenergibestemmelserne kan være en medvirkende årsag til afvigelserne mellem balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. Selv om den største forskel på gennemsnitsafvigelserne inden for forsøg kun var 1,6 procentenheder, bliver det dog alle andre forhold lige til ca. 6 procentenheder på balancerne. På skummetmælkspulveret var den fundne bruttoenergi i gennemsnit af de 16 analyser 0,9 pct. lavere end den beregnede. Da svinene i de fire forsøg har fået tilført stigende mængder foderblanding og aftagende mængder skummetmælkspulver, vil der herved opstå forskelle mellem perioder på såvel bruttoenergi som fordøjet og omsættelig energi, hvorfor regressionsanalyser på disse data bør udføres inden for perioder eller på summen af de periodiske resultater.

Som anført i kapitel 6, side 120 og 122, er der udført lineære multiple regressionsanalyser på foderets og gødningens indhold af kalorier samt protein, fedt, NFE og træstof. Resultaterne af regressionsanalyserne viser, at analyserne på såvel foder som gødning er reproduceret med stor sikkerhed. $R^2 = 1,00$ for begge regressionsanalyser. De fundne regressionskoefficienter afviger dog især for gødningens vedkommende en del fra de teoretiske værdier. Middelfejlene på regressionskoefficienterne til fedt er noget større end for de øvrige næringsstoffer, ligesom koefficienterne til fedtet er lavere end den teoretiske. Proteinet har både i foder og gødning opnået højere regressionskoefficienter end den teoretiske. Dette er i overensstemmelse med resultatet af beregningerne på foderet med de teoretiske faktorer.

Ved fodring sker der et meget begrænset tab i form af spildt foder. Dette tab varierer fra gris til gris, men må være tilfældigt fordelt over hold inden for de enkelte forsøg.

Fejl fra vejning af foder, gødning og urin kan næppe medvirke til afvigelserne, fordi såvel tilfældige som systematiske fejl ved vejningerne må være jævnt fordelt over hold. Det samme gælder med hensyn til kontroluret, der er anvendt ved respirationsforsøgene.

Selv om der har været store variationer på luftmængdemålingerne hidrørende fra flowmetrene, specielt flowmeter A, kan dette forhold dog næppe forklare afvigelserne, idet disse variationer i henhold til forsøgsplanen må være tilfældigt fordelt på hold. Derimod kan kuldioxid- og oxigenanalyserne have medvirket til afvigelserne, fordi analyseapparatet teoretisk kan påvirkes af ammoniak, alkoholer og andre flygtige stoffer, der kan frigøres fra tarmkanalen eller den udskilte gødning. Mængden af sådanne flygtige stoffer kan udmærket variere med fodersammensætningen.

Set fra et praktisk teknisk synspunkt er det dog vanskeligt at forestille sig en så stor produktion af flygtige stoffer, at det skulle kunne øve indflydelse på analyseapparatet, idet der er suget ca. 115000 l luft gennem respirationskamrene pr. døgn. Afgives der forskellige mængder flygtige stofskifteprodukter fra tarmkanal og gødning, vil dette i sig selv medvirke til, at balancerne bliver for høje, idet disse stoffer ikke bliver medregnet.

En betydningsfuld medvirkende årsag til afvigelserne er sikkert, at 24 timers målinger af det respiratoriske stofskifte på de enkelte svin umiddelbart efter, at de er sat ind i respirationskamrene, ikke udgør et tilstrækkeligt sikkert grundlag, idet forskelle på svinenes aktivitet og tilpasningsevne i forbindelse med miljøskiftet kan øve stor indflydelse på ét døgn's balancer. I henhold til *van Es* (1969b) er unge dyr noget ophidsede eller nervøse, når de anbringes i respirationskamre eller opsamlingsbure. *van Es* mener derfor, det er rigtigere at udføre sådanne forsøg med grupper af dyr under forhold, der svarer bedst muligt til praksis, og med længere tids ophold i respirationskamrene. Ved *Schiemann et al.s* (1962) sammenlignende undersøgelser opholdt dyrene sig hele tiden i respirationskamre, og der blev foretaget fem 24 timers målinger af det respiratoriske stofskifte pr. uge.

Muligvis havde f.eks. fire 48 timers målinger af det respiratoriske stofskifte i vækstperioden 20–90 kg givet rigtigere eller mere repræsentative resultater end de udførte seks 24 timers målinger.

Opsamles respirationsluften for hvert døgn for sig, kan det tillige undersøges, om andet døgn giver mere sikre resultater end første døgn. Det forekommer dog ikke helt sandsynligt, at der ved grisenes systematiske fordeling på grupperne I, II, III og IV og disses tilfældige fordeling på hold skulle kunne forekomme forskelle i psyke eller temperament, der i alle forsøg faldt sammen med forskellene i foderets protein- og fedtindhold. Tilfældigheder kan øve stor indflydelse på energibalancer af 24 timers varighed, når dyrene samtidig skifter miljø. Det er overvejende sandsynligt, at forskelle på svine-

nes aktivitet ved ophold i respirationskamre, opsamlingsbure og stier har medvirket til de fundne afvigelser. Resultaterne af slagteundersøgelserne må derfor være de mest repræsentative. Ophold i stier svarer bedre til praksis end ophold i respirationskamre.

Det er endvidere et spørgsmål, om organismen kan udskille kvælstof og kulstof ad andre veje end med gødning og urin. Der vil altid ske et tab med børster og afstødte hudceller, men disse vil i væsentlig grad blive opsamlet sammen med gødning og urin og kan derfor kun øve ringe indflydelse på afvigelserne. *Kraut & Müller-Wecker* (1960) samt *Consolazio et al.* (1963) viste ved forsøg med mennesker, at der udskilles kvælstof gennem huden med sveden. *Crampton* (1964) samt *Morrison & Rao* (1967) nævner, at kvælstoftabet med sveden hos mennesker i varme omgivelser kan udgøre op til ca. 15 pct. af det daglige behov svarende til ca. 10,5 g fordøjet protein. Dette kvælstof og det dermed forbundne kulstof medregnes normalt ikke i balancerne og bevirker således, at balancerne bliver beregnet for høje i forhold til den virkelige aflejring. *Jakobsen* (1964) mener ikke, at svedkirtlerne i kvantitativ henseende har større betydning for udskillelse af faste stoffer, og da svin ikke er udstyret med effektive svedkirtler, sker der næppe noget måleligt tab ad denne vej.

Crampton (1964) mener, at der sikkert udskilles kvælstof med udåndingsluften. *Schiemann* (1962) samt *Hoffmann & Schiemann* (1964) undersøgte ved langvarige isotopforsøg, om der blev udskilt elementært kvælstof fra organismen, men kunne ikke påvise en sådan udskillelse.

Costa et al. (1968) har ved forsøg med mus og mennesker fundet, at der skete en produktion af elementært kvælstof. Først påvistes det ved isotopforsøg med mus, men resultaterne var ikke sikre nok på grund af vanskeligheder med måleapparatet. Man gik derfor over til at anbringe forsøgsdyr og forsøgspersoner i lukkede kvælstoffrie kamre. Den anvendte luftblanding bestod af 20 pct. elektrolyt fremstillet oxigen og 80 pct. helium. Der udførtes sideløbende kontrolforsøg med et tomt kammer. Forsøg med kimfrie mus viste, at kvælstofproduktionen ikke skyldtes bakterier alene. Resultaterne af museforsøgene tydede på, at kvælstofproduktionen svarer til 5–10 pct. af foderkvælstoffet. Det relative forhold mellem kvælstofproduktionen fra de tre mulige udskillelseskilder lunger, hud og flatus er ikke klarlagt. Ved sammenligning af aflejret kvælstof bestemt ved balanceforsøg med dyrenes vægtforøgelse fandt forfatterne næsten overensstemmelse ved mindre mængder foderkvælstof og stigende divergens med stigende mængder foderkvælstof. Dette er i overensstemmelse med afvigelserne anført i tabellerne 45 og 46 samt ligningerne angivet i tabel 47.

Forbes et al. (1935), *Swift* (1953) samt *Davidson et al.* (1968) er af den opfattelse, at slagteundersøgelser giver rigtigere resultater end balanceforsøg.

Kotarbinska & Kielanowski (1969) nævner, at der i reglen lægges størst vægt på balanceforsøgene, fordi slagteundersøgelserne skulle være behæftet med fejl fra forskelle i dyrenes indhold ved forsøgenes begyndelse. Forfatterne har fundet, at spredningen i energiindholdet ved 30 kg levendevægt kun udgjorde 1,4 pct. af energiindholdet ved 85–90 kg. Slagteundersøgelserne betragtes derfor som meget nøjagtige. Tillige har slagteundersøgelserne den fordel, at forsøgene kan udføres under forhold, der svarer bedre til praksis end respirationsforsøg, hvorved resultaterne bliver mere repræsentative.

I henhold til de forannævnte undersøgelser og den anvendte metodik ved de her udførte slagteundersøgelser, må slagteundersøgelserne formodes at give de mest repræsentative resultater. De er naturligvis ikke fejlfrie, men sandsynligheden for fejl, der samvarierer med de fundne afvigelser, er ikke stor. Analyserne på de slagtede grise fra de forskellige hold er, som anført i tabel 44, side 94, udført på prøver af en relativt ensartet sammensætning. Der har heller ikke været store forskelle på den anatomiske sammensætning mellem hold. Sandsynligheden for at de fundne afvigelser kan skyldes analysefejl, opstået som følge af forskelle i grisenes kemiske og anatomiske sammensætning, må derfor betragtes som meget ringe. Har f.eks. knoglernes indhold af karbonater påvirket kaloriebestemmelserne, må denne påvirkning antages at være af næsten samme størrelse for grisene på de forskellige hold. Tillige vil tilfældige fejl øve mindre indflydelse ved slagteundersøgelserne end ved balanceforsøgene, fordi slagteundersøgelserne dækker hele vækstperioden, medens energi- og kulstofbalancerne stort set kun er baseret på seks døgn. Forskelle i kemisk sammensætning ved 20 kg kan ikke have afgørende indflydelse på afvigelserne mellem hold, dels fordi så store variationer i sammensætningen kan udelukkes (*Schiemann et al.*, 1962; *Davidson et al.*, 1968; *Kotarbinska & Kielanowski*, 1969), dels fordi disse variationer må være tilfældigt fordelt på alle hold i de enkelte forsøg.

De mængder, der er fundet ved analyse af de slagtede og formalede grise, må derfor antages at give det »rigtigste« eller mest repræsentative skøn over aflejringen. Ikke fordi der er meget, som tyder på, at målingerne af det respiratoriske stofskifte ikke er principielt rigtige, men de er sikkert mindre repræsentative for et normalt miljø end slagteundersøgelserne og givetvis mere usikre. Da kvælstof-, fedt- og kalorieanalyserne er udført uafhængigt af hinanden (forskellige personer), kan analysesikkerheden undersøges ved hjælp af en multipel regressionsanalyse, hvor kcal i grisene betragtes som afhængig variabel (Y), og g protein (P) samt g fedt (F) i grisene betragtes som uafhængige variable. $n = 80$, $f = 77$.

$$Y = 5,62P + 9,69F \div 6202$$

$$s_b \quad 0,40 \quad 0,13$$

$$t_b \quad 14,1 \quad 77,3$$

$$s = 1,1 \text{ pct.} \quad \text{Konstantleddet} = 2,58 \text{ pct. af } \bar{Y}. \quad F = 3267. \quad R^2 = 0,99.$$

Korrelationen mellem protein og fedt var $\div 0,45$. Begge regressionskoefficienter er statistisk sikre og svarer ret nøje til de teoretisk forventede værdier. Da spredningen omkring regressionsplanen er ringe, og $R^2 = 0,99$, tyder det på, at analyserne er reproduceret med stor sikkerhed uafhængig af de små forskelle, der har været i prøvernes sammensætning. Ved en regressionsanalyse, hvori de dagligt aflejrede mængder af protein og fedt fra 20 kg til slagtning indgik, blev koefficienterne til protein og fedt henholdsvis 5,74 og 9,45, hvilket næsten er identisk med de teoretiske værdier. Der forekommer derfor næppe fejl ved slagteanalyserne, som kan samvariare med de fundne afvigelse.

Konklusionen af de sammenlignende undersøgelser bliver, at som forsøgene er udført, må slagterestaterne betegnes som de sikreste og mest repræsentative. Resultaterne af respirationsforsøgene må derfor vurderes med nogen forsigtighed. Årsagerne til afvigelse er ikke endeligt klarlagte, selv om det er påvist, at de står i relation til foderets protein- og fedtindhold. Som foran diskuteret, er der flere muligheder, som hver for sig eller i kombination kan have medvirket til afvigelse. Af disse muligheder må opmærksomheden navnlig henledes på: 1) Svinene har skiftet miljø umiddelbart forud for de respiratoriske målinger, der kun har været af 24 timers varighed. 2) Variationerne på luftmængdemålingerne fra kammer A har været større end ønskeligt. 3) Foderets sammensætning. Tab af forskellige flygtige stoffer fra mavetarmkanalen og fra gødningen i den tid, den henligger i burene, under opbevaring og analysetilberedning, kan udmærket stå i relation til foderets sammensætning, idet fodersammensætningen påvirker fordøjelsesprocesserne, passagehastigheden, gødningens mængde og vandindhold samt struktur, pH m.m. Herved opstår en forskellig enzymatisk og mikrobiologisk aktivitet, der bevirker dannelse af forskellige produkter, som er mere eller mindre flygtige. Det herved opståede variable tab kan få stor betydning for balancerne. For fordøjet og omsættelig energi vil det variable tab ikke være af så stor betydning, fordi mængden af fordøjet og omsættelig energi er omkring tre gange større end aflejret energi.

KAPITEL 6

Næringsstofferne energetiske værdi

Statistisk analysemodel

Relationerne mellem de forskellige energiformer og næringsstoffer m.m. er belyst ved regressionsanalyser. De fleste analyser er udført inden for kuld og køn efter modellen:

$$Y_{ij} = b_0 + l_i + s_j + \sum_k b_k X_{ijk} + e_{ijk}, \text{ hvor:}$$

Y_{ij} = den afhængige variabel fra køn j og kuld i.

b_0 = konstantled (intercept).

l_i = effekt for kuld. $\sum_{i=1}^{10} l_i = 0.$

s_j = effekt for køn. $\sum_{j=1}^2 s_j = 0.$

X_{ijk} = uafhængige variable k fra køn j og kuld i.

e_{ijk} = tilfældig påvirkning. Det forudsættes, at de tilfældige påvirkninger er uafhængige og normalt fordelte omkring middelværdien nul med variansen σ_e^2 .

Når andet ikke er nævnt i teksten, er regressionskoefficienterne bestemt ved kovariansanalyse efter den anførte model. Da både den afhængige og de uafhængige variable er forskellige for de forskellige analyser, vil de blive defineret forud for omtalen af de enkelte analyser.

Bruttoenergi

For at opnå et skøn over de forskellige fodernæringsstoffers bidrag til foderets bruttoenergi udførtes en multipel regressionsanalyse med bruttoenergi i kcal som afhængig variabel (Y) og de fire næringsstoffer: Protein (Z_1), fedt (Z_2), NFE (Z_3) og træstof (Z_4) som uafhængige variable. Som enheder for protein, fedt, NFE og træstof er der ved alle regressionsanalyser regnet med g. Da næringsstofferne fra skummetmælkspulver og foderblandinger, som anført i kapitel 5, side 115, tilsyneladende giver forskellige bidrag til bruttoenergien, udførtes analysen inden for perioder. Kuld og køn blev udeladt, fordi foderets sammensætning er uafhængig heraf. $n = 120$, $f = 110$.

$$1. Y = 5,89Z_1 + 7,83Z_2 + 4,16Z_3 + 5,77Z_4 \div 4$$

$$s_b \quad 0,21 \quad 0,39 \quad 0,05 \quad 0,15$$

$$t_b \quad 28,7 \quad 20,1 \quad 82,7 \quad 37,4$$

$s = 0,6$ pct. Konstantleddet udgør $0,07$ pct. af $\bar{Y}$. $F = 52690$. $R^2 = 1,00$.

Den statistiske sikkerhed er meget stor og viser, at foderanalyserne er udført med stor sikkerhed. Analyseresultaterne er i høj grad reproducerbare. Regressionskoefficienten til fedt har den største middelfejl, hvilket ikke er overraskende, fordi fedtindholdet i fodertørstoffet har været relativt lavt ($2,6$ pct. i gns.) og er bestemt som råfedt ved æterekstraktion.

Ifølge Hartfiel (1965) opnås noget rigtigere resultater ved at udføre en saltsyrehydrolyse forud for æterekstraktionen. Koefficienten til fedt er en del lavere end teoretisk forventet. Dette kan både skyldes analyseusikkerheden, og at variationerne i foderets sammensætning til dette formål må betragtes som begrænsede. Korrelationerne mellem fodernæringsstofferne har været høje. Korrelationerne af protein med fedt, NFE og træstof har, nævnt i samme rækkefølge, været $0,79$, $0,98$ og $0,80$. For fedt med NFE og træstof var korrelationerne $0,75$ og $0,76$. Korrelationen mellem NFE og træstof var $0,75$. Som diskuteret af Jørgensen (1969) kan så høje korrelationer bevirke, at de partielle regressionskoefficienter bliver usikre. Den store statistiske sikkerhed tyder dog ikke på, at de høje korrelationer har haft nogen stor indflydelse på de partielle regressionskoefficienter. Regressionskoefficienten til protein er lidt højere end teoretisk forventet. Dette er i overensstemmelse med, at foderblandingerne som før diskuteret indeholdt mere energi end forventet efter de teoretiske konstanter, og da forskellen voksede med stigende proteinindhold, vil det bevirke, at koefficienten til protein bliver større end $5,7$. Den høje koefficient til træstof kan ikke helt forklares. Set fra et kemisk synspunkt kan det dog ikke afvises, at træstof kan have højere energiindhold end NFE. Ved differensforsøg med 12 forskellige kraftfodermidler fandt Nehring *et al.* (1963b), at foderets bruttoenergiindhold kunne beregnes efter ligningen:

$$Y = 5,40Z_1 + 9,72Z_2 + 4,24Z_3 + 4,59Z_4 \quad s = 1,0 \text{ pct.}$$

Hoffmann (1966) angiver nedenstående ligning til beregning af foderets bruttoenergiindhold:

$$Y = 5,67Z_1 + 9,50Z_2 + 4,16Z_3 + 5,26Z_4 \quad s = 0,8 \text{ pct.}$$

Hoffmanns ligning er beregnet på 67 forskellige foderrationer ($n = 67$) og dækker et betydeligt større variationsområde end det, der danner grund-

lag for ligning 1. Ved at sammenligne ligning 1 med Hoffmanns ligning ses, at begge angiver koefficienten 4,16 til NFE. Træstof bliver i alle tre ligninger tillagt større koefficienter end NFE.

Energi i gødning

For at opnå et skøn over relationen mellem henholdsvis protein, fedt, NFE og træstof i gødning og gødningens energiindhold udførtes en multipel regressionsanalyse på analyseresultaterne fra de 480 balancer. Kuld og køn blev udeladt af analysemodellen, fordi relationerne mellem næringsstoffer og energi i gødning må antages at være uafhængige heraf. kcal i gødning blev betragtet som afhængig variabel (Y) og protein (G_1), fedt (G_2), NFE (G_3) og træstof (G_4) i gødning som uafhængige variable. $n = 480$, $f = 475$.

$$2. Y = 6,96G_1 + 8,24G_2 + 4,47G_3 + 4,96G_4 \div 6$$

s_b	0,10	0,41	0,10	0,13
t_b	71,2	19,9	46,0	38,1

$s = 1,5$ pct. Konstantleddet udgør 0,44 pct. af $\bar{Y}$. $F = 167100$. $R^2 = 1,00$.

Spredningen omkring regressionsplanen er større end for ligning 1, men ellers tyder ligning 2 på, at analyserne på gødningen er reproduceret med stor sikkerhed. Regressionskoefficienten til fedt har her som i ligning 1 den største middelfejl, hvilket måtte forventes, idet råfedtanalyser på gødning i henhold til *Vestergaard Thomsen* (1969a) er mere usikre end på foder. Middelfejlen på regressionskoefficienten til NFE er fordoblet, og middelfejlen på koefficienten til protein halveret i forhold til de tilsvarende middelfejl på koefficienterne i ligning 1. Koefficienterne til protein, fedt og NFE i gødning er højere end koefficienterne til protein, fedt og NFE i foder, medens koefficienten til træstof er lavest for gødningens vedkommende. Variationerne i gødningens sammensætning har været meget begrænsede, og korrelationerne mellem de uafhængige variable har været høje. Korrelationerne af protein med fedt, NFE og træstof var henholdsvis 0,87, 0,89 og 0,84. Korrelationerne af fedt med NFE og træstof var 0,77 og 0,72. Korrelationen mellem NFE og træstof var 0,99. Som følge af den høje korrelation mellem NFE og træstof kan disses partielle koefficienter være usikre, hvilket den relativt høje middelfejl på NFE også tyder på. Som helhed viser ligningen, at gødningen indeholder flere kcal end forventet efter dens indhold af protein, fedt, NFE og træstof. Den mest betydningsfulde årsag hertil er sikkert, som diskuteret af *Vestergaard Thomsen* (1965, 1969a) og omtalt side 65, at råfedtanalysen giver for lave værdier på gødning. Dette bevirker, at NFE-fraktionen i gødning bliver for stor. *Vestergaard Thomsen* (1969b) finder også, at calciumkarbonatindholdet i asken kan påvirke energibestemmelserne.

Fordøjet energi

De fordøjede næringsstoffers bidrag til fordøjet energi blev ligesom fodernæringsstofferne bidrag til bruttoenergi beregnet inden for perioder, fordi næringsstofferne i skummetmælkspulver og foderblanding tilsyneladende har forskellig energieffekt. Kuld og køn blev udeladt fra analysemodellen, fordi relationerne mellem fordøjet energi og de fordøjede næringsstoffer må antages at være uafhængige heraf. Fordøjet kcal blev betragtet som afhængig variabel (Y) og fordøjet protein (X_1), fordøjet fedt (X_2), fordøjet NFE (X_3) samt fordøjet træstof (X_4) som uafhængige variable. $n = 480$, $f = 470$.

$$3. Y = 5,72X_1 + 8,68X_2 + 4,00X_3 + 5,05X_4 + 118$$

$$s_b \quad 0,16 \quad 0,18 \quad 0,05 \quad 0,32$$

$$t_b \quad 36,0 \quad 49,3 \quad 81,7 \quad 15,6$$

$s = 0,8$ pct. Konstantleddet udgør 2,16 pct. af $\bar{Y}$. $F = 121800$. $R^2 = 1,00$.

Den statistiske sikkerhed er stor, men konstantleddet er noget større end for ligningerne 1 og 2. I forhold til middelfejlene på koefficienterne i ligningerne 1 og 2 er middelfejlen på koefficienten til fedt blevet halveret, og middelfejlen på koefficienten til træstof fordoblet. Koefficienten til protein svarer til det teoretisk forventede. Koefficienten til fedt er noget lavere og koefficienten til NFE lidt lavere end forventet, medens koefficienten til træstof ligesom i ligningerne 1 og 2 er højere end forventet. Korrelationerne af protein med fedt, NFE og træstof var henholdsvis 0,72, 0,96 og 0,88. For fedt med NFE og træstof var korrelationerne 0,61 og 0,71. Korrelationen mellem NFE og træstof var 0,82. *Nehring et al.* (1963b) fandt ved forsøg med kraftfodermidler følgende ligning til beregning af fordøjet kcal:

$$Y = 5,39X_1 + 8,91X_2 + 4,19X_3 + 4,15X_4 \quad s = 1,2 \text{ pct.}$$

Hoffmann (1966) fandt ved regressionsanalyse på de tidligere nævnte 67 foderrationer efterfølgende ligning til beregning af fordøjet kcal. $n = 67$.

$$Y = 5,76X_1 + 9,43X_2 + 4,08X_3 + 4,40X_4 \quad s = 1,0 \text{ pct.}$$

Ved sammenligning af ligningerne ses, at de navnlig afviger ved koefficienterne til protein, fedt og træstof. Træstof har dog også ifølge Hoffmanns ligning større energieffekt end NFE. Koefficienten til fedt i Hoffmanns ligning svarer næsten til det teoretisk forventede. Generelt svarer koefficienterne i Hoffmanns ligning bedre til det teoretisk forventede end koefficienterne i den af *Nehring et al.* angivne ligning og ligning 3. Dette skyldes

sikkert både det store antal foderrationer og de store variationer i foderrationernes kemiske sammensætning (*Schiemann & Hoffmann*, 1966).

Nehring et al. (1963b) mener, at de fundne forskelle på koefficienterne til fodernæringsstofferne og de fordøjede næringsstoffer kan skyldes analysefejl eller selektiv resorption, eventuelt begge dele. På grund af forskellige korrelationer mellem de uafhængige variable kan selve regressionsanalysen sikkert også medvirke til de noget forskellige koefficienter. Som anført i tabel 33, side 64, har fordøjeligheden af energi varieret fra 72 til 93 pct., medens fordøjeligheden af de i kemisk henseende langt mere variable foderrationer, der er anvendt på Oskar Kellner Institutet, ifølge *Schiemann & Hoffmann* (1966) kun har varieret fra 65 til 85 pct. Med hensyn til energiens fordøjelighed og foderets koncentrationsgrad har variationerne ved den foreliggende undersøgelse således været lige så store som ved undersøgelserne på Oskar Kellner Institutet.

Omsættelig energi

Proteinets bidrag til omsættelig energi varierer med kvælstofaflejringen, fordi den del af kvælstoffet, der udskilles med urinen i form af urinstof og andre kvælstofholdige forbindelser, indeholder omkring 20 pct. af det fordøjede proteins energiindhold. Den aflejrede procentdel af det fordøjede protein falder, som vist i figur 4, side 82, fra forsøgsperiode til forsøgsperiode, hvorfor proteinets bidrag til omsættelig energi også vil falde fra forsøgsperiode til forsøgsperiode. For at opnå det bedst mulige skøn over det fordøjede proteins bidrag til omsættelig energi i hele vækstperioden, blev de seks periodiske mængder af omsættelige kcal, fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet NFE og fordøjet træstof adderet. Regressionsanalysen blev udført på de 80 summer og inden for køn, fordi sogrisene, som vist ved figur 4, har aflejret mere kvælstof end galtgrisene. $n = 80$, $f = 74$.

$$4. Y = 5,13X_1 + 9,02X_2 + 4,13X_3 + 4,72X_4 + 364$$

$$s_b \quad 0,26 \quad 0,26 \quad 0,08 \quad 0,74$$

$$t_b \quad 19,8 \quad 34,5 \quad 54,3 \quad 6,4$$

$s = 0,4$ pct. Konstantleddet udgør 1,15 pct. af $\bar{Y}$. $F = 718$. $R^2 = 0,98$.

Spredningen omkring regressionsplanerne er mindre end for ligningerne 1, 2 og 3. De partielle middelfejl er større og t-værdierne mindre end for ligning 3. Det skyldes sikkert mest, at n er faldet fra 480 til 80.

Koefficienterne til fedt og NFE er højere og koefficienten til træstof lavere end i ligningen for fordøjet energi. Koefficienten til protein svarer nøje til det teoretisk forventede. Beregnet på summerne af de seks balancer har svinene aflejret 47 pct. af det fordøjede kvælstof. Når fordøjet protein

indeholder 5,72 kcal pr. g og urinkvælstoffet omkring 20 pct. heraf, skal proteinets bidrag til omsættelig energi være ca. 5,12 kcal pr. g ($5,72 \div 5,72 \times 0,20 \times 0,53$). Noget andet er, at den beregnede kvælstofaflejring, som anført i tabel 45, side 102, er 16–17 pct. for høj. Blev der taget hensyn hertil, skulle proteinets koefficient formindskes med ca. 0,10.

Korrelationerne mellem de uafhængige variable var mindre end for de uafhængige variable i ligning 3. Mellem protein og henholdsvis fedt, NFE og træstof var korrelationerne 0,49, $\div 0,55$ og 0,54. Korrelationerne af fedt med NFE og træstof var $\div 0,51$ og 0,49. Mellem NFE og træstof var korrelationen $\div 0,54$.

Nehring et al. (1963b) fandt på grundlag af differensforsøg med 12 forskellige kraftfodermidler følgende ligning til beregning af omsættelig energi:

$$Y = 4,50X_1 + 8,62X_2 + 4,17X_3 + 4,00X_4 \quad s = 1,8 \text{ pct.}$$

Koefficienten til protein er lavere end angivet ved ligning 4, fordi forsøgene er udført med udvoksede eller næsten udvoksede svin. Ved fedning udgør proteinkalorierne i henhold til *Schiemann* (1958) samt *Schiemann et al.* (1961a) kun omkring 10 pct. af nettokalorierne. Det meste kvælstof bliver derfor udskilt med urinen. Koefficienterne til fedt og træstof er også lavere end fundet ved ligning 4.

Hoffmann (1966) har på de tidligere omtalte 67 rationer beregnet efter følgende ligning til beregning af omsættelig energi. $n = 67$.

$$Y = 4,88X_1 + 9,50X_2 + 4,06X_3 + 3,38X_4 \quad s = 1,3 \text{ pct.}$$

Hoffmanns koefficient til protein er lavere end angivet i ligning 4, men højere end fundet af *Nehring et al.* (1963b).

Når det tages i betragtning, at Hoffmanns ligning er beregnet ud fra forsøg med udvoksede svin, er koefficienten 4,88 til fordøjet protein højere end teoretisk forventet. Koefficienten til fordøjet træstof er ifølge Hoffmanns beregninger faldet fra 4,40 i ligningen for fordøjet energi (se side 123) til 3,38 i ligningen for omsættelig energi. Ifølge ligning 3 og 4 er det fordøjede træstofs værdi faldet fra 5,05 til 4,72. Dette fald er dog mindre end middelfejlen på koefficienten 4,72 i ligning 4. Ifølge *Nehring et al.* (1963b) er koefficienten til fordøjet træstof faldet fra 4,15 i ligningen for fordøjet energi (se side 123) til 4,00 i ligningen for omsættelig energi.

Eriksson (1952) fandt ved forsøg med kaniner, at urinens energiindhold steg med 1,1 kcal, når fordøjet træstof steg med 1 g. En regressionsanalyse udført inden for køn og perioder viste, at urinens energiindhold steg med 0,8 kcal, når fordøjet træstof steg med 1 g. ($P \leq 0,001$). Det kan tyde på,

at fordøjet træstof indeholder stoffer, der ikke eller kun delvis kan udnyttes af organismen.

Thorbeck (1969b) angiver ud fra forsøg med voksende galtgrise efterfølgende ligning til beregning af omsættelig energi:

$$Y = 4,91X_1 + 7,71X_2 + 4,20X_3 + 3,93X_4 \quad s = 0,8 \text{ pct.}$$

Ifølge tabel 39, side 80, aflejrer galtgrise ca. 9 pct. mindre kvælstof end sogrise. Såfremt proteintilførslen og proteinets biologiske værdi har været ens, må der som fundet forventes en lidt lavere koefficient til protein end de 5,13 angivet ved ligning 4. Koefficienten til fedt er betydeligt lavere end angivet ved ligning 4 og koefficienten til NFE lidt højere.

Ligningerne for fordøjet energi (3) og omsættelig energi (4) afviger lidt fra hinanden navnlig med hensyn til koefficienterne til fedt og konstantleddenes størrelse og fortegn. For at undersøge, om forskellene kunne forklares ud fra den flere gange omtalte forskel på relationen mellem næringsstofferne og energien i skummetmælkspulver og foderblandinger, udførtes en regressionsanalyse inden for perioder og køn med omsættelig energi som afhængig variabel (Y). På grund af den store pladskapacitet en sådan analyse kræver af EDB-anlægget, var det ikke muligt at udføre analysen inden for køn og perioder med det foreliggende EDB-program. Derfor blev fordøjet NFE og træstof adderet ved analysen. $n = 480$, $f = 470$.

$$5. \quad Y = 5,07X_1 + 8,81X_2 + 4,06(X_3 + X_4) + 39$$

$$s_b \quad 0,17 \quad 0,19 \quad 0,05$$

$$t_b \quad 30,2 \quad 46,0 \quad 74,6$$

$s = 0,9 \text{ pct.}$ Konstantleddet udgør 0,75 pct. af $\bar{Y}$. $F = 89810$. $R^2 = 1,00$.

Spredningen omkring regressionsplanerne er fordoblet i forhold til ligning 4 og er af samme størrelse som for ligning 3. Koefficienten til protein er faldet med 0,06 i forhold til koefficienten i ligning 4. Fedtets koefficient svarer bedre til koefficienten i ligning 3 end i ligning 4. Konstantleddet har positivt fortegn som ved ligning 3. Dette tyder på, at mængdeforholdet mellem skummetmælkspulver og foderblandinger påvirker resultatet af regressionsanalysen. Som før nævnt indeholdt skummetmælkspulveret mindre energi i forhold til næringsstofferne end foderblandingerne. Dette stemmer med, at både protein og fedt har lavere koefficienter i ligning 5 end i ligning 4. Skummetmælkspulveret får nemlig større indflydelse ved regressionsanalyser inden for perioder end på summen af perioderne. Den lave koefficient til fedt i *Thorbeks* (1969b) ligning peger i samme retning, idet halvdelen af svinene har fået skummetmælkspulver som eneste proteintilskud. Korre-

lationerne mellem de uafhængige variable nærmer sig ved ligning 5 til samme størrelse som ved ligning 3. Mellem protein og henholdsvis fedt og råkulhydrat (NFE + træstof) var korrelationerne 0,72 og 0,96. Korrelationen mellem fedt og råkulhydrat var 0,62.

Ligning 5 viser tillige, at omsættelig energi kan beregnes med tilfredsstillende sikkerhed ud fra fordøjet protein, fordøjet fedt og fordøjet råkulhydrat, hvilket er i overensstemmelse med *Gaardbo Thomsen* (1967).

Arsagen hertil er sikkert, dels at forskellen på energiindholdet i fordøjet NFE og fordøjet træstof er begrænset, dels at det fordøjede træstof kun har udgjort 2,46 pct. af det fordøjede organiske stof.

Aflejret energi

I henhold til resultaterne af differensforsøgene på Oskar Kellner Institut skal der ifølge *Nehring* (1958), *Hoffmann et al.* (1960) samt *Schiemann et al.* (1961a) regnes med gennemsnittet af 4–8 parallel dyr, for at man kan opnå reproducerbare resultater. De tidligere omtalte ligninger fra Oskar Kellner Institut (*Schiemann & Hoffmann*, 1966) er derfor beregnet på gennemsnit af 4–8 forsøg med forskellige dyr. Hertil kommer, at der ifølge *Breirem* (1969b) udføres 6 respirationsforsøg à 24 timer i hver forsøgsperiode. *van Es* (1969b) finder, at differensforsøg må gentages 4–6 gange, for at spredningen på nettoenergien kan bringes ned på en størrelse, der udgør mindre end 5 pct. af den tilførte omsættelige energi. Det må derfor forventes, at de enkelte balancer med voksende svin er usikre og mere usikre end ved differensforsøg, fordi de unge svin er mere aktive og aflejrer en mindre procentdel af den omsættelige energi end udvoksede dyr. Spredningerne på de periodiske energiaflejringer, angivet i tabellerne 40 og 41, sidderne 83 og 85, er da også så store, at der næppe kan beregnes brugelige skøn over de fordøjede næringsstoffers bidrag hertil.

Som omtalt i kapitel 5 er der betydelige afvigelser mellem resultaterne af balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. Det må antages, at slagteundersøgelserne er de sikreste og mest repræsentative, hvorfor resultaterne af balanceforsøgene må vurderes med nogen forsigtighed. For at undersøge, om der kunne beregnes brugelige skøn over de fordøjede næringsstoffers bidrag til aflejret energi, og for at opnå en sammenligning af resultaterne fra balanceforsøgene med resultaterne af slagteundersøgelserne, blev der udført regressionsanalyser. For balanceforsøgene blev analyserne udført på summerne af de periodiske data for både CN-metoden og RQ-metoden. De seks periodiske mængder af henholdsvis fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet NFE og fordøjet træstof samt de periodiske energiaflejringer blev hver for sig adderet til én sum pr. gris.

Ved slagteundersøgelserne blev mængderne af de fordøjede næringsstoffer beregnet for hver periode for sig ved at multiplicere de periodiske mængder af de enkelte næringsstoffer i foderet med de pågældende næringsstoffers fordøjelighedskoefficienter divideret med 100. Beregningerne blev gennemført med de enkelte grises fordøjelighedskoefficienter for den pågældende periode, og de seks periodiske summer blev adderet til én sum pr. gris for hvert næringsstof. Regressionsanalysen vedrørende slagteundersøgelserne blev udført med vækstperiodens gennemsnitlige daglige mængde aflejet energi som afhængig variabel og de gennemsnitlige daglige mængder af fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet NFE og fordøjet træstof som uafhængige variable. Disse og alle efterfølgende regressionsanalyser er udført inden for kuld og køn efter modellen anført på side 120. Y = aflejet kcal, X_1 = g fordøjet protein, X_2 = g fordøjet fedt, X_3 = g fordøjet NFE, X_4 = g fordøjet træstof. $n = 80$, $f = 65$.

Aflejet kcal bestemt ved balanceforsøg og beregnet efter CN-metoden:

$$6. Y = 2,38X_1 + 5,48X_2 + 1,38X_3 + 2,10X_4 + 651$$

$$s_b \quad 1,91 \quad 1,86 \quad 0,51 \quad 4,49$$

$$t_b \quad 1,3 \quad 2,9 \quad 2,7 \quad 0,5$$

$$s = 5,4 \text{ pct.} \quad F = 15,3. \quad R^2 = 0,77.$$

Aflejet kcal bestemt ved balanceforsøg og beregnet efter RQ-metoden:

$$7. Y = 2,92X_1 + 5,46X_2 + 1,79X_3 + 0,56X_4 + 3670$$

$$s_b \quad 1,68 \quad 1,64 \quad 0,45 \quad 3,95$$

$$t_b \quad 1,7 \quad 3,3 \quad 4,0 \quad 0,1$$

$$s = 5,3 \text{ pct.} \quad F = 14,0. \quad R^2 = 0,75.$$

Aflejet kcal bestemt ved slagteundersøgelser:

$$8. Y = 2,29X_1 + 5,09X_2 + 1,88X_3 + 7,06X_4 + 342$$

$$s_b \quad 1,21 \quad 1,42 \quad 0,35 \quad 3,51$$

$$t_b \quad 1,9 \quad 3,6 \quad 5,3 \quad 2,0$$

$$s = 4,6 \text{ pct.} \quad F = 28,2. \quad R^2 = 0,86.$$

Ligningerne 6, 7 og 8 viser, at slagteundersøgelserne er mere sikre end balanceforsøgene, idet spredningen omkring regressionsplanerne er mindst og R^2 størst for slagteundersøgelserne. Som anført ved ligningerne, er middelfejlene på de partielle regressionskoefficienter størst for balanceforsøgene beregnet efter CN-metoden og mindst ved slagteundersøgelserne. Middelfejlene på regressionskoefficienterne i ligning 8 er dog 4–5 gange større end angivet for omsættelig energi ved ligning 4.

Den gennemsnitlige daglige energitilførsel udgjorde ved balanceforsøgene 5252 og ved slagteundersøgelserne 5155 omsættelige kcal. De gennem-

snitlige daglige mængder aflejret energi udgjorde for CN-metoden, RQ-metoden og slagteundersøgelserne henholdsvis 2011, 1828 og 1786 kcal. Svinene har således kun aflejret 38–35 pct. af den omsættelige energi, hvorfor regressionskoefficienterne i ligningerne for aflejret energi er blevet formindsket i forhold til koefficienterne i ligning 4. Regressionskoefficienterne til fordøjet protein er derfor ikke statistisk sikre ($P \geq 0,05$). For slagteundersøgelserne er koefficienten til fordøjet protein dog lige ved signifikansgrænsen, idet $t = 1,89$ svarer til $0,06 \leq P \leq 0,07$. Udtrykt i pct. af omsættelig energi udgør spredningen omkring regressionsplanerne for ligning 8 1,6 pct., hvilket ifølge *van Es* (1969a) må betegnes som tilfredsstillende.

Ved faglige diskussioner om fodermiddelvurdering tillægges de fordøjede næringsstoffers indbyrdes værdi stor betydning. Det væsentligste argument for at anvende nettoenergi som vurderingsgrundlag frem for omsættelig energi er netop, at næringsstofferne i henhold til tidligere undersøgelser yder et indbyrdes forskelligt bidrag til nettoenergi og omsættelig energi. I denne forbindelse bør det fremhæves, at multiple regressionsanalyser giver det bedste skøn for relationerne mellem de uafhængige variable og den afhængige variabel beregnet ved hjælp af de mindste kvadraters metode. På grund af korrelationerne mellem de uafhængige variable og de store middelfejl på de partielle regressionskoefficienter, kan de partielle regressionskoefficienter ikke betragtes som helt sikre skøn over de enkelte næringsstoffers absolutte værdi i forhold til hinanden.

Teoretisk set har man kun helt sikre skøn over næringsstofferne indbyrdes værdi, når korrelationerne mellem de uafhængige variable er nul. Da korrelationerne mellem de fordøjede næringsstoffer stort set er omkring 0,5, vil de, som diskuteret af *Jørgensen* (1969), næppe have afgørende indflydelse på regressionskoefficienterne. Middelfejlene er dog så store, at et eller flere nye forsøg kan bevirke en ændring af de partielle regressionskoefficienters indbyrdes størrelse. *Hoffmann* (1969) vurderer også forskellige ligningers værdi ud fra spredningen omkring regressionsplanen og den multiple korrelationskoefficient (R). Det i tabel 48 angivne skøn over de fordøjede næringsstoffers værdi i relation til NFE må derfor vurderes under hensyntagen til de nævnte forbehold.

Som anført bliver både protein og fedt vurderet højere ved balanceforsøgene end ved slagteundersøgelserne. Dette resultat måtte også forventes, idet sammenligningerne mellem resultaterne af balanceforsøgene og slagteundersøgelserne, som anført i tabellerne 45, 46 og 47, siderne 102, 108 og 109, viste, at afvigelserne mellem metoderne voksede med stigende indhold af protein og fedt i foderet. Som før omtalt, er resultaterne af slagteundersøgelserne mere repræsentative for et normalt miljø end balanceforsøgene, og da de fordøjede næringsstoffer tillige kunne forklare 86 pct. af variatio-

nerne i aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne mod 76 pct. ved balanceforsøgene, må næringsstoffernes bidrag til aflejret energi beregnet ved ligning 8 tillægges størst værdi.

Tabel 48. Skøn over de fordøjede næringsstoffers relative bidrag til aflejret energi.
Table 48. Estimated relative contribution of digested nutrients to energy retention

Aflejret energi bestemt ved:	Relativt bidrag af			
	Protein	Fedt	NFE	Træstof
CN-metoden	1,7	4,0	1,0	÷ 1,5
RQ-metoden	1,6	3,1	1,0	÷ 0,3
Slagteundersøgelser	1,2	2,7	1,0	÷ 3,8
Stivelseværdi	0,94 ¹⁾	$\left. \begin{array}{ccc} 1,91 & 2,12 & 2,41 \end{array} \right\} 1,00$		
(Kellner, 1905)				
Mælkeproduktionsværdi	1,43 ¹⁾	1,00		1,00
(Hansson, 1913) ²⁾				

1) Faktorer til fordøjet renprotein.

2) Eller sk.f.e.

Denne opfattelse bestyrkes tillige ved, at konstantleddene for ligningerne 6 og 7 skifter fortegn. Matematisk er regressionsanalyseresultaterne kun gyldige udtryk for næringsstoffernes bidrag til aflejret energi inden for det område, undersøgelsen omfatter, hvilket vil sige vægtintervallet 20–90 kg levendevægt. Der er derfor ikke teoretisk grundlag for at tvinge regressionsligningerne gennem nulpunktet. Set fra et fysiologisk synspunkt må der forventes et negativt konstantled, fordi energiaflejringen skal blive negativ, når der ikke tilføres dyrene fordøjelige næringsstoffer, ligesom den aflejrede procentdel af den omsættelige energi stiger gennem vækstperioden (*van Es et al.*, 1969). Det positive konstantled i ligning 6 synes derfor ikke at være sandsynligt. Ligning 8 må antages at give det rigtigste skøn over de fordøjede næringsstoffers bidrag til aflejret energi hos voksende svin.

I litteraturen findes ikke noget direkte sammenligningsgrundlag, fordi tilsvarende undersøgelser ikke er gennemført. Ved differensforsøg med kraftfodermidler til udvoksede svin fandt *Nehring et al.* (1963b), at foderets nettoenergiindhold (Y) kan beregnes ud fra fordøjet protein (X_1), fordøjet fedt (X_2), fordøjet NFE (X_3) og fordøjet træstof (X_4) efter ligningen:

$$Y = 2,40X_1 + 7,71X_2 + 3,27X_3 + 0,01X_4 \quad s = 5,8 \text{ pct.}$$

Udtrykt relativt som i tabel 48 fås værdierne 0,7, 2,4, 1,0 og 0,0. På grundlag af alle udførte forsøg med udvoksede eller næsten udvoksede svin har *Nehring et al.* (1966), *Schiemann & Hoffmann* (1966), *Nehring*

(1969) og *Nehring et al.* (1969) fundet nedenstående ligning til beregning af foderrationers nettoenergiindhold ud fra de fordøjede næringsstoffer. $n = 67$.

$$Y = 2,59X_1 + 8,63X_2 + 3,03X_3 + 1,5X_4 \quad s = 3,6 \text{ pct.}$$

Udtrykt relativt fås værdierne 0,9, 2,8, 1,0 og 0,5. Ifølge ligning 8 opnår fedtet, som angivet i tabel 48, en værdi på 2,7 i forhold til NFE, hvilket er mere end fundet af *Nehring et al.* (1963b), men mindre end angivet af *Nehring et al.* (1969).

I henhold til *Schiemann & Hoffmann* (1966), *Chudy & Schiemann* (1969) samt *Nehring* (1969) er ligningen beregnet på foderrationerne den rigtigste. Ved differensforsøg kan forekomme vekselvirkning mellem fedtrigt grundfoder og tillægsfoder, fordi fedtet har 15–20 pct. højere værdi ved fedtproduktion end ved vedligehold.

Ifølge ligning 8 opnår proteinet højere relativ værdi ved vækst end ved fedning. Dette kan være rigtigt, og fysiologisk set forekommer det rimeligt, at proteinet yder et større bidrag til aflejret energi ved vækst end ved fedning. Ved oxidering af protein sker der dels en forøgelse af varmeproduktionen (specifik dynamisk virkning), dels en forøget udskillelse af energi med de kvælstofholdige stofskifteprodukter til urinen. Under forudsætning af, at omkostningerne ved protein- og fedtsyntese er af samme størrelse, må det derfor forventes, at proteinets bidrag til aflejret energi stiger med stigende procentisk aflejring af fordøjet protein.

Ved denne undersøgelse er der både aflejret mere protein og en større procentdel af det fordøjede protein end ved undersøgelserne på Oskar Kellner Instituttet. Grundene hertil er, at voksende svin aflejrer mere protein end udvoksede svin, ligesom proteintilførslen ikke har været meget højere end svarende til behovet. Bestemt ved balanceforsøgene er der aflejret ca. 47 pct. og ved slagteundersøgelserne ca. 40 pct. af det fordøjede protein. Ved slagteundersøgelserne har aflejret energi i protein beregnet på gennemsnittet udgjort 30,2 pct. af den samlede energiaflejring. Beregnet som gennemsnit af procent proteinkalorier for de enkelte grise har proteinkalorierne udgjort 35 pct. af aflejret energi. Ved fedning udgør proteinkalorierne ifølge *Schiemann* (1958), *Schiemann et al.* (1961a) og *Nehring et al.* (1963b) kun omkring 10 pct. af nettoenergien.

I henhold til *Hoffmann* (1965) er ligningen fra Oskar Kellner Instituttet til beregning af nettoenergi i foderrationer ikke fundet ved en almindelig regressionsanalyse. På grundlag af teoretiske overvejelser har man beregnet grænseværdier for næringsstofferne bidrag til nettoenergien. Disse grænseværdier udgør i pct. af næringsstofferne indhold af omsættelig energi henholdsvis 50 og 65 pct. for protein, 80 og 95 pct. for fedt, 70 og 80 pct. for

NFE samt 0 og 80 pct. for træstof. Sådanne beregnede grænseværdier kan være rigtige, hvis de teoretiske overvejelser er rigtige, men i givet fald bør en normal regressionsanalyse give samme resultat.

Forsøg med rene næringsstoffer til grise i vægtintervallet 110–200 kg levendevægt viste i henhold til *Schiemann et al.* (1961a), at proteinets værdi i relation til kartoffelstivelse og sakkarose var henholdsvis 0,98 og 1,04. Dette tyder på, at proteinets værdi ved fedtproduktion er af nogenlunde samme størrelse som NFE's. I gennemsnit af forsøgene blev der aflejret 62 pct. af proteinets omsættelige energi, men aflejningsprocenten varierede fra 55 til 72. I henhold til foranstående regressionsligninger fra Oskar Kellner Instituttet til beregning af omsættelig energi (side 125) og nettoenergi (side 131) aflejes der kun 53 pct. af proteinets omsættelige energi ($2,59 \times 100/4,88$). Forsøgene med rene næringsstoffer viste som nævnt, at der i gennemsnit blev aflejret 62 pct. af proteinets omsættelige energi, hvilket svarer til en koefficient på 3,03 i stedet for 2,59. Regnes der med den højeste aflejningsprocent på 72, bliver koefficienten 3,51. Bestemmelse af proteinets værdi til fedtproduktion er således også forbundet med store usikkerheder. *Martin & Blaxter* (1961) fandt, at omsættelig energi i kasein blev udnyttet med 65 pct. til fedtsyntese, når det blev indført i løben hos får, medens kun 50 pct. blev udnyttet, hvis det blev indført i vommen. Da løben principielt svarer til grisenes mave, er disse resultater i overensstemmelse med *Schiemann et al.* (1961a).

Giver proteinet større bidrag til energiaflejringen ved vækst end ved fedning, må det set fra et teoretisk synspunkt forventes, at proteinet giver større bidrag til energiaflejringen hos sogrise end hos galtgrise, fordi sogrise aflejrer en større procentdel af det fordøjede protein end galtgrise. Sogrisene har aflejret ca. 9 pct. mere protein end galtgrisene. I forhold til spredningerne på forsøgsresultaterne er undersøgelsen dog ikke så omfattende, at der kan beregnes brugelige skøn over næringsstofferne eventuelle forskellige bidrag til energiaflejringen hos sogrise og galtgrise hver for sig.

I denne forbindelse kan nævnes, at der er forekommet større forskelle i aflejret energi mellem kuld end mellem sogrise og galtgrise inden for forsøg. Ifølge tabel 42, side 90, har den største forskel mellem sogrise og galtgrise været i forsøg 5, hvor sogrisene beregnet efter slagteundersøgelserne har aflejret 7,8 pct. færre kcal end galtgrisene pr. kg fodertørstof. I forsøg 1 aflejrte kuld 1 i henhold til slagteundersøgelserne 17,7 pct. færre kcal end kuld 2 pr. kg fodertørstof. Middelfejlene på de partielle regressionskoefficienter til de fordøjede næringsstoffer angivet ved ligning 8 er store, men koefficienterne til fedt, NFE og træstof er dog statistisk sikre, og koefficienten til protein er lige ved signifikansgrænsen.

Uden anvendelse af den beskrevne forsøgsplan og statistiske analysemodel, der har gjort det muligt at beregne næringsstofferne bidrag til aflejret energi inden for kuld og køn, havde det næppe været muligt at opnå statistisk sikre skøn for de partielle regressionskoefficienter, ligesom spredningen ville være blevet større og R^2 meget mindre.

Ligningerne 6, 7 og 8 viser alle, at fordøjet træstof giver et negativt bidrag til energialejringen. Regressionskoefficienterne er dog mindre end middelfejlene i ligningerne 6 og 7. I ligning 8 er træstoffets negative bidrag til aflejret energi statistisk signifikant. Ved første betragtning forekommer det usandsynligt, at fordøjet træstof skulle have negativ værdi, men efter nærmere overvejelse må den signifikant negative koefficient nok anses for at være principiel rigtig. Ved regressionsanalysen kommer fordøjet træstof til at virke som et »indeks« for foderets kemiske sammensætning, fysiske struktur og koncentrationsgrad. Den negative koefficient bør derfor sikkert mere betragtes som et korrektionsled end som et udtryk for en direkte negativ effekt af fordøjet træstof. Ifølge ligningen fra Oskar Kellner Instituttet til beregning af nettoenergi i foderrationer har træstof halvt så stor værdi som NFE. Imidlertid er træstoffet her som følge af de før omtalte restriktioner ved regressionsanalysen tvunget til at have positiv energieffekt. Hertil kommer, at nettoenergien, som angivet af *Schiemann & Hoffmann* (1966) og *Nehring* (1969), er beregnet efter modellen:

$$\text{Aflejret energi} = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5\text{levendevægt}^{3/4}$$

Ved »regressionsanalysen« har der været restriktioner for b_1 , b_2 , b_3 og b_4 , medens der har været frit valg med hensyn til b_5 . En foderrations indhold af nettoenergi er således lig med summen af aflejret energi plus vedligeholdsen energi beregnet ud fra svinenes levendevægt.

Da indholdet i mavearmkanalen påvirkes af foderets fysiske beskaffenhed og træstofindhold, har grise, fodret med et træstofrigt foder, højere levendevægt end normalt fodrede. Dette kan teoretisk medvirke til, at koefficienten til fordøjet træstof bliver for høj. Oprindeligt beregnede *Schiemann & Hoffmann* (1966) en endnu højere koefficient til træstof, men efter udskydelse af tre forsøg med ensilage i foderet, faldt koefficienten til 1,47. Forfatterne nævner, at træstofkoefficienten angives afrundet til 1,5 for at gøre opmærksom på dens usikkerhed. Som tidligere anført fandt *Nehring et al.* (1963b) en koefficient på 0,01 til træstof ved differensforsøgene med kraftfodermidler. Ved differensforsøgene med forskellige rodfrugter fandt *Schiemann et al.* (1966) en koefficient på 0,60 til fordøjet træstof. Den høje koefficient til træstof er således først fremkommet ved den samlede beregning af alle foderrationers værdi (grundfoder + tillægsfoder), og her blev vedligeholdet medregnet som en funktion af levendevægten.

Ifølge *Nehring et al.* (1963b) havde havre aflejret 12,8 pct. mindre energi end beregnet efter den tidligere nævnte ligning, hvor træstofkoefficienten var 0,01. Dette var en betydelig afvigelse og kan måske stå i forbindelse med havrens høje træstofindhold. Ved differensforsøg med hvede- og rugklid fandt *Jentsch et al.* (1968), at der blev aflejret fra 1,8 til 2,5 pct. mindre energi end beregnet efter ligningen, fundet på de 67 foderrationer. Begge eksempler kan tyde på, at træstoffet i træstofrige kornfodermidler har lavere nettoenergiværdi end beregnet efter de nævnte ligninger.

Som diskuteret af *Vanschoubroek* (1968) udnytter udvoksede svin sikkert også træstof og dermed beslægtede forbindelser i NFE-fraktionen bedre end slagterisvin. *Nordfeldt* (1946a, b) fandt ved fordøjelighedsforsøg, at søer fordøjede træstof bedre end slagterisvin. *Breirem et al.* (1943, 1958) fandt ved forsøg med cellulose, at træstoffets fordøjelighed steg med svinenes vægt og alder. Da udvoksede svin således sikkert fordøjer træstof bedre end slagterisvin, vil koefficienten til fordøjet træstof alene derfor blive større, fordi »indekseffekten« kan overføres på en større vægtmængde fordøjet træstof.

Med hensyn til »indekseffekten« kan nævnes, at *Carpenter & Clegg* (1956) ved beregning af omsættelig energi ud fra foderets kemiske bestanddele fandt, at NFE's stivelsefraktion havde 10 pct. højere værdi end sukkerfraktionen. *Nehring et al.* (1966, 1969), *Schiemann et al.* (1966), *Schiemann & Hoffmann* (1966) samt *Nehring* (1969) angiver tillige, at di- og monosakkariderne formindskede NFE-fraktionens bidrag til nettoenergien med 0,15 kcal pr. g disakkarid og 0,30 kcal pr. g monosakkarid.

Kellner (1905) fandt, at der med stigende træstofindhold i foderet blev aflejret mindre energi end beregnet ud fra mængden af de fordøjede næringsstoffer. *Kellner* mente, at dette var udtryk for forøget fordøjelsesarbejde som følge af foderets fysiske beskaffenhed og indførte henholdsvis værdital og træstoffradrag til at korrigere for forskellen mellem den beregnede og fundne energiaflejring. *Armstrong & Blaxter* (1961) fandt ved forsøg med drøvtyggere, at forholdet mellem eddikesyre og propionsyre dannet ved fordøjelsen varierede med foderets træstof- og stivelseindhold. Meget træstof gav relativt megen eddikesyre, medens stivelse gav relativt mere propionsyre. Da propionsyre udnyttes bedre end eddikesyre, mener *Armstrong & Blaxter* (1961), at dette forhold delvis forklarer *Kellners* (1905) teori om fordøjelsesarbejdet. Ved forsøg med svin fandt *Jentsch et al.* (1969) også en meget lav udnyttelse af eddikesyre.

En regressionsanalyse udført på *Carpenter & Cleggs* (1956) data viste, at stivelseindholdet faldt med 4,3 pct., når træstofindholdet i fodertørstoffet steg med 1 pct. ($t = 5,9$, $P \leq 0,001$). En tilsvarende analyse på data fra *Just Nielsens* (1965) forsøg med forskellige bygkvaliteter viste, at stivelse-

indholdet i bygtørstoffet faldt med 2,8 pct., når træstofindholdet steg med 1 pct. ($t = 15,0$, $P \leq 0,001$).

Breirem et al. (1943, 1958) fandt ved fodringsforsøg med forskellige slags og forskelligt behandlet cellulose, at celluloseens foderværdi var meget ringe og kunne være negativ. Forfatterne mener derfor, at det er tvivlsomt, om fordøjet cellulose kan udnyttes til produktion. Forsøgene tyder ikke på, at der er produktiv energi i cellulosen, før fordøjeligheden af det organiske tørstof kommer op omkring 40 pct. *Lehmann* (1941) beregnede ud fra Kellners forsøg, at det næppe var lønnende at anvende fodermidler med en lavere fordøjelighed end 30 pct. Ved forsøg med svin fandt *Bohsted* (1952), at tilsætning af træstof i form af havreskalmel og lignende produkter formindskede effekten af basalfoderet. Forøgelse af træstofindholdet med 1 pct. reducerede basalfoderets værdi med 1,5–2,9 pct. *Clausen & medarbejdere* (1956b) fandt ved forsøg med slagterisvin, at havrehalmmel har meget ringe eller ingen foderværdi. *Madsen* (1963) fandt, at der kun blev fordøjet 6 pct. af det organiske stof i havrehalmmel.

Ifølge *Blaxter* (1969) falder udnyttelsen af den omsættelige energi til produktion hos kvæg, bortset fra fedtrige rationer, når rationernes koncentrationsgrad falder. *Flatt et al.* (1969) finder, at udnyttelsen af den omsættelige energi hos kvæg falder med stigende træstofindhold eller faldende koncentrationsgrad. *Blaxter* (1962), *A.R.C.* (1965) og *van Es* (1969b) definerer koncentrationsgrad som omsættelige kcal i pct. af brutto kcal, hvilket principielt svarer til antal omsættelige kcal pr. kg fodertørstof. I henhold til *A.R.C.* (1965) korrigeres foderrationer til kvæg for forskelle i koncentrationsgrad. Nyere undersøgelser på Oskar Kellner Institutet (*Nehring et al.*, 1966, 1969) viser også, at man hos kvæg må regne med en faldende udnyttelse af foderrationerne, når fordøjeligheden af energi falder. Falder fordøjeligheden af energi under 67 pct., må der korrigeres. Korrektionen udføres ved at multiplicere den beregnede nettoenergi med en faktor, der falder fra 1,00 ved en fordøjelighed på 67 pct. til 0,82 ved en fordøjelighed på 50 pct.

Korrektionerne for forskelle i koncentrationsgrad eller for forskelle i fordøjelighed udføres på foderrationer, men svarer ellers i princippet til Kellners værdital og træstoffradrag. *Nehring* (1969) fandt, at koncentrationsgrad, fordøjet energi og træstofindhold var lige gode udtryk for faldet i foderets værdi. Da træstofanalysen anses for at være usikker, og bestemmelse af omsættelig energi kræver mere arbejde og flere analyser end bestemmelse af fordøjet energi, foretrækkes at korrigere på grundlag af energiens fordøjelighed.

Breirem (1944) beregnede ud fra 145 forsøg med kvæg, at den aflejrede procentdel af omsættelig energi faldt lineært med stigende træstofindhold

i fodertørstoffet. Når pct. træstof i fodertørstof steg med 1, faldt energi-aflejringen med 0,7 procentenheder. Som anført i kapitel 4, side 68, faldt fordøjeligheden af energi med 2,9 procentenheder, når træstofindholdet i fodertørstoffet steg med 1 pct.

De citerede arbejder tyder således på, at den negative koefficient til fordøjet træstof i ligning 8 er principiel rigtig, idet det fordøjede træstof virker som et »indeks« for koncentrationsgrad, fordøjet energi eller træstofindhold. Selv om træstofanalysen er usikker, giver et foders træstofindhold, som omtalt af *Paloheimo* (1969) og illustreret ved figur 8, alligevel et principielt rigtigt skøn over foderværdien, navnlig fordi træstoffet optræder som et »indeks« for foderets fordøjelighed eller koncentrationsgrad. De korrigerede holdgennemsnit angivet i figur 8 er korrigeret for forskelle mellem forsøg ved multiplikation med total gennemsnit/forsøgets gennemsnit.

For om muligt at opnå en nærmere belysning af årsagerne til det fordøjede træstofs signifikant negative bidrag til aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne, blev der udført supplerende regressionsanalyser. For både den afhængige og de uafhængige variable blev der regnet med vækstperiodens gennemsnitlige mængder pr. dag. Y = aflejret kcal, X_1 = fordøjet protein, X_2 = fordøjet fedt, X_3 = fordøjet NFE, X_4 = fordøjet træstof, Z_4 = fodertræstof, O.E. = omsættelige kcal og O.E./kg fodertørstof = koncentrationsgrad.

$$n = 80, f = 64.$$

$$9. Y = 3,28X_1 + 7,13X_2 + 1,98X_3 + 5,79X_4 + 1,48Z_4 + 613$$

$$s_b \quad 1,10 \quad 1,36 \quad 0,32 \quad 3,15 \quad 0,35$$

$$t_b \quad 2,9 \quad 5,3 \quad 6,3 \quad 1,8 \quad 4,2$$

$$s = 4,1 \text{ pct.} \quad F = 34,3. \quad R^2 = 0,89.$$

$$n = 80, f = 64.$$

$$10. Y = 2,94X_1 + 6,00X_2 + 1,89X_3 + 7,24X_4 + 0,19 \text{ O.E./kg}$$

$$\text{fodertørstof} + 1176$$

$$s_b \quad 1,09 \quad 1,29 \quad 0,31 \quad 3,14 \quad 0,04$$

$$t_b \quad 2,7 \quad 4,7 \quad 6,0 \quad 2,3 \quad 4,2$$

$$s = 4,1 \text{ pct.} \quad F = 34,2. \quad R^2 = 0,89.$$

$$n = 80, f = 64.$$

$$11. Y = 3,62X_1 + 7,23X_2 + 2,41X_3 + 6,44X_4 + 0,47 \text{ g foder-}$$

$$\text{tørstof} + 505$$

$$s_b \quad 1,12 \quad 1,36 \quad 0,34 \quad 3,13 \quad 0,11$$

$$t_b \quad 3,2 \quad 5,3 \quad 7,2 \quad 2,1 \quad 4,2$$

$$s = 4,1 \text{ pct.} \quad F = 34,5. \quad R^2 = 0,89.$$

$n = 80, f = 65.$

$$12. Y = 1,99X_1 + 7,54X_2 + 2,26(X_3 + X_4) \div 1,56Z_4 \div 801$$

s_b 1,03 1,40 0,31 0,36

t_b 1,9 5,4 7,3 4,3

$s = 4,3 \text{ pct.}$ $F = 33,4.$ $R^2 = 0,88.$

$n = 80, f = 65.$

$$13. Y = 3,22X_1 + 6,32X_2 + 2,06X_3 \div 7,59X_4 \div 525$$

s_b 0,96 1,36 0,19 3,09

t_b 3,4 4,7 11,1 2,5

$s = 4,0 \text{ pct.}$ $F = 69,5.$ $R^2 = 0,94.$

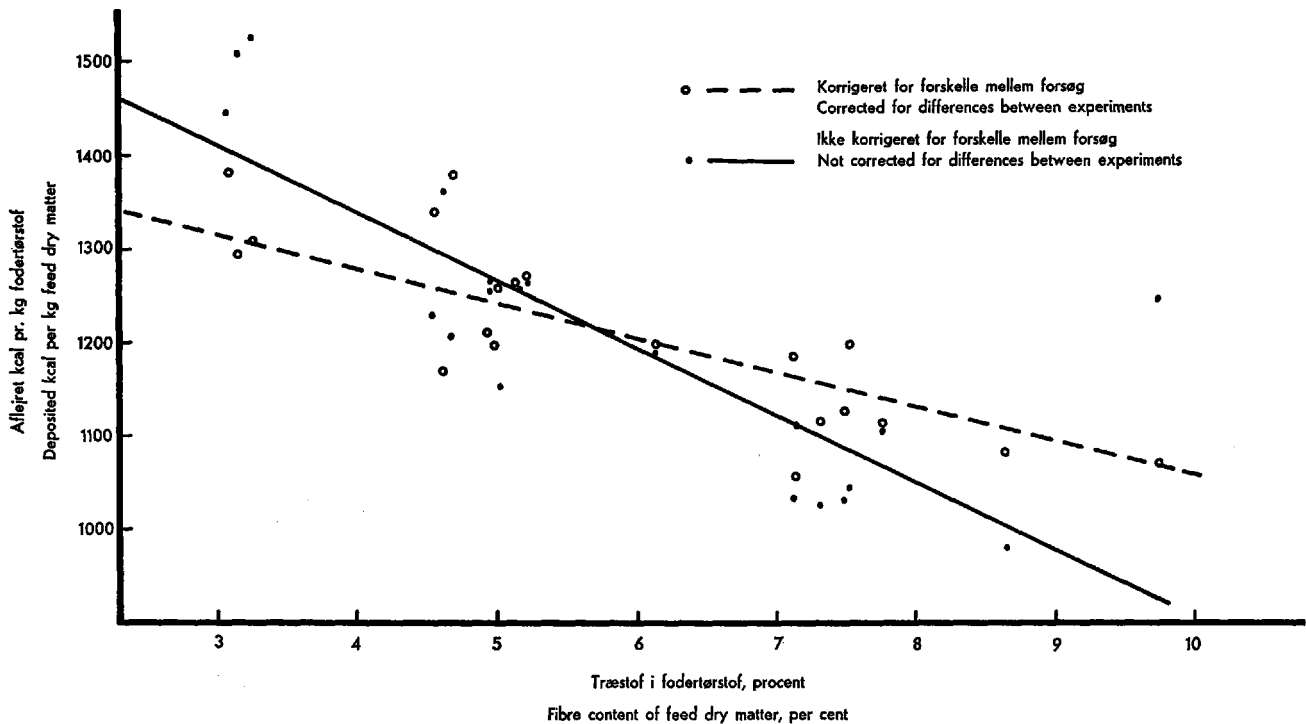
Ligning 12 er beregnet på de samme variable som ligning 9 med den forskel, at g fordøjet NFE og g fordøjet træstof var adderet. Ved ligning 13 er såvel aflejret energi som mængden af de fordøjede næringsstoffer angivet pr. kg fodertørstof.

Ligningerne 9 til 13 har alle lavere spredninger omkring regressionsplanerne og større R^2 -værdier end ligning 8. Middelfejlene på de partielle regressionskoefficienter er næsten alle lavere end for ligning 8. Som vist ved ligningerne 9, 10 og 11 har foderets træstofindhold, koncentrationsgrad og fodertørstof givet et statistisk sikkert bidrag til aflejret energi og bevirket en lille forøgelse af den statistiske sikkerhed i forhold til den, der var opnået ved ligning 8. Spredningen omkring regressionsplanerne udgjorde for alle tre ligninger 4,1 pct., og R^2 var i alle tilfælde 0,89. De tre foderegenskaber fodertræstof, koncentrationsgrad og fodertørstof har alle haft t -værdier på 4,2, hvilket er mere end opnået for fordøjet protein og fordøjet træstof. Ifølge ligningerne 9 og 12 har fodertræstof haft en negativ effekt på henholdsvis 1,48 og 1,56 kcal pr. g, hvilket ikke afviger meget fra *Kellners* (1905, 1924) træstoffradrag hos kvæg, der var på 1,36 kcal pr. g fodertræstof og næsten svarer til det af *Breirem* (1969b) beregnede fradrag på 1,46 kcal. Som illustreret ved figur 9, falder den aflejrede procentdel af omsættelig energi lineært med stigende træstofindhold i fodertørstoffet, hvilket principielt er i overensstemmelse med *Breirems* (1944, 1953) beregninger.

Ligning 10 viser, at energiaflejringsgraden stiger med stigende koncentrationsgrad, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne af en række undersøgelser med kvæg (*Blaxter*, 1962, 1969; *A.R.C.*, 1965; *Nehring et al.*, 1966, 1969; *Flatt et al.*, 1969; *van Es*, 1969b). Som før nævnt fandt *Nehring* (1969), at koncentrationsgrad, fodertræstof og energiens fordøjelighed var lige gode udtryk for faldet i foderets nettoenergiindhold. Ligning 11 viser, at mængden af fodertørstof matematisk kan udtrykke samme effekt som fodertræstof og koncentrationsgrad. Da stigende mængder fodertørstof med den anvendte forsøgsplan kan betragtes som et udtryk for en faldende fordøjelighed af

Figur 8. Relationen mellem aflejet energi bestemt ved slagteundersøgelserne og procent træstof i fodertørstof. Gennemsnit af hold.

Figure 8. Relationship between deposited energy determined by slaughter investigations and fibre content of feed dry matter. Mean of groups



foderet, svarer dette principielt også til *Lehmanns* (1941) ballast-teori. Lehmann mente, at Kellners træstoffradrag var udtryk for en større mængde ufordøjet organisk stof (ballast) og fandt ved beregninger, at mængden af ballast var et bedre udtryk for den formindskede energiaflejring end mængden af fodertræstof.

I henhold til ligning 12 kan der beregnes et fuldt ud så sikkert skøn over energiaflejringen ved hjælp af fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet råkulhydrat (NFE + træstof) og fodertræstof som på grundlag af de fordøjede mængder af de fire næringsstoffer. Medvirkende hertil er sikkert, at det fordøjede træstof kun udgør en ringe del af det fordøjede organiske stof, medens fodertræstof både udgør en større mængde og er bestemt med langt større sikkerhed end fordøjet træstof.

Det fordøjede træstof fastholder sit negative bidrag til aflejret energi i ligningerne 9, 10 og 11, selv om der her er tilføjet en femte variabel til at korrigere for forskelle i kemisk sammensætning, koncentrationsgrad eller fodervolumen. Dette set i relation til den lidt større statistiske sikkerhed på disse ligninger i forhold til ligning 12 kan måske tyde på, at det fordøjede træstof enten har negativ værdi eller optræder som et »indeks« for den fordøjede NFE-fraktion, evt. begge dele.

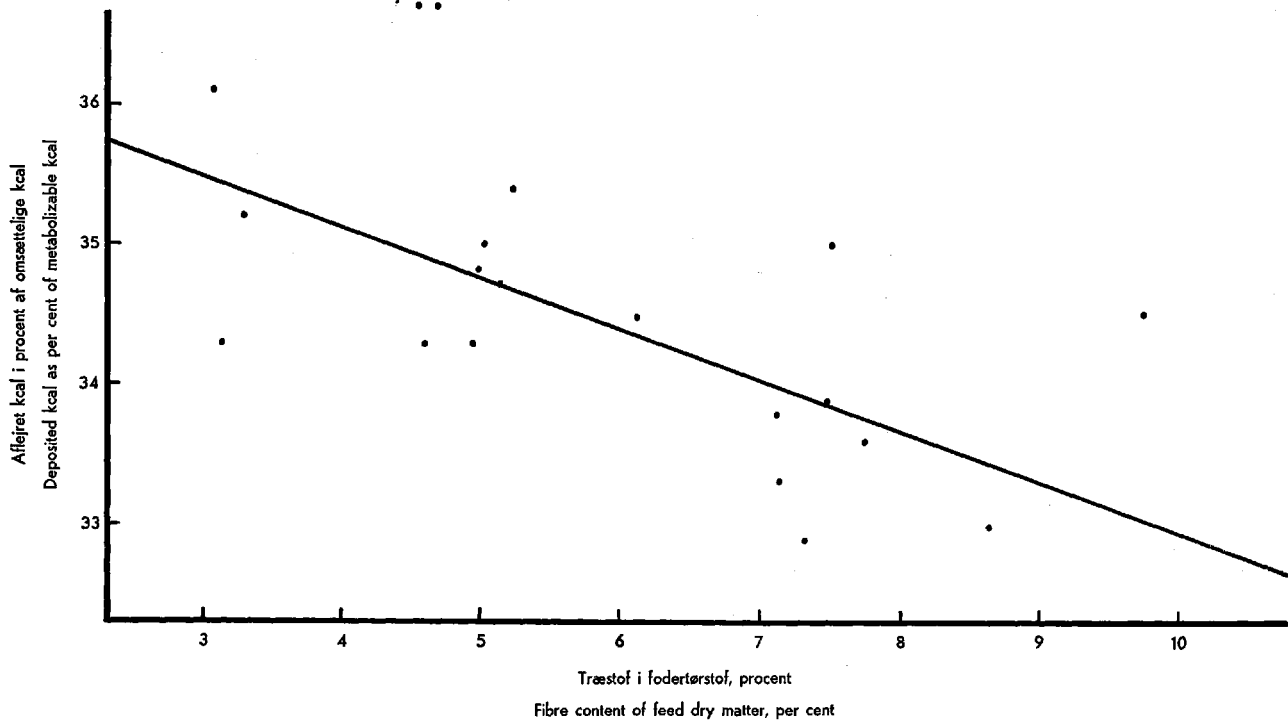
Ligning 13 kan ikke direkte sammenlignes med de øvrige ligninger, fordi både aflejret energi og de fordøjede næringsstoffer er udtrykt pr. kg fodertræstof for hver gris for sig. Ligning 13 har en lidt lavere spredning omkring regressionsplanerne og højere R^2 -værdi end de øvrige ligninger, hvilket tyder på, at de fordøjede næringsstoffers værdi varierer med foderets koncentrationsgrad.

Ligningerne 9 til 13 er bestemt med større sikkerhed end ligning 8. Medvirkende hertil er sikkert, at forskellene på mængderne af fodertræstof, fodertræstof og koncentrationsgrad i nogen grad falder sammen med forskellene i fodringsintensitet (mængde og værdi af dagligt foder).

Som vist i tabel 26, side 54, var der ingen systematisk relation mellem svinenes levendevægt og foderets træstoffindhold. En korrelationsanalyse viste, at den daglige tilførsel af omsættelig energi også var uafhængig af foderets træstoffindhold, idet korrelationen kun udgjorde $\div 0,02$. Da værdien af den omsættelige energi, som det kan udledes af tabel 21, side 48, og tabel 49, side 160, falder med stigende træstoffindhold i foderet, har fodringsintensiteten imidlertid varieret ligefremt med foderets træstoffindhold. Årsagen hertil er, som senere diskuteres, at størrelsen af proteinsyntesen stort set er en funktion af dyrenes alder, medens størrelsen af fedtsyntesen varierer ligefremt med fodringsintensiteten. D.v.s., at ved samme levendevægt er energiaflejringen i høj grad påvirket af fodringsintensiteten. *van Es* (1969b) fandt ved forsøg med kalve, at 1 g aflejret protein forøgede levende-

Figur 9. Relationen mellem affejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne i procent af omsættelig energi og procent træstof i fodertørstof. Gennemsnit af hold korrigeret for forskelle mellem forsøg.

Figure 9. Relationship between deposited energy determined by slaughter investigations as per cent of metabolizable energy and fibre content of feed dry matter. Mean of groups corrected for differences between experiments



vægten med 3,9 g, medens 1 g aflejret fedt kun forøgede levendevægten med 0,6 g. De tilsvarende tal for voksende svin var henholdsvis 2,9 og 0,7 g. I den store effekt af fodertræstof, fodertørstof og koncentrationsgrad ved ligningerne 9 til 13 indgår således en »korrektion« for forskelle i fodringsintensitet.

Det betyder ikke, at de bestemte effekter er principielt forkerte, men havde fodringsintensiteten været ens, ville effekten af fodertræstof, fodertørstof og koncentrationsgrad have været mindre. Ligningerne 9 til 13 kan derfor ikke betragtes som gyldige udtryk for foderets produktive værdi. Teoretisk gør samme forhold sig gældende for ligningerne 6 til 8, men her vil forskellene i fodringsintensitet sikkert fortrinsvis indgå i spredningerne. Relationen mellem de daglige mængder af fodertræstof og omsættelig energi korrigeret for forskelle i koncentrationsgrad i henhold til ligning 25, side 153, er illustreret ved figur 10.

Ifølge Schieman & Hoffmann (1966), Hoffmann (1969) og Nehring *et al.* (1969) afhænger nettoenergiindholdet i foderrationer hos svin kun af foderrationernes indhold af fordøjelige næringsstoffer uanset næringsstoffernes oprindelse og foderets fordøjelighed eller koncentrationsgrad. Undertaget er dog foderrationer, der indeholder så meget fedt, at fedtet må bruges til dækning af vedligehold, samt foderrationer, der indeholder meget sukker. Begge slags rationer indeholder mindre nettoenergi end beregnet efter den angivne ligning.

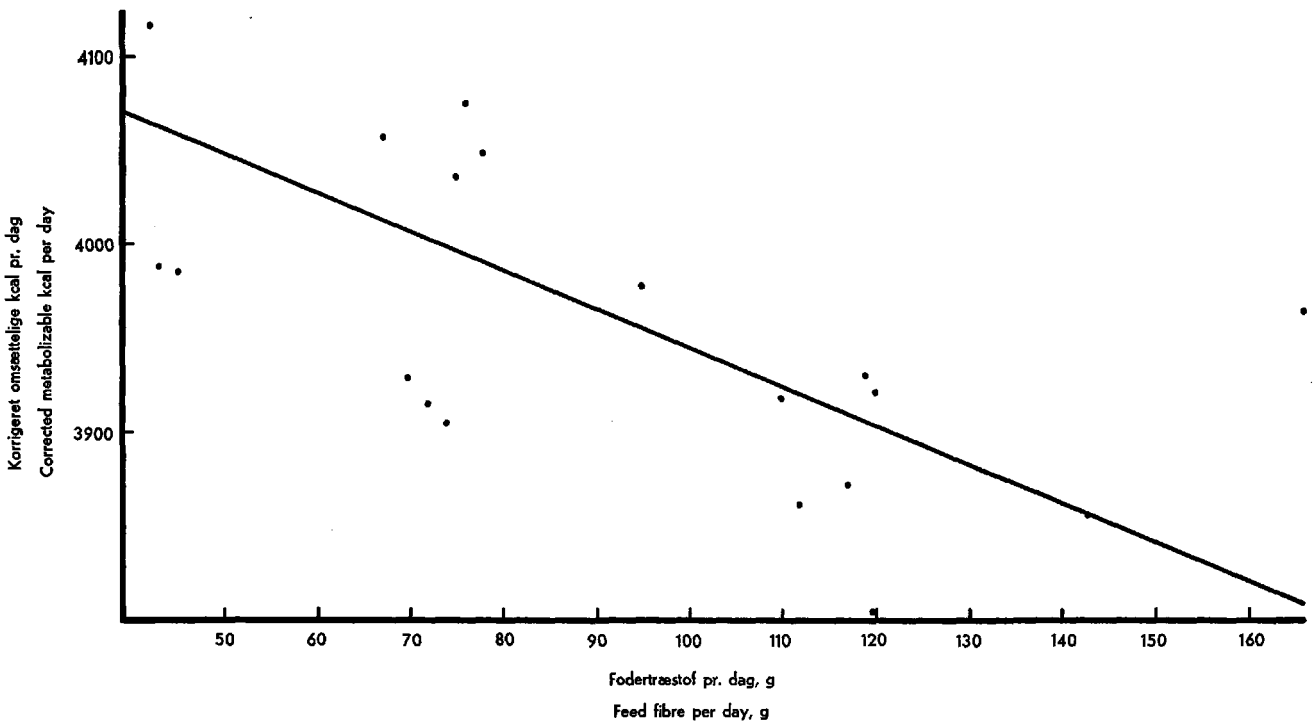
Som tidligere anført giver ligning 4 et mere sikkert skøn over den mængde omsættelig energi, der er til rådighed for organismen, end det skøn, der kan opnås over produktets energiindhold ved ligning 8. Endvidere er der stor forskel på fedtets og træstoffets relative bidrag til omsættelig energi og aflejret energi, medens protein og NFE yder samme relative bidrag. Dette forhold kan belyses nærmere ved regressionsanalyse med aflejret energi som afhængig variabel og omsættelig energi suppleret med de fordøjede næringsstoffer som uafhængige variable. D.v.s., at de fordøjede næringsstoffer betragtes som kvalitetsfaktorer for omsættelig energi. For at undersøge hvilken indflydelse forholdet mellem proteinkalorier og totalkalorier i produktet (de slagtede svin) har for energiaflejringen, blev proteinkalorier i procent af totalkalorier medtaget som uafhængig variabel. De til regressionsanalysen definerede variable er de gennemsnitlige daglige mængder fra slagteundersøgelserne. Y = aflejret kcal, $O.E.$ = omsættelige kcal, X_1 = fordøjet protein, X_2 = fordøjet fedt, X_4 = fordøjet træstof og P = aflejret protein kcal i procent af aflejret kcal i alt. $n = 80$, $f = 64$.

Ligning 14 er bestemt med stor statistisk sikkerhed, men må af flere grunde vurderes med forsigtighed. Som forventet efter ligningerne 4 og 8 har fordøjet protein ikke haft reel indflydelse. Proteinets negative bidrag ud-

Figur 10. Relationen mellem den daglige mængde omsættelig energi (korrigeret for forskelle i koncentrationsgrad efter ligning 25 og for forskelle mellem forsøge) og den daglige mængde fodertræstof. Gennemsnit af hold.

Figure 10. Relationship between the daily amount of metabolizable energy (corrected for differences in degree of concentration according to equation 25 and for differences between experiments) and the daily amount of feed fibre.

Mean of groups



$$14. Y = 0,24 \text{ O.E.} \div 0,41X_1 + 0,76X_2 \div 2,90X_4 \div 22,06 P + 1492$$

s_b	0,05	0,70	0,72	1,96	1,89
t_b	4,5	0,6	1,1	1,5	11,7

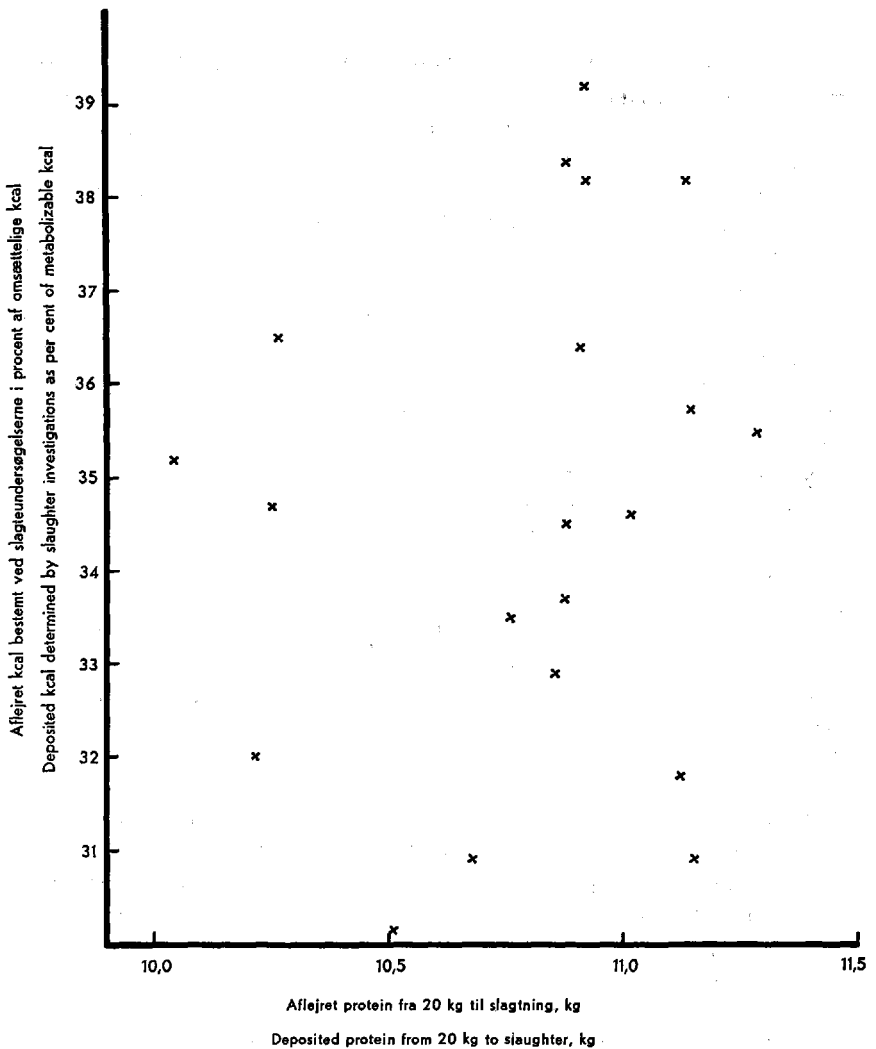
$$s = 2,6 \text{ pct.} \quad F = 92,9. \quad R^2 = 0,96.$$

gør kun omkring halvdelen af middelfejlen, hvilket tyder på, at proteinets relative værdi angivet ved ligning 8 er rigtig. Fedtet har givet et positivt bidrag og træstoffet et negativt bidrag til energiaflejringsen ud over det bidrag, de to næringsstoffer har givet til omsættelig energi, hvilket er i principel overensstemmelse med ligningerne 4 og 8. Fedtets og træstoffets ekstra bidrag til aflejret energi er dog mindre end forventet efter ligning 8. Dette skyldes sikkert effekten af den sidste uafhængige variabel, aflejret protein kcal i procent af aflejret kcal i alt. Når proteinkaloriernes andel i aflejret energi er steget med 1 pct., er den gennemsnitlige daglige energiaflejringsen faldet med 22 kcal. Regressionskoefficienten til procent af kcal aflejret i protein er bestemt med større sikkerhed end nogen anden partiel regressionskoefficient ved ligningerne 8 til 13. Tilsyneladende har produktets sammensætning således været af stor betydning for energiaflejringsen. Ligning 14 kan tilsyneladende også opfattes som et udtryk for, at omkostningerne ved proteinsyntese er større end ved fedtsyntese, således som f.eks. beregnet af Kielanowski & Kotarbinska (1969).

Problemstillingen er imidlertid ikke korrekt. Procent af kcal aflejret i protein er i henhold til forsøgsplanen et resultat af det tilførte foders mængde og sammensætning. Genetiske forskelle på svinene kan naturligvis medvirke, men i henhold til forsøgsplanen må disse være tilfældigt fordelt. Når proteinkaloriernes andel stiger, kan det være, fordi proteinsyntesen er steget, men det kan også være på grund af fald i fedtsyntesen. Som vist ved figur 11, er der ingen relation mellem udnyttelsen af den omsættelige energi og proteinaflejringsen. Når proteinkaloriernes procentiske andel i aflejret energi stiger, er årsagen som vist ved figurerne 11 og 12 en faldende fedtaflejringsen, og fedtaflejringsens størrelse er et produkt af det tilførte foders energetiske værdi. Dette er i overensstemmelse med Møllgaard & Lund (1929), Møllgaard (1949), Jakobsen (1958b) og van Es (1969b), der alle giver udtryk for, at proteinsyntesen hos voksende dyr i det væsentligste er en funktion af dyrenes alder. Når dyrenes proteinbehov og behovet for energi til vedligehold og proteinsyntese er dækket, har en forøgelse af fodermængderne kun ringe indflydelse på proteinsyntesens størrelse. Derimod bevirker en større fodermængde en større fedtaflejringsen, som vist af Clausen & medarbejdere (1961). Korrelationen mellem pct. af aflejret kcal aflejret i protein og fordøjet fedt samt omsættelig energi var henholdsvis $\div 0,23$ og $\div 0,44$, hvilket viser, at fedtaflejringsen stiger med stigende tilførsel af fedt og omsættelig energi.

Figur 11. Relationen mellem den aflejrede procentdel af omsættelig energi og aflejret protein. Gennemsnit af hold.

Figure 11. Relationship between the deposited percentage of metabolizable energy and deposited protein. Mean of groups



Da procent af kcal aflejret i protein delvis har korigeret for næringsstoffernes forskellige bidrag til energiaflejringsen, kan de ved ligning 14 fundne regressionskoefficienter ikke være korrekte skøn over næringsstof-

fernes kvalitative værdi. Derfor blev regressionsanalysen gentaget, idet procent af kcal aflejret i protein og fordøjet protein blev udeladt. Fordøjet protein blev udeladt, fordi dets koefficient ved ligning 14 kun var omkring halvdelen af middelfejlen. Y = aflejret kcal, O.E. = omsættelige kcal, X_2 = fordøjet fedt og X_4 = fordøjet træstof. $n = 80$, $f = 66$.

$$15. Y = 0,48 \text{ O.E.} + 1,04X_2 + 9,32X_4 + 443$$

$$s_b \quad 0,08 \quad 1,11 \quad 2,70$$

$$t_b \quad 5,8 \quad 0,9 \quad 3,5$$

$$s = 4,5 \text{ pct.} \quad F = 31,8. \quad R^2 = 0,86.$$

Desuden udførtes en analyse, ved hvilken de uafhængige variable, fordøjet fedt og fordøjet træstof, blev ombyttet med foderfedt (Z_2) og fodertræstof (Z_4).

$$16. Y = 0,53 \text{ O.E.} + 2,15Z_2 + 1,60Z_4 + 899$$

$$s_b \quad 0,08 \quad 1,25 \quad 0,40$$

$$t_b \quad 6,8 \quad 1,7 \quad 4,0$$

$$s = 4,4 \text{ pct.} \quad F = 34,4. \quad R^2 = 0,87.$$

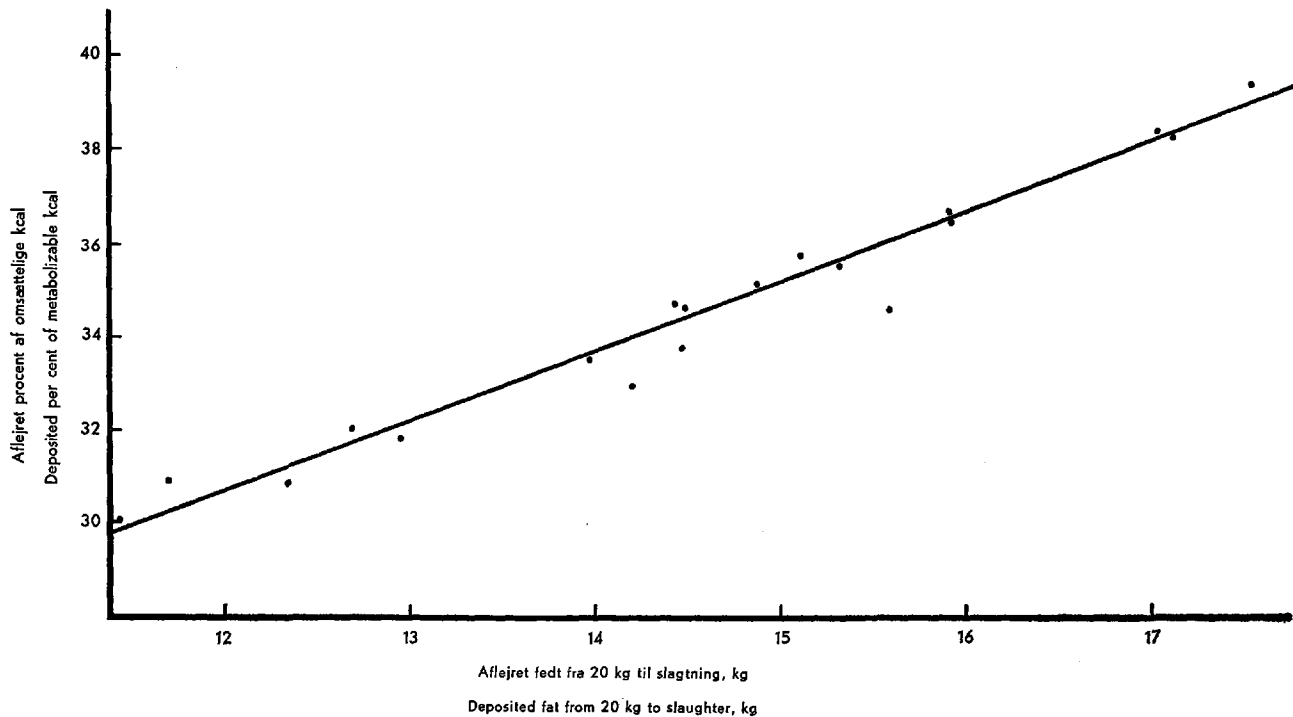
Både fordøjet fedt og fordøjet træstof har opnået større koefficienter ved ligning 15 end ved ligning 14. Ligning 15 viser som ligning 8, at fedt giver et større og træstof et langt mindre (negativt) bidrag til aflejret energi end til omsættelig energi. Koefficienten til fedt er dog ikke signifikant. Ligning 16 viser ganske samme billede, og koefficienten til fodertræstof svarer nøje til koefficienterne i ligningerne 9 og 12. Både spredningerne omkring regressionsplanerne og R^2 er for ligningerne 15 og 16 af samme størrelse som for ligning 8.

Carew *et al.* (1964) samt Hill (1965) har ved forsøg med kyllinger fundet, at tilsætning af fedt til foderet bevirkede en forbedret udnyttelse af den omsættelige energi. Dette tyder også på, at fedt giver større bidrag til aflejret energi end til omsættelig energi.

Det er et spørgsmål, om fedtets og træstoffets forskellige bidrag til omsættelig energi og aflejret energi ikke lige så godt kan opfattes som et udtryk for forskelle i foderets koncentrationsgrad, hvilket ligningerne 9 til 13 kan tyde på. Figurene 8 og 9 viser, at der er en stærk relation mellem fodertræstof og aflejret energi. Fodertræstof er som tidligere nævnt stærkt korreleret med koncentrationsgraden. Det fordøjede fedts positive bidrag og det fordøjede træstofs negative bidrag til aflejret energi ud over bidraget til omsættelig energi kan principielt lige så godt opfattes som udtryk for forskelle i foderets koncentrationsgrad.

For at få forholdet belyst udførtes en regressionsanalyse med de gennemsnitlige daglige mængder aflejret energi bestemt ved slagteundersøgel-

Figur 12. Relationen mellem den aflejrte procentdel af omsættelig energi og aflejet fedt. Gennemsnit af hold.
 Figure 12. Relationship between the deposited percentage of metabolizable energy and deposited fat. Mean of groups



serne som afhængig variabel og de gennemsnitlige daglige mængder fordøjet energi, beregnet som angivet for ligning 8, samt fordøjet energi pr. kg fodertørstof som uafhængige variable. Y = aflejret kcal og $F.E.$ = fordøjet kcal. $n = 80$, $f = 67$.

$$17. Y = 0,51 F.E. + 0,17 F.E./kg \text{ fodertørstof} \div 1597$$

$$s_b \quad 0,08 \quad 0,04$$

$$t_b \quad 6,8 \quad 3,9$$

$$s = 4,5 \text{ pct.} \quad F = 35,0. \quad R^2 = 0,86.$$

Den statistiske sikkerhed ved ligning 17 er af samme størrelse som for ligningerne 8, 15 og 16. Dette viser, at aflejret energi lige så godt kan være et resultat af den daglige tilførsel af fordøjet energi og fordøjet energi pr. kg fodertørstof som den daglige tilførsel af fordøjelige næringsstoffer. Korrelationen mellem fordøjet energi pr. dag og fordøjet energi pr. kg fodertørstof var 0,19.

Til yderligere belysning af relationen mellem aflejret energi og foderets koncentrationsgrad (omsættelige kcal pr. kg fodertørstof), udførtes regressionsanalyser på resultaterne af såvel balanceforsøgene som slagteundersøgelserne. Ved balanceforsøgene blev analyserne udført på gennemsnittet af de seks periodiske mængder og for slagteundersøgelserne på vækstperiodens gennemsnitlige daglige mængder beregnet som angivet for ligning 8.

Y = aflejret kcal, $O.E.$ = omsættelige kcal og $O.E./kg$ fodertørstof = foderets koncentrationsgrad. $n = 80$, $f = 67$.

Aflejret kcal bestemt ved balanceforsøg og beregnet efter CN-metoden:

$$18. Y = 0,44 O.E. + 0,14 O.E./kg \text{ fodertørstof} \div 765$$

$$s_b \quad 0,12 \quad 0,06$$

$$t_b \quad 3,7 \quad 2,4$$

$$s = 5,2 \text{ pct.} \quad F = 19,9. \quad R^2 = 0,78.$$

Aflejret kcal bestemt ved balanceforsøg og beregnet efter RQ-metoden:

$$19. Y = 0,51 O.E. + 0,08 O.E./kg \text{ fodertørstof} \div 1106$$

$$s_b \quad 0,11 \quad 0,05$$

$$t_b \quad 4,8 \quad 1,5$$

$$s = 5,1 \text{ pct.} \quad F = 17,5. \quad R^2 = 0,76.$$

Aflejret kcal bestemt ved slagteundersøgelser:

$$20. Y = 0,53 O.E. + 0,16 O.E./kg \text{ fodertørstof} \div 1524$$

$$s_b \quad 0,08 \quad 0,04$$

$$t_b \quad 6,8 \quad 3,7$$

$$s = 4,5 \text{ pct.} \quad F = 35,2. \quad R^2 = 0,86.$$

Den statistiske sikkerhed, hvormed ligningerne 18, 19 og 20 er bestemt, er kun en anelse højere end for ligningerne 6, 7 og 8, hvor aflejret energi blev beregnet ud fra mængderne af de fire fordøjede næringsstoffer. Bortset fra koefficienten til koncentrationsgraden i ligning 19 er de partielle regressionskoefficienter statistisk sikre. Korrelationerne af omsættelig energi pr. dag med omsættelig energi pr. kg fodertørstof udgjorde for balanceforsøgene 0,41 og for slagteundersøgelserne 0,23.

Ligningerne 18, 19 og 20 viser som ligningerne 6, 7 og 8, at slagteundersøgelserne er mere sikre end balanceforsøgene. Ligningerne, beregnet på slagteundersøgelserne, har i begge tilfælde den mindste spredning omkring regressionsplanerne og den største R^2 .

Forskellene på ligningerne 18 og 19 svarer nøjagtigt til forskellene på ligningerne 6 og 7. I begge tilfælde har CN-metoden både givet en lidt større spredning og en lidt større R^2 end RQ-metoden.

Som anført i afsnittet om svinenes slagtevægt, kødindhold og kemiske sammensætning, kunne svinenes energiindhold beregnes ud fra omsættelig energi, omsættelige kcal pr. g fordøjet protein og fodertræstof med en spredning på 5,2 pct., $F = 25,2$ og $R^2 = 0,83$. Den statistiske sikkerhed er mindre end for ligning 20, hvilket viser, at koncentrationsgraden giver et bedre skøn over værdien af den omsættelige energi end fodertræstof.

Ligningerne 8, 15, 16, 17 og 20 giver hver for sig lige sikre skøn over aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne, idet både s og R^2 næsten er identiske. Det betyder, at art og mængde af de fordøjede næringsstoffer, omsættelig energi plus foderfedt og fodertræstof, omsættelig energi plus fordøjet fedt og fordøjet træstof, fordøjet energi plus fordøjet energi pr. kg fodertørstof eller omsættelig energi plus koncentrationsgrad, hver for sig giver statistisk lige sikre skøn over aflejret energi. Om man vil foretrække det ene eller det andet beregningsgrundlag kan derfor diskuteres. Det foreliggende forsøgsmæssige grundlag kombineret med vor nuværende viden om fordøjelsesprocesserne og det intermediære stofskifte giver ikke sikre holdpunkter for, hvad der er virkning og årsag. Koncentrationsgraden varierer nemlig med foderets indhold af fedt og træstof eller med tilsyneladende fordøjet fedt og træstof. Det kan derfor ikke med sikkerhed afgøres, om fordøjet fedt og fordøjet træstof giver et forskelligt relativt bidrag til omsættelig energi og aflejret energi, eller de to næringsstoffer yder samme relative bidrag til omsættelig energi og aflejret energi. Giver fordøjet fedt og fordøjet træstof samme relative bidrag til omsættelig energi og aflejret energi, må de to næringsstoffers relativt forskellige regressionskoefficienter i ligningerne for omsættelig energi og aflejret energi skyldes, at omkostningerne ved foderets passage gennem fordøjelseskanaalen varierer med koncentrationsgraden.

Det må anses for givet, at energiforbruget til tygge- og fordøjelsesarbejde samt mængden af fordøjelsessekreter varierer med foderets sammensætning og mængde. Fysiologisk må det derfor være rigtigere at antage, at omkostningerne ved et foders fordøjelse og passage gennem mavetarmkanalen står i relation til foderets koncentrationsgrad, end at fordøjet træstof skulle have en negativ koefficient i størrelsesordenen 7–9 kcal pr. g, som fundet ved ligningerne 8 og 15. Mest sandsynligt skyldes den forskellige værdi af omsættelig energi både næringsstofferne art og koncentrationsgraden.

En nærmere belysning af disse forhold vil både blive kompliceret og usikker. Teoretisk vil det kræve en række undersøgelser med de enkelte næringsstoffer i forskellige koncentrationsgrader, hvilket i praksis let kan medføre fordøjelsesforstyrrelser og problemer med ædelysten, ligesom sådanne forsøg ikke kan udføres med voksende dyr. En række undersøgelser med samme foder i forskellige koncentrationsgrader kan dog også bidrage til belysning af koncentrationsgradens indflydelse. Undersøgelser, udført af *Armstrong & Blaxter* (1961) samt *Blaxter* (1962) med drøvtyggere og *Jenisch et al.* (1969) med svin, viser, at udnyttelsen af den omsættelige energi fra forskellige fede syrer, mælkesyre, alkohol og glukose stiger med stigende kædelængde. Da der med stigende kædelængde sker en forøgelse af koncentrationsgraden, kan disse forsøg heller ikke afgøre, om den forskellige udnyttelsesgrad skyldes de forskellige stoffer i sig selv, koncentrationsgraden, eller begge dele.

De opnåede resultater med slagteundersøgelserne viser, at forskellene på udnyttelsesgraden af omsættelig energi kan forklares tilfredsstillende ved hjælp af foderets koncentrationsgrad. Dette resultat er principielt i overensstemmelse med *Kellners* (1905, 1924) værdital og træstoffradrag, *Lehmans* (1941) ballastlære og *Breirems* (1944) beregninger, der viste, at udnyttelsen af den omsættelige energi faldt lineært med stigende træstofindhold i foderet. *Blaxter* (1962, 1969), *A.R.C.* (1965), *Hoffmann* (1969), *Nehring* (1969), *Nehring et al.* (1969), *Flatt et al.* (1969) samt *van Es* (1969b) finder, at udnyttelsen af omsættelig energi stiger med stigende koncentrationsgrad eller fordøjelighed. De citerede undersøgelser er alle udført med kvæg.

Af flere lige gode teorier (ligninger) må den simpleste foretrakkes, men det er et spørgsmål, om ligningerne 8, 15, 16, 17 og 20 er lige rigtige. Selv om den forklarede del af variationerne i aflejret energi er af samme størrelse ved de nævnte ligninger, behøver de ikke at være lige rigtige skøn over foderets produktive værdi.

Som anført i tabel 34, side 69, har der ikke været store forskelle på de daglige mængder omsættelig energi, men når der bliver korrigeret for forskelle i foderets koncentrationsgrad, bliver forskellene i fodringsintensitet som anført i tabel 49, side 160, næsten fordoblet. Det må anses for givet, at energiaflejringen stiger med stigende fodringsintensitet. Da der ved beregning

af ligningerne 15, 16, 17 og 20 samtidig blev korrigeret for forskelle i aflejret energi hidrørende fra forskelle i fodringsintensitet, er regressionskoefficienterne bestemt ved disse ligninger rigtigere udtryk for foderets produktive værdi end koefficienterne bestemt ved ligning 8.

Det simpleste vil så være at beregne foderets produktive værdi ud fra dets indhold af fordøjet energi og fordøjet energi pr. kg fodertørstof. For alsidige blandinger kan der, som vist ved ligningerne 17 og 20, beregnes lige så rigtige skøn over foderets værdi ved hjælp af fordøjet energi som ud fra omsættelig energi, medens særligt proteinrige blandinger og proteinrige fodermidler vil blive overvurderet. Anvendelse af fordøjet energi og fordøjet energi pr. kg fodertørstof som vurderingsgrundlag vil derfor let medføre tilsvarende problemer som med faktoren 1,43 ved sk.f.e. Ifølge *Hansson* (1913) er faktoren 1,43 udledt for *vel sammensatte blandinger*, men i praksis anvendes den generelt, hvilket kan medføre fejl ved den relative vurdering. *Breirem & Homb* (1968) kom til det resultat, at faktoren 1,43 har medført en overdosering af protein i praksis, hvilket har forringet det økonomiske udbytte. Ved fordøjet energi har proteinet i henhold til ligning 3 en værdi på 1,43 i forhold til NFE.

Det vil sikkert være rigtigere at beregne foderets produktive værdi ud fra dets indhold af omsættelig energi og koncentrationsgrad, fordi fejl fra forskelle i foderets proteinindhold herved får mindre betydning. Den procentdel af den omsættelige energi, der aflejres, vil altid variere med fodringsintensiteten. Derfor kan det generelt set være rigtigere at opfatte ligningerne 18, 19 og 20 som ligninger til bestemmelse af koncentrationsgradens indflydelse og kun korrigere omsættelig energi for forskelle i koncentrationsgrad.

Koefficienterne til foderets koncentrationsgrad i ligningerne 18, 19 og 20 er angivet i aflejret energi, men de kan omregnes til omsættelig energi ved division med koefficienterne til omsættelig energi, som f.eks. vist af *van Es et al.* (1969). De omregnede koefficienter giver samme relative effekt på omsættelig energi som de oprindelige koefficienter på aflejret energi. Koefficienterne til koncentrationsgraden bliver således beregnet: 0,32(0,14/0,44) for CN-metoden, 0,16(0,08/0,51) for RQ-metoden og 0,30(0,16/0,53) for slagteundersøgelserne.

De beregnede korrektionskoefficienter til koncentrationsgraden er af samme størrelse for slagteundersøgelserne og balanceforsøgene beregnet efter CN-metoden. Beregnet på balanceforsøgene efter RQ-metoden bliver koefficienten kun halvt så stor. Ved ligningerne 18 og 20 beregnet på aflejret energi bestemt efter henholdsvis CN-metoden og slagteundersøgelserne var koefficienterne til koncentrationsgraden signifikante ($t_b = 2,4$ og $3,7$), medens koefficienten i ligning 19 beregnet på aflejret energi bestemt ved RQ-metoden ikke var signifikant ($t_b = 1,5$). For balanceforsøgene giver de to

beregningsmetoder således helt forskellige resultater vedrørende koncentrationsgradens indflydelse. Dette resultat svarer til de regressionskoefficienter, der er fundet for de fordøjede næringsstoffer ved ligningerne 6 og 7. Som angivet i tabel 48 er fedtet blevet tillagt større værdi ved CN-metoden end ved RQ-metoden. Træstoffet er blevet tillagt mindre værdi (større negativ værdi) ved CN-metoden end ved RQ-metoden. Følgelig skal koncentrationsgraden som fundet være af mindre betydning for energiaflejringeren beregnet efter RQ-metoden, end for energiaflejringeren beregnet efter CN-metoden.

Årsagen til det forskellige resultat med de to beregningsmetoder ved balanceforsøgene kendes ikke. Som diskuteret i afsnittet om varmeproduktion, siderne 76-79. Kan der rejses teoretiske indvendinger mod begge beregningsmetoder. Som omtalt i afsnittet om kontrolundersøgelser vedrørende apparatur til måling af det respiratoriske stofskifte, siderne 22-29, har der ikke været signifikante forskelle på sikkerheden ved CO₂- og O₂-analyserne, men spredningen på de målte CO₂- og O₂-mængder har både ved kontrolforsøgene og respirationsforsøgene været størst for O₂.

Det kan i høj grad diskuteres, om CN-metoden eller RQ-metoden giver de rigtigste resultater. Som anført ved ligningerne 18 og 19 har fodringsintensiteten også haft forskellig indflydelse på energiaflejringeren. Beregnet efter CN-metoden kan 44 pct. af den omsættelige energi aflejres i svinene, og efter RQ-metoden kan der aflejres 51 pct. af den omsættelige energi. Her stemmer resultatet for RQ-metoden bedst med slagteundersøgelserne, for ifølge ligning 20 kan 53 pct. af den omsættelige energi aflejres i svinene. Som diskuteret i kapitel 5 i forbindelse med de fundne afvigelser mellem resultaterne af balanceforsøgene og slagteundersøgelserne, må slagteundersøgelserne antages at give mere repræsentative resultater end balanceforsøgene. Desuden viser alle udførte statistiske analyser, at slagteundersøgelserne er mere sikre end balanceforsøgene. Det vil derfor sikkert være rigtigst at lægge den største vægt på de resultater, der er beregnet ud fra slagteundersøgelserne.

Korrektion af omsættelig energi for forskelle hidrørende fra forskellig koncentrationsgrad kan udføres som vist ved ligningerne 21, 22 og 23. Gennemsnitskoncentrationen har ved balanceforsøgene været på 3482 kcal og ved slagteundersøgelserne 3484 kcal pr. kg fodertørstof. Beregningerne udføres pr. kg fodertørstof.

Beregnet efter CN-metoden (ligning 18):

$$21. \text{ Korr. O.E.} = \text{O.E.} + 0,32(\text{O.E.} \div 3482) = 1,32(\text{O.E.} \div 844)$$

Beregnet efter RQ-metoden (ligning 19):

$$22. \text{ Korr. O.E.} = \text{O.E.} + 0,16(\text{O.E.} \div 3482) = 1,16(\text{O.E.} \div 480)$$

Beregnet efter slagteundersøgelserne (ligning 20):

$$23. \text{ Korr. O.E.} = \text{O.E.} + 0,30(\text{O.E.} \div 3484) = 1,30(\text{O.E.} \div 804)$$

Ligningerne til korrektion af omsættelig energi er udledt for koncentrationsområdet fra ca. 3100 til ca. 4000 omsættelige kcal pr. kg fodertørstof. Ligning 23 beregnet på slagteundersøgelserne viser, at et foder indeholdende 800 omsættelige kcal pr. kg fodertørstof skulle have foderværdien nul. Dette svarer til, at et foder med en fordøjelighed på omkring 20 pct. skulle være værdiløst, og ved lavere fordøjeligheder skulle foderet have negativ værdi. *Lehmann* (1941) kom ved beregninger på Kellners forsøg til det resultat, at det var tvivlsomt, om der var produktiv energi i stoffer med en fordøjelighed på omkring 30 pct. og derunder. *Breirem et al.* (1943, 1958) fandt ved forsøg med cellulose til svin, at denne ikke indeholdt produktiv energi, før fordøjeligheden af organisk stof kom op omkring 40 pct.

Som før omtalt har *Blaxter* (1962, 1969), *A.R.C.* (1965), *Flatt et al.* (1969), *Nehring et al.* (1969) og *van Es* (1969b) fundet, at værdien af den omsættelige energi til drøvtyggere stiger med stigende koncentrationsgrad eller fordøjelighed. Ligningerne 21, 22 og 23 er i principiel overensstemmelse med de citerede undersøgelser og med det af *Jakobsen* (1959) samt *Jakobsen et al.* (1960b) fremsatte forslag om at anvende omsættelig energi korrigeret for forskelle i fysisk beskaffenhed som vurderingsgrundlag hos enmavede dyr.

Ved de udførte regressionsanalyser har koncentrationsgraden været defineret som omsættelige kcal pr. kg fodertørstof. *Blaxter* (1962), *A.R.C.* (1965) og *van Es* (1969b) definerer koncentrationsgraden som omsættelige kcal i procent af brutto kcal. Når koncentrationsgraden bliver angivet som omsættelige kcal pr. kg fodertørstof, bliver foderets askeindhold medregnet, hvorimod omsættelige kcal i procent af brutto kcal kun inkluderer foderets organiske stof. Som anført i tabel 16, side 40, har askeindholdet i foderblandingerne varieret fra 4,71 til 6,61 pct. af tørstoffet. Til trods for foderblandingerne forskellige sammensætning samt iblanding af frarensning fra U.S. 5 byg har variationsområdet for askeindholdet således kun udgjort 1,90 pct. I praksis vil der derfor næppe være forskel på de to definitioner. *A.R.C.* (1965) omregner koncentrationsgradens indflydelse, målt som omsættelige kcal i procent af brutto kcal, til omsættelige kcal pr. kg fodertørstof ud fra den antagelse, at ét kg fodertørstof indeholder 4400 brutto kcal. Fysiologisk set må der også være omkostninger forbundet med askens passage gennem fordøjelseskanalen, men om de er større, mindre eller af samme størrelse som for det organiske stof vides ikke. For at undersøge, om der er målelig forskel på de to definitioner vedrørende foderets koncentrationsgrad, blev der udført en regressionsanalyse på resultaterne af slagteundersøgelserne. $Y = \text{aflejrt}$

kcal pr. dag. O.E. = omsættelige kcal pr. dag og O.E./B.E. = omsættelige kcal i procent af brutto kcal. $n = 80$, $f = 67$.

$$24. Y = 0,53 \text{ O.E.} + 6,92 \text{ O.E./B.E.} \div 1504$$

$$s_b \quad 0,08 \quad 1,90$$

$$t_b \quad 6,8 \quad 3,6$$

$$s = 4,5 \text{ pct.} \quad F = 35,2. \quad R^2 = 0,86.$$

Den sikkerhed, hvormed ligning 24 er bestemt, svarer helt til den sikkerhed, hvormed ligning 20 er bestemt. De to definitioner er således af samme teoretiske værdi, men for praktiske formål er ligning 20 og den deraf afledte ligning 23 mere anvendelige.

Under hensyntagen til alle tidligere diskussioner vedrørende slagteundersøgelserne kontra balanceforsøgene og CN-metoden kontra RQ-metoden må ligning 23 sikkert give den rigtigste vurdering af foderet. Da faktoren 1,30 er uden betydning for den relative vurdering af foderet, kan denne udelades. Korrektion af omsættelig energi for forskelle i koncentrationsgrad kan så udføres som vist ved ligning 25:

$$25. \text{Korr. omsættelig energi} = \text{omsættelig energi} \div 800 \text{ kcal pr. kg fodertørstof}$$

Vurdering af foderets værdi ved hjælp af omsættelig energi og koncentrationsgrad, som vist ved ligning 25, er både teoretisk korrekt og simpel, hvorfor den har praktiske fordele fremfor andre løsninger.

Jakobsen et al. (1960b) samt *Jakobsen* (1969) opstiller ligningen:

$$\text{Omsættelig energi} = \text{nettoenergi} + \text{termisk energi (s.d.v.)} + \text{termisk energi (f.b.)}$$

S.d.v. er den del af den termiske energi, der skyldes næringsstofferne specifikke dynamiske virkning, og f.b. er den del, der skyldes foderets fysiske beskaffenhed. Termisk energi (s.d.v.) varierer med dyreorganismens anvendelse af de resorberede næringsstoffer, hvorimod termisk energi (f.b.) er konstant for et givet foder. Omsættelig energi, korrigeret for den del af den termiske energi der skyldes fodermidlernes fysiske beskaffenhed, kan beregnes, som vist ved ligningen:

$$\text{Korr. omsættelig energi} = \text{omsættelig energi} \div \text{termisk energi (f.b.)}$$

Denne ligning svarer principielt til ligning 25, idet termisk energi (f.b.) i princippet svarer til de 800 kcal pr. kg fodertørstof.

Diskussion

Som fundet ved ligningerne 4 og 5, kan der beregnes sikre skøn over den energimængde, der stilles til rådighed for dyrenes organisme fra forskellige fodersammensætninger. Ifølge undersøgelserne på Oskar Kellner Institutet

og ligningerne 8 og 15 giver de fordøjede næringsstoffer et forskelligt relativt bidrag til omsættelig energi og henholdsvis nettoenergi eller aflejret energi. Koefficienterne i ligning 8 angiver de fordøjede næringsstoffers bidrag til aflejret energi hos voksende svin ved samme levendevægt. I dette skøn indgår forskelle i fodringsintensitet. I ligning 15 er der korrigeret for forskelle i fodringsintensitet. Dette formindskede fedtets bidrag og gjorde træstoffets bidrag til aflejret energi mere negativt. Skønnet er dog kun baseret på slagteundersøgelser omfattende 80 svin og 20 forskellige fodersammensætninger. Flere forsøg og større variationer i foderrationernes kemiske sammensætning havde naturligvis forøget sikkerheden af de partielle regressionskoefficienter.

Da formålet med undersøgelsen var at belyse foderets værdi til vækst hos svin, når næringsstofferne indgik som komponenter i et alsidigt sammensat og typisk produktionsfoder, er mulighederne for større variationer med henblik på beregning af de fordøjede næringsstoffers værdi begrænsede. For fedt og NFE kan der sikkert opnås større variationer, men for træstof vil foderets fyldningsgrad virke begrænsende på foderoptagelsen. Anvendelse af mere fyldende foderrationer kan derfor medføre en lavere fodringsintensitet, hvilket vil formindskede den daglige tilvækst og sænke den procentdel af den omsættelige energi, der aflejres i svinene. Der kan dog vindes noget ved at kombinere fedt- og træstofrige fodermidler, men kun i begrænset omfang, da en høj korrelation mellem næringsstofferne forøger usikkerheden på de partielle regressionskoefficienter.

Ved beregning af koncentrationsgradens indflydelse på energiaflejringen er korrelationerne mellem de fordøjede næringsstoffer uden betydning. For proteinets vedkommende er variationerne små, og mulighederne for større variationer er i henhold til undersøgelsernes formål meget begrænsede.

Tilføres mere protein, end der nogenlunde kræves til dækning af behovet til vækst og vedligehold, må det forventes, at proteinets bidrag til aflejret energi falder, fordi oxideringen af proteinet, som vist af *Rubner* (1902) og *Borsook & Winegarden* (1931), forøger varmeproduktionen, ligesom en del af proteinets energi udskilles med de kvælstofholdige stofskifteprodukter til urinen. Anvendes en mindre mængde protein af høj biologisk værdi som f.eks. sildemel, vil proteinets bidrag til aflejret energi sikkert stige. Større variationer i proteinets mængde og sammensætning vil derfor også i nogen grad bevirke større spredning på proteinets bidrag til aflejret energi.

Det bør fremhæves, at der ved proteinets bidrag til aflejret energi forstås det bidrag, som det fordøjede protein yder til den samlede energiaflejring målt ved multipel regressionsanalyse. Proteinets bidrag til aflejret energi må derfor ikke forveksles med proteinets andel af den stofflige aflejring.

Nehring (1969) anfører, at beregning af nettoenergi på grundlag af et stort antal undersøgelser er mere rigtig end de værdier, der er fundet i enkelte

forsøg. Ved Oskar Kellner Instituttet er der undersøgt 38 forskellige fodermidler, men heraf kan kun fire (byg, havre, majs og sojaskrå) betegnes som typiske fodermidler til svin efter danske forhold. Set fra et matematisk statistisk synspunkt må undersøgelserne på Oskar Kellner Instituttet med de mange forskellige fodermidler og den store variation i disses kemiske sammensætning betragtes som udmærkede. Det er imidlertid et spørgsmål, om en så alsidig undersøgelse er repræsentativ for det foder, der normalt anvendes ved opfodring af slagterisvin.

Blaxter (1969) nævner således, at den lave spredning på Oskar Kellner Instituttets ligning fra differensforsøgene med kraftfodermidler til kvæg sikkert skyldes, at der er anvendt meget fedtrige foderrationer. Sådanne rationer er ifølge Blaxter ikke repræsentative og nedbringer variationerne i foderets koncentrationsgrad. Foderrationerne til svin indeholdt ifølge *Schiemann & Hoffmann* (1966) fra 1,6 til 7,5 pct. fedt, og de forskellige fodermidler, der var anvendt i blandingerne, indeholdt fra 0,2 til 20,4 pct. fedt. Fordøjeligheden af energien i rationerne varierede fra 66 til 85 pct. Som anført i tabel 33, side 64, varierede energiens fordøjelighed fra 72 til 93 pct. Dette viser, at koncentrationsgraden af de foderrationer, der blev anvendt ved undersøgelserne på Oskar Kellner Instituttet, ikke varierer så meget, som man skulle forvente efter variationerne i fodermidlernes kemiske sammensætning. Årsagen hertil er, at man ved differensforsøg kombinerer koncentreret og ukoncentreret fodermidler. Selv om den her udførte undersøgelse er baseret på et mere spinkelt materiale, kan den give et rigtigere skøn over typiske foderrationers værdi til slagterisvin end undersøgelserne ved Oskar Kellner Instituttet.

Teoretisk set burde aflejret energi korrigeres for forskelle fra forskellig levendevægt, da det ifølge *Kleiber* (1947, 1965b) generelt må forventes, at dyrenes energiforbrug til vedligeholdprocesserne stiger med stigende vægt. Problemet er imidlertid langt mere kompliceret hos forskelligt fodrede, voksende svin end ved differensforsøg med udvoksede dyr. På grund af variationerne i gødning- og urinudskillelse og vanskeligheder med at få svinene til at stå stille under vejningen, er svinenes levendevægt behæftet med en vis usikkerhed. Fra fodringsforsøg med svin (*Breirem et al.*, 1943, 1958; *Clausen og medarbejdere*, 1956a, b; *Just Nielsen*, 1965, 1966b) er det velkendt, at størrelsen af maveindholdet (slagtesvindet) stiger med stigende træstofindhold i foderet. *Breirem* (1935a) diskuterede, om maveindholdet havde samme vedligeholdsbehov som det tomme dyr pr. vægtenhed. Blaxter (se *Kleiber*, 1965b) gør opmærksom på, at maveindholdet varierer betydeligt, hvilket kan medføre fejl ved beregning af vedligehold ud fra levendevægt.

Da svinene ikke blev fodret på slagtedagen, er dette materiale ikke bedst egnet til belysning af de forskellige fodrings indflydelse på maveindholdet,

men det kan nævnes, at maveindholdet har varieret fra 3,0 til 9,4 kg. Den største forskel mellem hold fandtes i forsøg 5, hvor maveindholdet fra hold 1 vejede 2,1 kg mere end fra hold 3. Selv om svinene ikke var fodret på slagtedagen, nærmer variationerne på indholdet i mavetarmkanalen sig til samme størrelsesorden som variationerne på levendevægtene angivet i tabel 25, side 53.

Forskellene i vandindhold vil i endnu højere grad udviske relationen mellem levendevægt og aflejret energi. En korrelationsanalyse på summerne af de seks perioder viste, at korrelationen mellem aflejret energi og levendevægt var 0,04 og $\div 0,04$ for henholdsvis CN-metoden og RQ-metoden. Korrelationen mellem den aflejrede procentdel af den omsættelige energi bestemt ved slagteundersøgelserne og grisenes levendevægt på midterste foderdag var $\div 0,02$. Resultatet af korrelationsanalyserne tyder ikke på, at der har været nogen relation mellem levendevægt og energiaflejring. En korrelationsanalyse mellem den gennemsnitlige levendevægt ((vægt ved forsøgets begyndelse + vægt på midterste foderdag + vægt på slagtedag)/3) opløftet til 0,75 potens og den gennemsnitlige daglige energiaflejring bestemt ved slagteundersøgelserne gav $r = 0,16$, hvilket kan tyde på en svag stigning i energiaflejringen med stigende levendevægt i 0,75 potens. Når der ved sidstnævnte analyse tilsyneladende findes bedre relation end ved de førstnævnte, kan det både skyldes potensopløftning og det forhold, at svinene ikke var fodret på slagtedagen. Som vist i tabel 25, side 53, har der kun været små forskelle på de forskelligt fodrede holds gennemsnitlige levendevægt, og i henhold til tabel 26, side 54, har foderets træstofindhold ikke haft systematisk indflydelse på hverken levendevægt eller korrigeret tilvækst. En korrelationsanalyse viste tillige, at den daglige mængde fodertræstof ikke havde haft indflydelse på den daglige tilførsel af omsættelig energi, idet r var $\div 0,02$. Korrelationen mellem omsættelig energi og fordøjet træstof var 0,17. Det blev derfor skønnet rigtigst at undlade korrektioner for vægtforskelle.

Da forskellene i levendevægt, tom vægt, tørstofindhold og energiindhold er et resultat af de forskellige fodringer, burde aflejret energi i virkeligheden have været korrigeret for forskelle i fodringsintensitet, forinden de fordøjede næringsstoffers bidrag samt fodertræstoffets, fodertørstoffets eller koncentrationsgradens supplerende bidrag til aflejret energi ved ligningerne 6 til 13 blev beregnet. Teoretisk kan man spørge: Hvordan skulle fodringsintensiteten have været, for at de forskellige hold kunne have opnået samme levendevægt, tomme vægt, tørstofindhold og energiindhold? Svaret bliver, at dette ikke er muligt, men efter forsøgenes afslutning kan det siges, at det rigtigste havde været at tildele svinene lige meget omsættelig energi pr. dag, korrigeret for forskelle i koncentrationsgrad i henhold til ligning 25. Med den viden, der var til rådighed ved forsøgenes begyndelse, var der næppe noget

mere realistisk end at tilstræbe fodertildelingen reguleret sådan, at grisene på de forskellige hold opnåede samme levendevægt på alle stadier i vækstperioden fra 20 til 90 kg.

Der kan næppe findes et forsvarligt teoretisk grundlag for en korrektion af aflejret energi for forskelle i fodringsintensitet forinden beregning af ligningerne 6 til 13. Dels har forskellene mellem hold inden for forsøg, målt ved omsættelig energi, som anført i tabel 34, side 69, været begrænsede, dels er det et spørgsmål, hvordan forskellene i fodringsintensitet kan måles. Omsættelig energi giver et skøn for fodringsintensiteten, men skønnet er ikke rigtigt, fordi de fordøjede næringsstoffer enten direkte eller indirekte, som følge af forskelle i foderets koncentrationsgrad, giver et indbyrdes forskelligt bidrag til omsættelig energi og aflejret energi. Som anført i tabel 49 fandtes den største forskel i forsøg 5, hvor hold 1 (havre) fik tilført 5 pct. omsættelig energi mere end hold 4 (milokorn). Efter korrektion for forskelle i koncentrationsgrad har hold 4 imidlertid fået tilført lidt mere omsættelig energi pr. dag end hold 1.

Ligningerne 15, 16, 17, 18, 19, 20 og 24 viser, at når der samtidig tages hensyn til de andre uafhængige variable, har forskelle i fodringsintensitet påvirket energiaflejringen. De beregnede regressionskoefficienter til omsættelig energi er teoretisk kun korrekte mål for fodringsintensitetens indflydelse på energiaflejringen i forbindelse med de beregnede ligninger og bør næppe anvendes til korrektion af aflejret energi i forbindelse med andre ligninger. Korrektion for forskelle i fodringsintensitet ved hjælp af omsættelig energi, korrigeret for forskelle i koncentrationsgrad, er principielt det samme som at vurdere foderet på grundlag af dets koncentrationsgrad.

Ved ligningerne 15 til 25 er der korrigeret for forskelle i fodringsintensitet, hvorfor de er rigtigere end ligningerne 6 til 13.

Det kan diskuteres, om det havde været rigtigere at beregne næringsstoffernes bidrag til summen af aflejret energi plus vedligeholdensenergi, som vist af *Schiemann & Hoffmann* (1966) og *Nehring* (1969).

Som før nævnt er levendevægten hos forskelligt fodrede, voksende svin ikke noget godt mål for energiaflejringens størrelse. Levendevægten er sikkert et bedre udtryk for vedligeholdets størrelse, navnlig hos udvoksede svin, men som fundet af *Nehring et al.* (1960), *Schiemann et al.* (1962) og *Nehring et al.* (1936b, 1965b), forekommer der også betydelige variationer i vedligeholdets størrelse hos udvoksede svin. *Schiemann & Hoffmann* (1966) og *Nehring* (1969) angiver vedligeholdet hos udvoksede svin til 66,1 netto kcal pr. kg levendevægt opløftet til 0,75 potens. *Breirem* (1936) fandt ved hungerforsøg med voksende svin i vægtintervallet fra 16 til 196 kg, at vedligeholdet (varmeproduktionen) udgjorde 164 kcal pr. kg levendevægt opløftet til 5/9 potens. De 164 kcal, bestemt ved vedligehold, svarer til 113 NK_F. For at

bestemme energiforbruget til opretholdelse af konstant legemsvægt under praktiske staldforhold gennemførte *Jespersen & Olsen* (1939) forsøg med svin i vægtintervallet fra ca. 60 til ca. 90 kg og fandt, at behovet til opretholdelse af konstant legemsvægt var 40 pct. højere end vedligeholdelsesbehovet, fundet af *Breirem* (1936) ved forannævnte hungerforsøg. *Kielanowski & Kotarbinska* (1969) har på grundlag af slagteundersøgelser med voksende svin beregnet vedligeholdets størrelse til 101,5 omsættelige kcal pr. kg levendevægt i 0,75 potens.

I praksis findes der ikke noget bedre udtryk for vedligeholdets størrelse end levendevægten. I henhold til forsøgsplanen, tabel 1, side 17, og levendevægtene, tabel 25, side 53, har vedligeholdet været af samme størrelse for de forskellige fodrede hold. Som før nævnt varierer svinenes indhold af tørstof og energi ved samme levendevægt med foderets træstofindhold eller koncentrationsgrad. Det må derfor være rigtigst at betragte vedligeholdsforbruget hos slagterisvin som en produktionsomkostning, der i nogen grad er betinget af foderets sammensætning. Addition af vedligeholdens energi til aflejret energi giver derfor ikke altid et helt korrekt skøn over foderets værdi.

Da fodertildelingerne blev reguleret efter svinenes levendevægte, har det ikke været muligt at opdele varmeproduktionen efter dens oprindelse, hvorved der kunne være beregnet et skøn over vedligeholdets størrelse som en funktion af levendevægtene. Regressionsanalyser inden for køn ($n = 480$, $f = 477$) viste, at levendevægt og omsættelig energi hver for sig kunne forklare henholdsvis 95 og 96 pct. af variationerne i varmeproduktionen beregnet efter RQ-metoden. Korrelationerne af varmeproduktionen med henholdsvis levendevægt og omsættelig energi var begge 0,97.

Ved ligningerne 15 til 25 er der korrigeret for forskelle i fodringsintensitet ved samme levendevægt, hvilket principielt svarer til korrektion for forskelle i vedligehold.

Sammenlignes f.eks. holdene 1 og 3 i forsøg 2, udgjorde forskellen i levendevægt på 6. respirationsdøgn 0,3 kg (tabel 25, side 53). Ved slagtning var forskellen 0,5 kg og i tom tilstand 1,3 kg (tabel 44, side 94). Da der var en forskel i vandindholdet på 2,8 procentenheder, voksede forskellen i tørstofindholdet til 2,8 kg. Desuden var der en forskel på 239 kcal pr. kg tørstof. Hold 1 havde aflejret 204823 kcal, medens hold 3 kun havde aflejret 177414 kcal eller 13,4 pct. mindre end hold 1. I henhold til forsøgsplanen var antal foderdage næsten ens for de forskellige hold og udgjorde 116 dage (463/4) for hold 1 og 115 dage (460/4) for hold 3. Den gennemsnitlige levendevægt beregnet som vist på side 156 udgjorde for begge hold 50,9 kg.

Sættes vedligeholdet til 101,5 omsættelige kcal pr. kg levendevægt opløftet til 0,75 potens, som fundet af *Kielanowski & Kotarbinska* (1969), har hold 1 forbrugt 223800 kcal og hold 3 222400 kcal til vedligehold. Adderes

den mængde omsættelig energi, der er brugt til vedligehold, til aflejret energi, falder forskellen mellem de to hold til 6,7 pct. Beregnet pr. kg fodertørstof har forskellen på aflejret energi mellem de to hold, som anført i tabel 49, været 17 pct. Beregnet på summen af aflejret energi og omsættelig energi til vedligehold, falder forskellen til 10 pct. I henhold til *Nehring et al.* (1963b) og *Nehring* (1969) udgør netto energien ca. 70 pct. af den omsættelige energi. Det beregnede forbrug af omsættelig energi til vedligehold kan så omregnes til netto energi ved multiplikation med 0,7.

Man kan naturligvis diskutere, om omsættelig energi fra de forskellige fodersammensætninger har samme værdi til vedligehold. Teoretisk må det nok antages, at værdien af omsættelig energi til vedligehold varierer med foderets sammensætning, men sikkert mindre end til aflejret energi (*A.R.C.*, 1965; *Breirem*, 1969b). En eksakt belysning af dette forhold vil dog kræve forsøg med forskellige fodringsintensiteter inden for de forskellige fodersammensætninger.

Adderes den beregnede vedligeholds netto energi (omsættelig energi $\times$ 0,7) til aflejret energi, bliver forskellen pr. kg fodertørstof 11 pct. Adderes vedligeholdet, beregnet som NK_F i henhold til *Breirem* (1936), til aflejret energi, bliver forskellen 12 pct. Som vist i tabel 49 udgør forskellen 11 pct. beregnet efter regressionskoefficienterne fra ligning 8 og 9 pct. beregnet efter ligning 25. Beregnet som netto kcal i henhold til *Nehring* (1969) bliver forskellen 8 pct. Som før nævnt giver Nehrings ligning næsten samme relative vurdering af de forskellige fodersammensætninger som omsættelig energi.

Den eksperimentelt fundne forskel på 17 pct. bliver ved beregning med de forskellige funktioner nedbragt til 8 til 12 pct. Resultaterne, beregnet efter ligningerne 8 og 25, ligger inden for de 8 til 12 pct. Det tyder ikke på, at medregning af energiforbruget til vedligehold, bestemt som en funktion af levendevægten, vil øve afgørende indflydelse på den relative vurdering af foderet. Regressionskoefficienterne til de fordøjede næringsstoffer, angivet ved ligning 8, er tilsyneladende heller ikke væsentligt påvirket af forskellene i fodringsintensitet. Korrektion af aflejret energi for forskelle i fodringsintensitet som ved ligningerne 15 til 25 er givetvis både rigtigere og sikrere end addition af vedligehold beregnet som en funktion af levendevægten.

Ligningerne 15, 16, 17, 20 og 24 viser, at de fordøjede næringsstoffers indbyrdes forskellige bidrag til omsættelig energi og aflejret energi lige så godt kan forklares ud fra forskelle i foderets koncentrationsgrad. Statistisk gav de nævnte ligninger og ligning 8 lige sikre skøn over foderets produktive energi. Ved ligning 20 og den deraf afledte ligning 25 er der i modsætning til ligning 8 samtidigt korrigeret for forskelle i fodringsintensitet. Ligning 25 er derfor rigtigere end ligning 8. Koncentrationsgraden er tillige stærkere

korreleret med aflejret energi end de fordøjede næringsstoffer og fodertræstof. Korrelationerne af aflejret energi, bestemt ved slagteundersøgelserne, med fordøjet protein, fordøjet fedt, fordøjet NFE, fordøjet træstof, fodertræstof og koncentrationsgrad var henholdsvis $\div 0,03$, $0,28$, $0,28$, $\div 0,09$, $\div 0,32$ og $0,46$.

Tabel 49. Foderets relative værdi.

Dansk byg plus normalt proteintilskud = 100.

Table 49. Relative value of the feed.

Danish barley plus normal protein supplement = 100

	Pr. dag		Pr. kg fodertørstof				
	Omsættelig energi	Korr. omsættelig energi ¹⁾	Omsættelig energi	Korr. omsættelig energi ¹⁾	Aflejret energi ²⁾	Beregnet aflejret energi ³⁾	Netto energi ⁴⁾
Forsøg 1							
Hold 1	100	100	100	100	100	100	100
» 2	99	100	101	102	99	99	100
» 3	96	94	92	90	88	89	92
» 4	99	98	96	95	94	97	97
Forsøg 2							
Hold 1	100	100	100	100	100	100	100
» 2	101	100	99	98	94	98	99
» 3	97	95	93	91	83	89	92
» 4	98	95	91	89	84	90	91
Forsøg 3							
Hold 1	100	100	100	100	100	100	100
» 2	96	94	93	91	86	93	93
» 3	97	94	90	88	87	90	90
» 4	97	93	87	84	78	84	87
Forsøg 4							
Hold 1	103	101	92	90	88	92	92
» 2	100	100	100	100	100	100	100
» 3	100	100	103	103	101	101	103
» 4	102	105	111	115	115	111	112
Forsøg 5							
Hold 1	104	101	91	88	91	90	92
» 2	100	100	100	100	100	100	100
» 3	99	101	109	111	112	107	108
» 4	99	101	111	114	111	106	109

1) Ligning (25); korr. omsættelig energi = omsættelig energi $\div$ 800 kcal pr. kg fodertørstof.

2) Aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne.

3) Ligning (8); aflejret energi = $2,29X_1 + 5,09X_2 + 1,88X_3 \div 7,06X_4$.

4) Nehring (1969); netto energi = $2,59X_1 + 8,63X_2 + 3,03X_3 + 1,5X_4$.

Disse svage korrelationer mellem de fordøjede næringsstoffer og aflejret energi er i overensstemmelse med resultaterne af et stort antal balanceforsøg, udført af *van Es* (1969b) med fedekalve. Skønt der blev anvendt foderationer med henholdsvis 20 og 30 pct. fedt samt 20 og 30 pct. protein, kunne der ikke påvises forskelle i udnyttelsen af de fordøjede næringsstoffers indhold af omsættelig energi. Hvorvidt de enkelte næringsstoffers partielle effekt eller koncentrationsgradens effekt kan måles hos voksende dyr, vil både afhænge af variationerne i foderets sammensætning og den sikkerhed, hvormed forsøgene udføres. Som tidligere nævnt og fundet, må de udførte slagteundersøgelser betegnes som forholdsvis nøjagtige, men uden den anvendte forsøgsplan, der har gjort det muligt at beregne effekterne inden for kuld og køn, havde usikkerheden ved de beregnede ligninger været langt større.

Matematisk giver de udførte forsøg et bedre grundlag for ligning 20 og den deraf afledte ligning 25 end for ligning 8, idet variationerne i foderets koncentrationsgrad har været betydelige og faktisk tilfredsstillende, medens variationerne i de fordøjede næringsstoffer har været mere begrænsede. Ko-efficienten til koncentrationsgraden er derfor bestemt mere sikkert end de partielle regressionskoefficienter til de fordøjede næringsstoffer ved ligning 8.

Analysemæssigt er grundlaget bedst for ligningerne, der er baseret på koncentrationsgraden, fordi både tørstof- og energibestemmelser kan udføres med stor sikkerhed, medens træstof- og råfedtanalyser som tidligere omtalt er noget usikre.

Det kan diskuteres, om ligning 25 alene repræsenterer det bedste skøn over koncentrationsgradens indflydelse på aflejret energi, eller om der burde regnes med et gennemsnit af balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. I henhold til ligningerne 21 og 22 udgjorde fradraget pr. kg fodertørstof for henholdsvis CN-metoden og RQ-metoden 844 og 480 omsættelige kcal. Dette giver i gennemsnit for balanceforsøgene et fradrag på 622 kcal. Ifølge ligning 23 var fradraget ved slagteundersøgelserne 804 kcal. I gennemsnit af balanceforsøgene og slagteundersøgelserne bliver fradraget på 733 omsættelige kcal pr. kg fodertørstof. Dette gennemsnit kan være lige så rigtigt som de 800 omsættelige kcal, angivet ved ligning 25, og der kan næppe føres noget gyldigt bevis for, at det ene skulle være rigtigere end det andet. Da den uforklarede del af variationen udgjorde 14 pct. ved slagteundersøgelserne og 23 pct. i gennemsnit for CN-metoden og RQ-metoden ved balanceforsøgene, er der ikke nogen videnskabelig begrundelse for at beregne fradraget i mindre end hele hundreder.

I henhold til alle tidligere anførte argumenter må slagteundersøgelserne antages at være mere repræsentative end balanceforsøgene. Den statistiske sikkerhed er tillige størst ved slagteundersøgelserne, og fradraget angivet

ved ligning 25 ligger mellem fradragene for CN-metoden og RQ-metoden angivet ved ligningerne 21 og 22. Der er således flere forhold, som tyder på, at ligning 25 repræsenterer det rigtigste og simpleste skøn over alsidigt sammensatte foderrationer relative værdi inden for det undersøgte område.

Konklusion

De udførte undersøgelser viser, at der forekommer betydelige afvigelser imellem de aflejrde mængder, bestemt ved henholdsvis balanceforsøg og slagteundersøgelser. Årsagerne hertil er ikke klarlagte, men er sikkert en kombination af tilfældigheder og svinenes forskellige reaktion over for det forsøgsmæssige miljø samt foderets sammensætning. Det er vist, at afvigelserne vokser med stigende indhold af protein og fedt i foderet. Resultaterne af slagteundersøgelserne er mere repræsentative for et normalt miljø end resultaterne af balanceforsøgene, og da de aflejrde mængder er bestemt med størst sikkerhed ved slagteundersøgelserne, må resultaterne af disse tillægges størst værdi.

Undersøgelserne viser, at fordøjet energi, omsættelig energi og netto energi beregnet som angivet af *Nehring* (1969) næsten giver samme relative vurdering af det anvendte foder. Aflejret energi, bestemt ved balanceforsøgene og slagteundersøgelserne, giver en anden vurdering af foderet. Dette viser, at enten giver de fordøjede næringsstoffer et indbyrdes forskelligt bidrag til omsættelig energi og aflejret energi, eller også varierer udnyttelsen af den omsættelige energi med foderets koncentrationsgrad. Resultaterne af udførte regressionsanalyser viser, at begge teorier matematisk kan være lige rigtige. Analyserne viser, at fordøjet fedt giver et relativt større og fordøjet træstof et relativt mindre (negativt) bidrag til aflejret energi end til omsættelig energi. Beregning af aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne ud fra de fordøjede næringsstoffer eller omsættelig energi og foderets koncentrationsgrad gav samme statistiske sikkerhed. I begge tilfælde var 86 pct. af variationerne i aflejret energi forklaret.

Ved beregning af aflejret energi ud fra omsættelig energi og koncentrationsgrad er der samtidig korrigeret for forskelle i fodringsintensitet. Derfor giver beregninger på grundlag af koncentrationsgraden rigtigere skøn over foderets værdi end beregninger ud fra de fordøjede næringsstoffer. Desuden er korrelationerne mellem de fordøjede næringsstoffer høje og middelfejlene på de partielle regressionskoefficienter store, ligesom træstof- og råfedtanalyserne er noget usikre. De partielle regressionskoefficienter kan derfor ikke betragtes som helt sikre skøn over næringsstoffets værdi.

Regressionsanalyser med aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne som afhængig variabel og de fordøjede næringsstoffer suppleret med

henholdsvis fodertræstof, fodertørstof eller koncentrationsgrad som uafhængige variable viser, at de tre supplerende variable hver for sig har forøget den forklarede del af variationerne fra 86 til 89 pct. De supplerende variable havde alle mere sikre partielle regressionskoefficienter end fordøjjet protein og fordøjjet træstof. Den mest sandsynlige forklaring på fodertræstoffets, fodertørstoffets eller koncentrationsgradens indflydelse må være, at omkostningerne ved fordøjelsesprocesserne varierer med foderets mængde (koncentrationsgrad) og derfor ikke står i direkte relation til de fordøjede næringsstoffers mængde og sammensætning.

Beregning af foderets produktive værdi ud fra omsættelig energi og koncentrationsgrad giver således rigtigere skøn end beregning ud fra de fordøjede næringsstoffer. Da den relative vurdering af et foder er af større interesse end dets absolutte værdi, kan beregningerne simplificeres, dels ved at udelade omregning til produktiv energi og i stedet omregne koefficienten til koncentrationsgraden til omsættelig energi, dels ved at udelade den beregnede korrektionskonstant til omsættelig energi. Herefter kan et foders relative værdi beregnes ud fra dets indhold af omsættelig energi og koncentrationsgrad efter ligningen:

$$\text{Korrigeret omsættelig energi} = \text{omsættelig energi} \div 800 \text{ kcal} \\ \text{pr. kg fodertørstof}$$

Meget tyder på, at denne simple ligning giver det rigtigste og mest reproducerbare relative skøn over foderets produktive værdi til vækst hos svin inden for det undersøgte område.

Anvendelse af denne ligning som vurderingsgrundlag for foderets værdi til svin i stedet for den officielle fodermiddelvurdering, der er baseret på den skandinaviske foderenhed, må betegnes som et fremskridt, der vil bringe bedre overensstemmelse mellem størrelsen af foderforbruget og produktionen.

Undersøgelsen har kun omfattet 80 svin og et begrænset antal fodermidler. De anvendte fodermidler er dog typiske og udgør i praksis omkring 90 pct. af det foder, der anvendes til voksende svin. Selv om den opnåede statistiske sikkerhed ved slagteundersøgelserne må betegnes som tilfredsstillende, vil det være af værdi med et mindre supplement til de udførte undersøgelser. Herved vil det også blive muligt at undersøge, om forskellige foder-sammensætninger har samme relative værdi til sogrise og galtgrise. Desuden er der uløste problemer i forbindelse med metodikken ved balanceforsøgene.

Sammendrag.

Som indledning er der givet en kortfattet fremstilling af en del af de tidligere udførte undersøgelser vedrørende fodermiddelvurdering.

Formålet med den foreliggende undersøgelse har været at belyse næringsstofferne værdi ved vækst hos svin, når næringsstofferne indgår i et foder, der dækker dyrenes behov for essentielle stoffer. Med det formål at undersøge om de aflejrede mængder kvælstof, kulstof og kcal, bestemt ved balanceforsøgene, fandtes i svinene, blev disse efter balanceforsøgenes afslutning slagtet og analyseret.

Der er givet en beskrivelse af den anvendte forsøgsplan og metodikken ved såvel balanceforsøg som slagteundersøgelser. Resultaterne af kontrolundersøgelser vedrørende luftanalysatorer og flowmetre er diskuteret i relation til balanceforsøgene.

Som foder anvendtes dansk byg, amerikansk byg, amerikansk majs, amerikansk milokorn, dansk havre, sojaskrå, kødbenmel og skummetmælkepulver.

Forsøgene omfattede 80 svin i vækstperioden fra 20 til 90 kg levendevægt. Der blev udført 6 balanceforsøg med hver gris, eller i alt 480 balanceforsøg. Udførelsen af forsøgene forløb planmæssigt. Der forekom dog enkelte tekniske forstyrrelser vedrørende respirationsforsøgene samt spredte tilfælde af diarré hos grisene. Som helhed var grisenes sundhedstilstand god, og den korrigerede daglige tilvækst udgjorde i gennemsnit af de 80 grise 629 g.

Fodermængderne til de forskellige hold i de enkelte forsøg blev reguleret sådan, at de forskelligt fodrede hold opnåede samme levendevægt på alle stadier i vækstperioden fra 20 kg til slagtning. Alligevel opstod der betydelige forskelle på holdenes gennemsnitlige indhold af tørstof og kcal. Årsagerne hertil er, at størrelsen af indholdet i mavetarmkanalen varierer med foderets sammensætning, og at vandindholdet i de tomme svin varierer med fodringsintensiteten.

Næringsstofferne fordøjelighed i de forskellige fodersammensætninger varierede betydeligt, og der var i alle forsøg statistisk sikre forskelle mellem hold for NFE, kulstof og kcal. Fordøjelighedskoefficienterne for fedt og træstof var mere usikre, hvilket i nogen grad kan forklares af en større analyseusikkerhed. Resultaterne af regressionsanalyser viste, at foderets træstofindhold er af afgørende betydning for fordøjeligheden. For organisk stof, NFE, kulstof og kcal kunne mellem 90 og 95 pct. af variationerne i fordøjelighed forklares ud fra pct. træstof i fodertørstof.

Omsættelig energi er bestemt med tilfredsstillende sikkerhed og har i gennemsnit af de seks forsøgsperioder varieret fra 3139 til 3966 kcal for de

forskellige fodersammensætninger. Aflejret energi, bestemt i de enkelte forsøgsperioder, var behæftet med en ret betydelig spredning.

Sammenligning af de aflejrede mængder kvælstof, kulstof og kcal, bestemt ved henholdsvis balanceforsøg og slagteundersøgelser, viste, at der forekom betydelige afvigelser. Afvigelserne (balanceforsøg ÷ slagteundersøgelser) blev udtrykt i procent af de aflejrede mængder bestemt ved slagteundersøgelserne. I gennemsnit for hold indeholdt grisene fra 11,1 til 20,3 pct. mindre kvælstof og fra 0,9 pct. mere til 18,7 pct. mindre kulstof end bestemt ved balanceforsøgene. For energiens vedkommende indeholdt grisene fra 1,6 pct. flere til 22,5 pct. færre kcal end beregnet efter balanceforsøgene ved CN-metoden og fra 13,3 pct. flere til 12,2 pct. færre kcal end beregnet efter balanceforsøgene ved RQ-metoden. Afvigelserne voksede med foderets protein- og fedtindhold. Årsagerne hertil er ikke klarlagte, men beror sikkert på flere sammenfaldende forhold. Forskelle på dyrenes tilpasningsevne til det forsøgsmæssige miljø har sikkert medvirket til de fundne afvigelser.

Resultaterne af slagteundersøgelserne er mere repræsentative for et normalt miljø end resultaterne af balanceforsøgene og tillige mere sikre. Resultaterne af slagteundersøgelserne må derfor tillægges størst værdi.

Resultaterne af multiple regressionsanalyser viste, at kcal i foder, kcal i gødning og fordøjet kcal kunne beregnes med stor sikkerhed ud fra protein, fedt, NFE og træstof i henholdsvis foder, gødning og fordøjet foder. Ved alle tre analyser kunne næsten 100 pct. af variationerne i energiindholdet forklares ud fra mængderne af de forskellige næringsstoffer. Dette viser, at de kemiske analyser er blevet reproduceret med stor sikkerhed. Koefficienterne til de enkelte næringsstoffer afviger dog navnlig for gødningens vedkommende en del fra de teoretiske værdier. Dette skyldes sikkert både høje korrelationer mellem næringsstofferne og systematiske analysefejl.

Omsættelig energi kan beregnes med stor sikkerhed ud fra de fordøjede næringsstoffer, og her svarer de partielle regressionskoefficienter betydeligt bedre til de teoretiske værdier.

De fordøjede næringsstoffers bidrag til aflejret energi blev beregnet inden for kuld og køn efter analysemodellen beskrevet på side 120. Ved balanceforsøgene kunne 76 pct. og ved slagteundersøgelserne 86 pct. af variationerne i aflejret energi forklares ud fra mængderne af de fordøjede næringsstoffer. Protein og fedt blev tillagt størst værdi ved balanceforsøgene. Dette er i overensstemmelse med, at afvigelserne mellem metoderne voksede med stigende indhold af protein og fedt i foderet. Ved slagteundersøgelserne blev fordøjet protein tillagt samme relative værdi som til omsættelig energi, mens fordøjet fedt blev vurderet højere og fordøjet træstof lavere.

Det fordøjede træstof gav et signifikant negativt bidrag til aflejret energi bestemt ved slagteundersøgelserne. Grunden hertil er sikkert, at fordøjet

træstof ved regressionsanalysen kommer til at virke som et »indeks« for foderets kemiske sammensætning, fysiske struktur og koncentrationsgrad. Tilføjelse af fodertræstof, omsættelige kcal pr. kg fodertørstof eller fodertørstof som uafhængig variabel forøgede hver for sig den forklarede del af variationen. Alle tre egenskaber havde større indflydelse på aflejret energi end fordøjet protein og fordøjet træstof. Aflejret energi er således et produkt af såvel de fordøjede næringsstoffer som foderets koncentrationsgrad (omsættelige kcal pr. kg fodertørstof). Dette er i overensstemmelse med resultaterne fra en række forsøg med kvæg, der viser, at udnyttelsen af foderets omsættelige energi falder lineært med stigende indhold af træstof eller faldende koncentrationsgrad.

En regressionsanalyse med aflejret energi, bestemt ved slagteundersøgelserne, som afhængig variabel og omsættelig energi, fordøjet fedt samt fordøjet træstof som uafhængige variable, viste, at fordøjet fedt gav et større bidrag og fordøjet træstof et mindre (negativt) bidrag til aflejret energi end til omsættelig energi. Den forklarede del af variationen udgjorde 86 pct. En analyse, hvor fordøjet fedt og fordøjet træstof blev ombyttet med foderfedt og fodertræstof, gav principielt samme resultat.

Foderets koncentrationsgrad varierer med fedt- og træstofindholdet. Det var derfor nærliggende at undersøge, om den aflejrede energimængde kunne forklares ud fra den tilførte mængde omsættelig energi og foderets koncentrationsgrad. Resultaterne af regressionsanalyserne viste, at den aflejrede energimængde kunne forklares ved hjælp af disse kriterier både ved balanceforsøgene og slagteundersøgelserne. Ved balanceforsøgene udgjorde den forklarede del af variationen 77 pct. og ved slagteundersøgelserne 86 pct. Ved balanceforsøgene var der en betydelig forskel på koncentrationsgradens indflydelse beregnet efter henholdsvis CN-metoden og RQ-metoden. Ved CN-metoden var koncentrationsgradens indflydelse næsten dobbelt så stor som ved RQ-metoden og af samme størrelse som ved slagteundersøgelserne.

Regressionskoefficienterne til koncentrationsgraden kan omregnes, så de udtrykker samme relative effekt på omsættelig energi som de oprindelige på aflejret energi. Matematisk kan korrektionen af omsættelig energi for forskelle i koncentrationsgrad yderligere reduceres til et fradrag af et konstant antal kcal pr. kg fodertørstof. Som omtalt er resultaterne af slagteundersøgelserne de rigtigste. Derfor må koncentrationsgradens indflydelse målt ved disse tillægges størst værdi. Beregnet på grundlag af slagteundersøgelserne udgør fradraget 800 omsættelige kcal pr. kg fodertørstof. Den således korrigerede omsættelige energi har samme værdi til vækst hos svin inden for det undersøgte område.

Teoretisk er denne løsning rigtigere end vurdering på grundlag af de fordøjede næringsstoffer, fordi der ved beregning af koncentrationsgradens

indflydelse samtidig er korrigeret for forskelle i fodringsintensitet. Aflejret energi er tillige stærkere korreleret med koncentrationsgraden end med fodertræstof og de fordøjede næringsstoffer.

Undersøgelsens noget begrænsede omfang og det betimelige i en række korrektioner, der eventuelt kunne foretages, er diskuteret.

Summary

CHAPTER 1

Introduction

As an introduction to the subject, a brief outline is given of relevant literature considered to be of greatest interest. Rational and economic feeding of livestock assumes a knowledge of the relative values of the different feed-stuffs, the relative value of a feedstuff being dependent upon its content of energy and protein.

From early estimates of the relative value of a feedstuff, progress has been made throughout the last 150 years towards an evaluation which attempts to express the productive capacity of a feedstuff.

Thaer (1809) expressed the value of different crude feedstuffs in terms of hay units. *Henneberg & Stohmann* (1864) estimated the value of feed-stuffs for different animal species on the basis of the contents of digestible nutrients. *Wolff et al.* (1888) calculated the feed value by summation of g digested true protein, g digested NFE (nitrogen-free-extract) and g digested fat $\times 2.4$.

Fjord (1884, 1890a) determined by means of group experiments, chiefly with milk cows, how much of a given feedstuff within certain limits could be substituted by another feedstuff without influencing production (milk yields). The unit of measurement for these substitution values was originally 1 pound and later 1 kg of mixed corn (barley and oats) which was termed 1 feed unit. From 1915 to 1926 substitution values in the Scandinavian countries were expressed in relation to 1 kg normal barley which was termed 1 Scandinavian feed unit.

Kellner (1905) measured the value of the digested nutrients by means of their fat production value for adult cattle. Kellner termed the deposition brought about by 1 kg digestible starch (250 g fat or 2360 kcal) 1 kg starch equivalent and expressed the value of other nutrients in relation to this starch equivalent.

Hansson (1913) considered digested true protein to be of greater value for milk production than for fattening, and therefore suggested that the value of a feedstuff should be calculated according to Kellners proposal with the exception that the factor 0.94 for true protein should be replaced by the factor 1.43.

In 1926 the Scandinavian countries adopted *Hanssons* (1913) proposal. When the factor 1.43 was employed in the evaluation of a feedstuff, the value so obtained was expressed as kg milk production value. 0.75 kg milk production value was defined as 1 feed unit equivalent to 1 kg normal barley. This method of calculation is still employed in Denmark as the basis for the official evaluation of feedstuffs for all animal species.

Møllgaard (1925) criticized milk production values on the basis that the factor 1.43 lacked experimental support. *Møllgaard* (1923a, 1949) equated 1 kg starch equivalent to 2365 NK_F (net calories determined by fattening of cattle) and 1 kg barley to 1660 NK_F and suggested that the energy requirement of all life processes should be expressed as NK_F . *Møllgaard* (1923b) found net energy in beet to vary according to the protein content of the feed. *Møllgaard* (1923a) therefore introduced the production quotient $k = \text{protein } NK_F / \text{total } NK_F$. Since the production of 1000 kcal in milk (1 milk unit) requires 830 NK_F at $k \approx \text{approx. } 0.2$, *Møllgaard* (1923a) proposed a new feed unit equivalent to the value of $\frac{1}{2}$ kg barley (830 NK_F).

In experiments with growing pigs, *Breirem* (1935a, b, c) found that the production of 1000 kcal required 800 NK_F during growth and 770 NK_F during fattening. On the basis of difference experiments with pigs, *Fingerling et al.* (1914) concluded that starch equivalents gave a »correct« relative evaluation of the value of feedstuffs for pigs. *Breirem* (1935b) found that experiments with milk cows and pigs at the National Institute of Animal Science, Copenhagen, showed that energy requirements can be expressed in NK_F for other life processes than fattening and for animal species other than cattle. *Axelsson* (1941) considered starch equivalent to be unsuitable as a basis of evaluation for pigs since cattle and pigs differ in their digestion of nutrients. *Axelsson* (1939, 1940b) calculated that an optimum content of fibre and protein existed at which maximum utilization of the metabolizable energy in a feedstuff was obtained. *Breirem* (1944, 1953) and *Schiemann* (1958) found that the utilization of metabolizable energy by cattle decreased linearly with increasing fibre content in the feedstuff.

The results of a number of difference experiments with cattle, sheep, rabbits, pigs and rats conducted at the Oskar Kellner Institute (*Nehring et al.* 1963c, 1965a) showed that the net energy content of concentrated feedstuffs could be calculated on the basis of the digested nutrients by means of the equations given on page 13. Since it has been found, chiefly in the case of

ruminants, that an interaction between basal feed and experimental feed occurs, estimates are now made of energy deposition on the basis of the entire ration such as, for example, presented by *Schiemann & Hoffmann* (1966), *Schiemann* (1967), *Nehring* (1969) and *Nehring et al.* (1969). The equations for cattle and pigs can be seen on page 14. To the net energy calculated by the equation for cattle a correction is added which corresponds in principal to *Kellners* (1905) »Wertigkeit« and fibre deduction, but in contrast is carried out on the entire feed ration. For analytical reasons the correction has been based on digestible energy.

Blaxter (1962, 1969), together with *A.R.C.* (1965), calculate the value of a feedstuff for cattle on the basis of its content of metabolizable energy determined at the maintenance level. Corrections are made for differences in the composition and quantity of the feed ration. The concentration defined as metabolizable energy in per cent of gross energy forms the basis for the composition of the ration. Different values are given to the corrected metabolizable energy for maintenance, growth plus fattening (body gain) and milk production.

CHAPTER 2

Present investigations

Aim

Due to its origin and basis of calculation, the Scandinavian feed unit cannot be regarded as a suitable measurement of the value of a feedstuff for pigs. This is chiefly due to the fact that the calculation of the feed unit is based upon digestibility coefficients obtained from experiments with cattle. Because of differences in the anatomical functions of the digestive tracts, the relationship between the amounts which can be digested by cattle and pigs will vary from feedstuff to feedstuff. The factor 1.43 also contributes to incorrect evaluation since it is employed generally and not for well-composed mixtures alone as proposed by *Hansson* (1913).

From a theoretical point of view, the most correct expression of the energy value of a feedstuff must be that part of the energy which is found in the life process concerned. In the case of pigs the most important life process is growth (production of slaughter pigs). It would therefore be most correct to determine the energy value of feedstuffs for pigs during growth.

The aim of the present investigations was to determine the energy value of different nutrients for pigs during growth when these nutrients are included in feeds which fulfill the essential nutrient requirements.

Danish barley, American barley, American maize, American milo corn, Danish oats, soja bean meal, meat-and-bone meal and skim-milk powder were used as feedstuffs in these investigations. These feedstuffs cover the most important range employed in practice.

In the choice of the experimental feedstuffs, an attempt was made to provide considerable variation in fat, NFE and fibre content. The variation was limited in the case of protein since the quantity of protein supplement was regulated according to *Møllgaard* (1923a, b) and *Clausen* (1963, 1965) such that the feed both fulfilled the nutritional requirements and possessed an optimal amino-acid content.

The balance experiments were carried out systematically according to an experimental design which permitted multiple regression analyses within litter and sex for the calculation of the energy value of each nutrient (protein, fat, NFE and fibre).

According to *Kleiber* (1947, 1961, 1965b) the energy requirement for maintenance is a function of liveweight. The feeding rates were thus regulated such that the average liveweight of pigs in the differently fed groups was approximately the same at all stages of the growth period from 20 to 90 kg.

After the conclusion of the experiments the pigs were slaughtered, quartered, dissected, ground and analysed. The aim of these analyses was to determine whether the deposits determined by balance experiments corresponded with the quantities found in the pigs. In addition, it was considered of interest to obtain an estimate of the influence of the different feeds upon the anatomical and chemical composition of the pigs.

Balance experiments

Experimental design

Since slaughter pigs normally include an equal number of sows and hogs, and since greater genetic differences can occur between litters than between sex, an experimental design shown in Table 1, page 17, comprising two litters of 4 sows and 4 hogs divided into four groups (treatments) was employed. The letters A and B indicate that the respiratory metabolism during the collection period concerned was measured in chamber A and B, respectively. (See also list of translations, page 195).

The growth period from 20 to 90 kg was divided into six experimental periods of 19, occasionally 18, days duration. During each period a balance experiment was performed with each pig, i.e. a total of six balance experiments with each pig.

In order to investigate whether a difference existed between the two respiration chambers and to obtain a continuous control of the technical equipment, the respiratory exchange of the pigs was measured alternately in chambers A and B as shown in Table 2, page 18. As can be seen from Tables 1 and 2, the order in which measurements were made was determined according to the weight of the pigs, thereby minimizing variation in liveweight on the respiration day. Since the amount of feed supplied to the different groups was regulated according to the weight of the pigs, the average weight and the average age on the respiration day were approximately the same for all groups in all periods. The experimental design employed in these investigations has previously been described by *Just Nielsen* (1967a, 1969b).

Statistical analyses of results of balance experiments

The experimental results obtained from the balance experiments were subjected to statistical analysis. The majority of analyses were performed according to the model described on page 18 and the analysis of variance shown in Table 3, page 19.

Experimental facilities

The experiments were conducted in two respiration chambers of the Pettenkofer type. These chambers are equipped with a climate system. The outgoing air mass is measured by means of a Honeywell flowmeter on the basis of pressure differences. The air samples removed are analysed for CO_2 and O_2 by Uras 1 and Magnos 2 from Hartmann & Braun, Germany. The working principle of the Uras is based upon the absorption spectra for infrared irradiation of the different gaseous components of air, while the Magnos employs the paramagnetic characteristics of oxygen. The air analyser was connected to a galvanometer (Jena, DDR) from which the experimental results were read. The content of CH_4 in the air samples was determined by means of Uras 1. The technical equipment is described by *Thorbeck* (1969c).

Collection and storage of faeces and urine

The duration of the collection period was 7 days. The respiratory metabolism of the pigs was measured on the fourth (middle) day of collection. Faeces and urine were collected quantitatively three times daily from each pig. Mercuric iodide was added to the urine samples which were then stored in air-tight plastic bottles. All samples of faeces and urine were stored in cold storage at 4–6°C.

Sampling and method of analysis

Each week samples were taken for analysis from the material collected from each of the six pigs in the balance experiment. The faeces were ground once and mixed for 10 minutes by means of an electric mixer. Dry matter and nitrogen contents were determined in fresh faeces, while all other analyses were performed on heat-dried faeces (approx. 67° C for approx. 26 hours). Nitrogen was determined in fresh urine, carbon in freeze-dried urine and kcal in urine samples dried in a vacuum desiccator over sulphuric acid. The maximum deviations permitted between double-determinations are given in Table 4, page 22.

Control investigations with equipment for measuring respiratory metabolism

Analysis of the results from the first respiration experiments (96 experiments of 24 hours) showed, as described by *Just Nielsen* (1967a, 1969b), that the respiratory measurements contained errors which originated from the flowmeters and air analysers. A number of investigations with different CO₂-N₂ mixtures showed, as can be seen in Table 5, page 23, that the relationship between per cent CO₂ and μ A measured by the Uras equipment was not a straight-line function, but a curve. Similar investigations showed that per cent O₂ was a straight-line function of the deflection measured by the Magnos. Control experiments with pure N₂ and CO₂-N₂ mixtures showed that the deflection measured by the Magnos was too small with regard to O₂ content when the analysed air contained CO₂. The O₂ percentages measured were therefore corrected according to the results of the control experiments. *Bønsdorff Petersen* (1969a) reported similar results with Uras and Magnos in experiments with poultry.

The CH₄ measurements were associated with both considerable variation and a systematic analysis-order effect. Since CH₄ production was found to be only 5 litres per day, the CH₄ measurements were omitted from the calculations.

In order to determine the quantity of air passing the flowmeters per graduation (unit on counter), control investigations were conducted based on principles similar to those employed by *Møllgaard & Andersen* (1917). The control experiments were carried out immediately prior to, during, and just after each respiration experiment. The results of these control investigations showed that flowmeter A gave considerably greater differences between ingoing and outgoing quantities of CO₂ and O₂ than flowmeter B. On the basis of all respiration experiments (480) the average quantity of air which should have passed flowmeter A per graduation in order to give the

same values for CO_2 production and O_2 intake as measured by flowmeter B was calculated as an average of each two periods (1+2, 3+4, 5+6; see also Tables 1 and 2, pages 17 and 18). The control experiments performed with flowmeter A (chamber A) were then corrected by means of the quantities of air which should have passed per graduation during the time interval concerned as calculated from the respiration experiments. The average air quantity per graduation as measured by flowmeter A was 63.31 l. The average air quantities calculated for the different periods varied from 60.35 to 66.25 l. As can be seen from Table 6, page 27, considerably better agreement was found between the ingoing and outgoing quantities of air when the corrected results were employed. A two-tailed F-test showed that the reduction in the range of the deviations was significant ($F = 2.3$, $P \leq 0.05$). Thus the quantity of air measured by flowmeter A was corrected in respiration experiments by means of the average air quantities per graduation calculated per period. As shown in Table 7, page 29, the differences between ingoing and outgoing air quantities were independent of the CO_2 and O_2 concentrations in the analysed air.

Slaughter investigations

Slaughtering was carried out at the National Institute of Animal Science with the assistance of trained butchers.

Slaughter and dissection

After weighing the pigs were anaesthetized with ether, placed on a table and the neckveins were cut. The blood was collected quantitatively and weighed. The pigs were then scolded and scraped, the bristles being collected quantitatively. The pigs were then suspended by the hind legs, cut and the entrails collected in a weighed container. After weighing the container and contents, the individual organs, stomach and intestine, were weighed separately. The stomach was cut open and cleansed by rinsing with water. The intestines were measured and rinsed with water. After excessive water had been allowed to run off each organ was weighed separately. The weighed fractions, together with the remainder of the contents of the container (omentum, larynx, urine bladder, gall bladder, etc.), were then transferred to a double plastic bag of known weight and weighed.

The carcass was then split on each side of the spine. The left and right sides were each weighed and dissected into different joints. Each joint, including the head and spine, was weighed separately and dissected into meat, fat, rind and bones. Each fraction from each joint was then weighed. The

meat, fat, rind and bones from the entire pig were collected in plastic bags and weighed. The dissections were completed within three hours after the dispatch of the animal. The average carcass weight, including head, spine and trotters, for the 80 pigs was 68.2 kg.

The loss due to quartering and dissection amounted to 340 g or 0.5%. Bones, fat and rind were stored in a deep-freezer, while the meat and entrails were placed in cold-storage. During weighing the weights were read twice and normally by two different persons.

Grinding and sampling

On the day after slaughter the meat, entrails, fat, rind and bones were removed from the cold room and freezer, respectively, and weighed. The different fractions were ground separately 6–8 times with the aid of a mincer (model GH, Georg Hansen, Copenhagen). After grinding meat, bones and entrails the mincer and knives were washed with distilled water which was then added to the ground material.

After mincing bone the discs were cleaned by removing bone fragments with an awl prior to washing. After weighing the ground material, including the distilled water used for washing, was mixed for approximately 10 minutes with the aid of an electric mixer (Bjørn mixer, Wodschow & Co., Copenhagen). Samples were removed from the mixture for analysis. The water used for washing the mincer was not transferred to the minced fraction after mincing fat and rind since in these cases the loss due to evaporation can be considered to be minimal. The bristles were airdried and ground on a laboratory mill. Blood was admixed with heparin and carefully stirred prior to sampling.

Analytical methods and limits

All analyses of the fat fraction were performed with samples removed from the mincing machine. For all other fractions the samples removed from the mincing machine were analysed for dry matter and nitrogen contents. 300–400 g of these samples were then freeze-dried and thus all other analyses were carried out on freeze-dried material. The carbon analyses were conducted as described by *Neergaard et al.* (1969), while in the remaining analyses the procedure described by *Weidner & Jakobsen* (1962) and *Madsen et al.* (1965) was employed. The largest permissible deviations in double and triple determinations are listed in Table 8, page 31.

Correction of slaughter results for content at 20 kg liveweight

Before the deposits determined by balance experiments and slaughter investigations, respectively, can be compared, a correction must be made for the deposits present at the beginning of the experiment as determined by slaughter investigations. The experiments were commenced at 20 kg liveweight. The deductions were calculated on the basis of slaughter investigations carried out about 1950 by *Nørtoft Thomsen* (1969). *Nørtoft Thomsen* slaughtered pigs at different liveweights from 20 to 150 kg. Since these investigations were performed, however, the ratio of fat to lean in pigs has decreased considerably (*Clausen et al.*, 1968). In the present investigation pigs at 90 kg liveweight were found to contain 13% more protein, 24% fewer kcal and 34% less fat than reported by *Nørtoft Thomsen*. It was assumed that the difference between the results of *Nørtoft Thomsen* and those of the present investigation decreased with weight from 90 kg to birth. The difference in content at 20 kg liveweight was thus calculated by multiplying the percentage difference at 90 kg liveweight by 20/90. The calculated contents of kcal, carbon and nitrogen in 20 kg pigs are shown in Table 9, page 33.

Kotarbinska & Kielanowski (1969) and *Schiemann et al.* (1962) found that the variation in 30–35 kg pigs amounted to less than 2% of the content at 90 kg. This indicates that the chemical and anatomical configuration at 20 kg cannot be regarded as being of any greater importance as a source of error. Furthermore, possible errors in the magnitude of the deductions will have little influence upon the relative evaluation of different feeds. According to Table 9 20 kg pigs contain 2.45% nitrogen which is in agreement with *Madsen et al.* (1965) who found 2.45% nitrogen in sows at 16–17 kg liveweight.

CHAPTER 3

Experimental procedure

Production and composition of feeds

The milled corn, protein supplement, minerals and vitamins were mixed and pelleted. The protein supplement consisted of 85% soya bean meal and 15% meat-and-bone meal. In order to obtain an estimate of the magnitude of the protein requirement, chiefly at the beginning of the growth period, different quantities of protein supplement both mixed with Danish barley and with American barley were employed in experiment No. 1. The percentage content of the different species and qualities of grain together with the

protein supplement and minerals in the feed-mixtures are given in Table 10, page 35. The feed employed in experiment No. 1 consisted entirely of a feed-mixture. Since nitrogen balances from this experiment indicated that feed-mixture consisting entirely of Danish barley and 18% protein supplement was insufficient to cover the protein requirement of the pigs in the beginning of the growth period, a supplement of spray skim-milk powder was included in all following experiments. This supplement amounted to 100 g, 75 g, 50 g and 25 g daily per pig during periods 1, 2, 3 and 4, respectively.

The American barley employed in experiments Nos. 2, 3 and 4 was cleaned and the screenings included in certain of the feed-mixtures. (See also *Just Nielsen*, 1966b). Screenings were included in order to determine whether protein and energy deposition were effected or whether the effect was equivalent to the chemical composition and digestibility of the screenings alone. The chemical composition of the feedstuffs used in the feed-mixtures, the botanical composition of the grain, the content of alpha- and beta-tocopherols in the feed-mixture, together with the content of the amino acids lysine and methionine in the feed-mixtures and skim-milk powder are shown in Tables 11, 12, 13 and 14, pages 37, 38, 38 and 39, respectively. As can be seen from Table 15, page 40, the pigs have in general received those daily amounts of lysine which according to *Clausen* (1963, 1965) produced the best meat content.

The average chemical composition of dry matter in the feed-mixtures and skim-milk powder is given in Table 16, page 40.

Weighing of feed and feeding

The respiration experiments were carried out continuously from the beginning to the completion of the experiment. Six balances were performed each week. An example of a period experimental design is shown in Table 17, page 42.

The feed for one period was weighed out at one time. During weighing samples were taken in all cases for chemical analysis. All pigs were allowed the same daily quantity of water in each sub-period as shown in Table 17, page 42. An average water requirement of 2.5 l per kg feed for the four feed levels was assumed. The pigs were fed twice daily.

The daily quantities of protein, fat, NFE, fibre, carbon and kcal, respectively, in the feed in each period are given in Tables 18, 19, 20, 21, 22 and 23, pages 45, 46, 47, 48, 49 and 50, respectively.

The health, appetite and growth of the pigs

The pigs were in good health and only few isolated cases of diarrhoea occurred. Appetite was satisfactory and the whole of the allocated feed ration was consumed in all collection periods. The average daily liveweight gains from 20 kg to slaughter are given in Table 24, page 52. In order to obtain the best possible basis for comparison, the daily gains were corrected to 25% slaughter loss ($(\text{liveweight} - \text{carcass weight}) \times 100/\text{liveweight}$).

In Table 25, page 53, the average liveweight of the pigs on the respiration day (middle collection day) is shown for each of the six periods. The liveweights show that the experimental design was followed successfully in that liveweight was nearly the same for the four groups in each period of the different experiments.

The greater difference in the daily liveweight gains shown in Table 24 is due to the fact that correction has been made for differences in slaughter loss. This slaughter loss includes the content in the digestive tract, the magnitude of which varies according to the composition of the feed.

Table 26, page 54, indicates that the fibre content of the feed has had no systematic influence upon either liveweight or corrected daily liveweight gain. The average temperature in the respiration chambers, as shown in Table 27, page 55, was approximately 20°C and the relative humidity approximately 60.

Method of air analysis and experimental control

The respiration experiments were started at 9.00 hours and completed 24 hours later. The pigs were transferred to the respiration chambers at 7.00 hrs., i.e., 2 hours prior to the beginning of the experiments. The concentration of CO₂ and O₂ in the chambers was thus at the same level at the beginning and at the completion of the experiments.

One hour prior to the completion of the respiration experiments, the Magnos was adjusted according to the current barometric pressure and the galvanometer switched on. After the completion of the respiration experiments the air samples in the recipients were subjected to pressure and the analytical apparatus adjusted. An approximate control was first carried out with atmospheric air. The zero position of the Uras was then found using pure N₂ from a control cylinder. At the opposite end of the range of measurement adjustment was performed by means of a CO₂ mixture containing approximately 1.5% CO₂. Adjustment was repeated until the required galvanometer deflection was obtained on both units without intervening adjustment.

The Magnos was adjusted to give a galvanometer deflection of 960–985 units for atmospheric air. Numerous control investigations showed, as described by *Just Nielsen* (1967a, 1969b), that the zero position of the Magnos (19.000% O₂) was subject to daily variation. In order to obtain an accurate estimate of the O₂ content of the air samples, analyses using an O₂–N₂ mixture containing at least 19% O₂ were carried out immediately after analysis of the air samples. The O₂ content of the air samples can thus be calculated by interpolation, since the O₂ content of the samples always lay between the O₂ contents of the atmosphere (20.946%) and the control cylinder.

After adjustment of the apparatus was completed, analyses were again performed with atmospheric air. If the galvanometer deflections were not those expected, adjustment was repeated. The air samples from the recipients were then analysed. Two air samples were removed from each chamber, together with one sample of atmospheric air. Differences between the analyses of each two complementary air samples were in general found to be minimal. In the case of CO₂ many of the double-determinations were identical and the difference between other analyses was seldomly greater than one μA (range of measurement 0–300 μA). In double-determinations of O₂ differences of 3–4 units were frequently obtained (range of measurement 0–1000 units).

Chambers and apparatus were subjected to a routine inspection four times daily throughout the respiration experiments.

Calculation of results of respiration periods

Results from the respiration periods were calculated with the aid of a computer by A/S Regnecentralen, Copenhagen. The programme employed has previously been described by *Just Nielsen* (1968b, d). Digestibility and balances were performed on the basis of feed on the third day and the average quantities of faeces and urine from the seven collection days. In the calculation of carbon balances, energy balances and heat production the CO₂ production and O₂ intake as measured on the middle collection day (fourth day of collection or respiration) were employed. Calculations of heat production and balances are based on the factors and constants published by *Brouwer* (1965).

CHAPTER 4

Experimental results**Digestibility of feed**

The average apparent digestibility coefficients for the four nutrients protein ($N \times 6.25$), fat (ether extract), NFE and fibre, together with carbon and kcal, are presented in Tables 28–33, pages 59–64, respectively, with their standard deviations ($\bar{s}$) and the F values between groups. The statistical model employed is described on page 18 and the analyses are performed according to analysis of variance shown in Table 3, page 19.

The periodical coefficients of digestibility in experiment No. 1 indicate that digestibility is independent of age and weight within the area investigated as was also found by *Madsen* (1963). In the other experiments the digestibility coefficients, chiefly those for protein, were found to decrease from period 1 to period 5 due to the fact that a supplement of 100, 75, 50 and 25 g skim-milk powder was given in periods 1, 2, 3 and 4, respectively.

The digestibility coefficients for NFE, carbon and kcal were determined with considerable statistical precision, and the differences between groups were in all cases significant ($P \leq 0.001$). In Figures 1, 2 and 3 (pages 66 and 67) certain relationships between digestibility coefficients and the composition of dry matter are given. Figure 2 shows that the digestibility of fat increases almost linearly with increase of fat content of the feed dry matter up to approximately 3% after which this increase becomes less apparent. A partial explanation is that the quantity of crude fat secreted to the digestive tract influences the apparent digestibility of fat chiefly in feeds with low fat content. *Bayley & Lewis* (1965) reported extreme cases in which the fat content in faeces was higher than in feedstuff.

It is well-known that the determination of fat using ether extraction is somewhat inaccurate and that not all fat is removed by this process.

Hartfiel (1965) therefore proposed the extraction of fat by means of ether extraction subsequent to hydrolysis with hydrochloric acid. *Pettersson* (1964) employed a fat-determination method incorporating hydrochloric acid hydrolysis. *Vestergaard Thomsen* (1969a) also found that the most correct results were obtained when hydrochloric acid hydrolysis was included.

In experiment No. 5, period 5, the fat content of both feed and faeces was determined by the hydrochloric acid hydrolysis method. By using this method, from 4% less to 10% more fat was found in feed and in general more fat in faeces than in ether extractions. Digestibility coefficients fell from 4 to 10 units.

The influence of fibre upon digestibility coefficients is illustrated by Figure 3, page 67, and determined by the equations on page 68. These

equations show that fibre (X) had considerable influence upon digestibility and all regression coefficients were statistically significant ($P \leq 0.001$). The regression analyses were performed within each period. The equations for organic matter, NFE, carbon and kcal account for 90–95% of the variation in digestibility.

Metabolizable energy

The daily quantities of metabolizable energy are shown in Table 34, page 69. The quantities represented in Table 34 and the following tables are averages for each of the four groups and for sows and hogs. The first F value is that »between groups« and the second »between sows and hogs«. Metabolizable energy was determined with considerable statical precision. Expressed as the coefficient of variation ($\bar{s} \times 100/\bar{x}$), the variation varied approximately from 1.0 to 1.5. The sows were found to have deposited more nitrogen than the hogs, but when measured as metabolizable energy these differences were found to be extremely small.

As an average of periods and experiments, metabolizable energy accounted for 96.3% of the digested energy. This percentage varied from 96.7% during the 1st period to 95.8% in the 6th period. This is due to the fact that the deposited percentage of digested nitrogen decreased from period to period. See Table 35, page 70, and Figure 4, page 82.

Respiratory metabolism and heat production

The average CO_2 production per day in each period is listed in Table 36, page 73. Variation was found from 10–40 l. This variation increased considerably from the 1st to the 6th period, but when expressed as coefficient of variation little difference was found between periods. O_2 intake is shown in Table 37, page 75. Variation of 11–42 l was recorded and was on average slightly higher than for CO_2 production.

Heat production calculated by the RQ-method is given in Table 38, page 77. The average heat production in period 1 was found to be 83.6% and in period 6 58.0% of the metabolizable energy. Heat production calculated by the CN-method was some 5% lower. This difference can be due to several factors, as discussed by *Just Nielsen* (1969a). Theoretically both methods provide only approximate values for heat production as discussed by *Blaxter* (1962), but from a practical point of view the theoretical error possibilities are most likely of little importance.

A comparison of the calorific content of the slaughter pigs determined by calorimetric analysis and by calculation from carbon and nitrogen contents showed that the pigs contained 2.2% more kcal when calculated by

the CN-method than found by calorimetric analysis. This would indicate that the formulae of *Brouwer* (1965) overestimate the energy quantity associated with deposited carbon and deposited nitrogen.

Deposited nitrogen and kcal

The average nitrogen deposition per day in each period can be seen in Table 39, page 80. Sows were found to deposit more nitrogen than hogs. The percentage of digested nitrogen deposited in the different periods is shown for sows and hogs separately in Figure 4, page 82.

Energy deposits calculated by the CN- and RQ-methods are given in Tables 40 and 41, pages 83 and 85. A considerable increase in variation was recorded upon conversion from metabolizable to deposited energy.

An important factor contributing to the greater variation in deposited energy is undoubtedly genetic differences between pigs, such as differences in temperament and ability to become acclimatized to the experimental environment.

The average energy deposition per kg feed dry matter throughout the entire growth period is presented in Table 42, page 90. The relative value of feed dry matter calculated from the content of Scandinavian feed units, digested kcal, metabolizable kcal, deposited kcal determined by the CN-method, the RQ-method and slaughter investigations, together with net energy calculated as described by *Nehring et al.* (1969), is shown in Table 43, page 92. All relative values are expressed in relation to the group fed Danish barley plus the normal protein supplement.

Slaughter weight, meat content and chemical composition of the pigs

The most important results about the meat content and chemical composition of the pigs are given in Table 44, page 94. The meat percentage is calculated as per cent of the entire carcass, i.e. both sides, spine, leaf fat, head and trotters. The percentage dry matter, chemical composition of dry matter and per cent of protein and kcal deposited in the meat are calculated as a percentage of the entire pig minus feed remains in the digestive tract (empty weight).

No large fluctuations occurred in the daily supply of metabolizable energy to the different groups of pigs within each experiment and the daily liveweight gain was approximately the same in all cases. In general the pigs also received the daily quantities of lysine and methionine which according to *Clausen* (1963, 1965) should produce maximum meat formation. If metabolizable energy can be regarded as a satisfactory measure of energy supply, then no

differences of any magnitude should exist in the meat contents of the pigs. As can be seen from Table 44, no statistically significant differences were found in percentage meat content between groups. American barley, however, produced higher meat percentage than Danish barley in all experiments.

In order to investigate whether differences in feeding intensity (quantity and value of daily feed supply) and in protein content of the feed could explain the difference in percentage meat content and chemical composition, multiple regression analyses were carried out within litter and sex according to the model described on page 96. Regression coefficients were determined by means of analysis of covariance as described by *Snedecor & Cochran* (1968). The s represents the deviation about the parallel regression planes, expressed as per cent of the average ($\bar{Y}$). F indicates the variance quotient between regression values/about regression values. R^2 is calculated as the relationship between explained variance and total variance for the covariance model and indicates that fraction of the variation in Y , which can be explained by the equation concerned. s_b represents the standard error for regression coefficients and t_b the corresponding t values.

The results of these analyses are presented on page 97 for the characters per cent meat (Y_1), per cent dry matter (Y_2), kcal per kg pig dry matter (Y_3) and kcal deposited from 20 kg liveweight to slaughter (Y_4). Y_1 represents the average metabolizable kcal per day from 20 kg to slaughter, X_2 the number of metabolizable kcal per g digested protein and X_3 average g feed fibre per day from 20 kg to slaughter. The relationship between metabolizable energy and digested protein had no significant influence upon any of the characters investigated. Significant regression coefficients were found for both metabolizable energy and feed fibre in equations with Y_2 , Y_3 and Y_4 as dependent variables. These equations account for 55 to 83% of the variation and thus show that differences in feeding intensity have influenced the analysed characters. In addition, the equations also show that the value of metabolizable energy varies with feed fibre content.

Despite the small differences found in the liveweights of the pigs, differences in food content of the digestive tract and differences in percentage dry matter content of the empty pigs resulted in considerable differences in dry matter content between the differently fed groups of pigs. Even greater differences were found between pigs within groups. For example, in experiment No. 1, sow No. 1 weighed 83.4 kg and hog No. 4 80.1 kg in an empty condition. The dry matter percentages were 37.9 and 46.9, respectively, and thus the dry matter content of sow No. 1 was 31.6 kg and for hog No. 4 37.6 kg. In the empty condition, No. 1 weighed 4.2% more than No. 4, but No. 4 contained 18.7% more dry matter than No. 1.

CHAPTER 5

**Comparison of deposited nitrogen,
carbon and energy as determined****by balance experiments and slaughter investigations**

It is of extreme importance for the validity of balance experiments that the quantities of nitrogen, carbon and energy deposited as determined by calculation can be found in the slaughtered animal. Many workers have investigated this relationship, but complete agreement between the results of balance experiments and slaughter investigations have seldomly been obtained. The differences between these two methods have varied from investigation to investigation and since problems were frequently encountered in the milling and analysis of the slaughtered livestock, the most widespread opinion has been that the results obtained from balance experiments are the most correct. Due to the methods employed in the present investigations, as described in Chapter 2, the results of the slaughter investigations can be regarded as reliable.

The results of balance experiments should, theoretically, be identical with the results obtained from slaughter investigations, but due to the many possibilities for error, both of a biological, technical and analytical nature, a complete agreement can hardly be expected.

A certain difference can be expected, the magnitude of which depends upon the length of the experimental period, the number of livestock and their ability to adapt to the experimental environment. It should be added that a constant difference between methods is of little practical importance since the relative evaluation of different feeds will be unaffected. If the difference between methods varies according to the feed composition, however, then this relative evaluation would be incorrect.

As previously mentioned, balances were calculated from the mean faeces and urine excretions during the seven day collection period, CO_2 production and O_2 consumption on the fourth day of collection and feed intake on the third day of collection. Since the third collection day occurred in the middle of the experimental period, as shown in Table 17, page 42, the periodical deposits were calculated on the basis of the assumption that the same percentage of the contents of the feed was deposited throughout the entire experimental period as on the balance day. The sum of these periodical deposits was compared with the amounts found by analysis of the slaughtered and ground pigs. Before this comparison, the quantities found by slaughter analysis were corrected for the content at 20 kg liveweight by subtraction of the amounts shown in Table 9, page 33.

The average difference between deposits as determined by balance experiments and slaughter investigations are shown in Table 45, page 102. The differences (balance experiments – slaughter investigations) are given both in terms of absolute quantities and as per cent of deposits determined by slaughter investigations. Considerable differences were found between methods. In the individual pigs from 4.9 to 26.0% less nitrogen, from 12.0% more to 23.6% less carbon, from 12.2% more to 28.4% fewer kcal when calculated by the CN-method and from 21.5% more to 19.3% fewer kcal when calculated by the RQ-method were found by slaughter investigations compared with balance experiments.

As an average of the five experiments, the standard deviation of the percentage difference was found to be 3.5, 4.8, 4.9 and 4.3 for nitrogen, carbon, kcal calculated by the CN-method and kcal calculated by the RQ-method, respectively. These data are considerably lower than the standard deviations in the periodical balances and are of the same magnitude as the deviations in deposited energy shown in Table 42, page 90. A difference can, theoretically, be associated with the sum of the two deviations. The relatively low dispersion of these deviations indicate that they are not completely random.

As shown in Table 46, page 108, the percentage difference between balance experiments and slaughter investigations varied according to the protein ($N \times 6.25$) and fat (ether extract) contents of the feed. The difference between groups fed Danish barley plus a normal protein supplement are set to zero and the differences between the other groups adjusted by the same percentage.

In order to investigate the statistical significance of the relationships discussed above and to study other relationships between the difference balance experiments minus slaughter investigations and nutrients in feed, digested and faecal material, respectively, multiple regression analyses were performed within litter and sex according to the model described on page 120.

In regression analyses both difference and nutrients were expressed per kg feed dry matter. The nutrients contained in the feed, in the digested material and in the faeces were each analysed in different combinations. As can be seen from Table 47, page 109, the results of the analyses showed that from 59 to 75% of the variation in difference between balance experiments and slaughter investigations could be explained by differences in the protein and fat contents of the feed. The differences in deposited nitrogen were more related to digested protein than to protein and fat in feed. A regression analysis with digested protein as independent variable showed that 67% of the variation could be explained on the basis of differences in the amount of digested protein. No other likely relationships could be dem-

onstrated between the difference between balance experiments and slaughter investigations and nutrients in feed, digested and faecal material.

It can be maintained that since little variation was found in the protein and fat contents of the feed, the equations obtained could be due to coincidence. In addition, the factor or factors responsible for the differences between methods remain uncertain. Literature studies also failed to provide any definite information concerning these differences. In the case of nitrogen, however, certain investigations indicate that nitrogen loss increases with increase in nitrogen supply. In principal the difference between methods can be due to biological errors, i.e., nonrepresentative balance experiments, method, technique and analysis errors, together with varying losses of volatile substances from the digestive tract, faeces and urine.

In order to study the factors responsible for or contributing to this difference between methods, supplementary investigations were conducted. pH measurements made in urine showed that pH in general varied from 9.0 to 9.2. At this pH level the possibility of loss of nitrogen as ammonia is considerable and the loss has almost certainly varied with urine concentration and hence the protein content of the feed. This nitrogen loss could have been reduced by the addition of acid, but apart from various practical problems, the use of acid causes a rapid deterioration of the calorimeters.

Comparison of dry matter content of faeces determined by heat-drying, freeze-drying and Karl Fischer titration showed that higher dry matter percentages were obtained by Karl Fischer titration than by heat- or freeze-drying (*Juul Nielsen, 1969*). The introduction of dry matter data determined by Karl Fischer titration into the balance calculations did not reduce the differences between groups. A comparison of carbon and kcal determined in heat-dried and freeze-dried faeces gave identical results. In experiments with poultry, *Bønsdorff Petersen (1969c)* found up to 20% fewer kcal in slaughter investigations than when calculated from balance experiments. Since these analyses were carried out on freeze-dried faeces, the differences shown in Table 45, page 102, cannot be explained as arising from errors in the heat-drying of faeces. A comparison of nitrogen determined in fresh and heat-dried faeces showed that approximately 5% of the nitrogen was lost during the drying process. pH measurements in faeces might indicate a relationship between pH and the differences between the two methods.

Collection of faeces from pigs during the first 6.5 hours after transfer from the collection cages to pens in experiment No. 5 showed that faeces excretion during this period, expressed in per cent of the mean faeces excretion during the seven collection days, varied from 79% in group 1 (oats) to 165% in group 4 (milo).

Comparison of the gross energy content of the feed-mixtures calculated

by multiplication of the nutrients protein, fat, NFE and fibre with the theoretical constants 5.7, 9.5, 4.2 and 4.2, respectively, with gross energy content as determined by analysis showed that the gross energy content of the 20 feed-mixtures as found by analysis varied from 0.2 to 2.5% more than calculated. The differences between the calculated and experimentally determined gross energy contents varied according to the differences shown in Tables 45 and 46, pages 102 and 108. In skim-milk powder the gross energy content determined by analysis was found to be 0.9% lower than the calculated content.

These supplementary investigations provided no definite explanation of the factors underlying the differences between results obtained from balance experiments and slaughter investigations, but as discussed by *Graham et al.* (1958), a number of errors, each apparently of little importance alone, can give rise to considerable variation in balance experiments if these errors should completely or partially coincide.

Slaughter investigations can be regarded as giving the most correct results, since these experiments are more representative of a normal environment than balance experiments. In addition, the possibilities for analytical errors in slaughter investigations are minimal compared with balance experiments since the samples analysed from each group are of a very uniform composition. In the present investigations nitrogen, fat and calorie analyses were carried out independently (different technicians). A multiple regression analysis with kcal as dependent and protein and fat as independent variables showed, as can be seen on page 119, that the analyses were carried out with great precision. The coefficients for protein and fat closely approximated the theoretical values, and 99% of the variation in kcal content of the pigs could be explained on the basis of the protein and fat contents.

In summarizing it can be stated that many possibilities exist which individually or in combination could have contributed to the differences observed between balance experiments and slaughter investigations. The relationships shown between these differences and the composition of the feed can very well be correct. Loss of volatile substances from the intestine and faeces prior to collection of this material in the cages and during storage and preparation for analysis can vary according to feed composition since the latter will influence the digestive processes, speed of passage, quantity of faeces and water content, together with structure, pH, etc. In this way different enzymatic and microbiological activities arise which can influence the formation of more-or-less volatile products. The resulting loss can be of considerable importance for the results of the balance experiments.

In the case of digested and metabolizable energy this variable loss will be of less importance since the amount of digested and metabolizable energy

has been found to be approximately three times greater than the amount of deposited energy. A second possible factor contributing to this difference between methods can be that the pigs have undergone a change in environment immediately prior to the respiratory measurements which were only of 24 hours duration. Differences in the ability of the pigs to become acclimatized to the environment in the respiration chambers can result in physically correct measurements which are not representative.

CHAPTER 6

Energy values of nutrients

In general regression analyses were carried out within litter and sex according to the statistical model described on page 120. The coefficients for nutrients in the different equations are expressed in kcal/g. The nomenclature employed for the various nutrients is summarized below.

	Protein (N $\times$ 6.25)	Fat (ether extract)	NFE	Fibre
Feed	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Faeces	G_1	G_2	G_3	G_4
Digested	X_1	X_2	X_3	X_4

Equations 1, 2 and 3 show that gross energy, faecal energy and digested energy can be calculated with considerable accuracy on the basis of the protein, fat, NFE and fibre contents in feed, faeces and digested material, respectively, since that part of the variation which could be accounted for amounted to 100%. This also indicates that the analyses were carried out with considerable confidence. Due to the difference in the relationship between gross energy and nutrients in feed mixtures and skim-milk powder discussed in Chapter 5, equations 1 and 3 were calculated within each period. The partial regression coefficients differed to a certain degree from the expected coefficients, particularly in the case of equation 2. This difference may be partly due to the fact that the correlation between nutrients was extremely high, although this does not explain the considerably higher energy content found in faeces than predicted from the protein, fat, NFE and fibre contents. The most important factor is probably that the estimates of crude fat are too low in the case of faeces (*Vestergaard Thomsen, 1965, 1969a*) and thus the NFE fraction too high.

Metabolizable energy

The contribution of protein to the metabolizable energy varied from experimental period to experimental period due to the fact that the percentage of the digested protein excreted with urine increased from period to period.

In order to obtain so accurate an estimate as possible of the contribution of protein to metabolizable energy during the entire growth period, the sums of the six periodical quantities of metabolizable energy and digested nutrients, respectively, were employed in the analyses. Regression analyses were carried out upon these 80 sums and also within sex since, as shown in Figure 4, page 82, sows were found to have deposited more nitrogen than hogs. The result of this analysis is shown in equation 4. The deviation about this regression was found to be only 0.4%. The coefficient for protein was found to agree with the expected theoretical value, in that the average deposition of digested nitrogen for the six balances was 47%. Equation 5, calculated within period and sex, indicates that metabolizable energy can be estimated with satisfactory precision on the basis of digested protein, digested fat and digested crude carbohydrate. The explanation for the slightly lower value obtained for equation 5 than for equation 4 is most probably that the influence of the skim-milk powder employed is greater in the case of analysis within periods than in the analysis of the sum of the periods.

Deposited energy

According to *Nehring* (1958), *Hoffmann et al.* (1960) and *Schiemann et al.* (1961a) an average of 4–8 parallel animals are required in difference-experiments in order to obtain results which can be reproduced. The variation within the periodical energy deposits shown in Tables 40 and 41, pages 83 and 85, is also considerable. Thus the regression analyses concerning the balance experiments were calculated on the basis of the sum of the six experimental periods. The equations 6 and 7 are calculated from the sums of these six periods, while all other equations concerning deposited kcal are calculated on the basis of the average daily quantities. The regression analyses concerning deposited energy were performed according to the model described on page 120.

The contribution of the digested nutrients to the deposited energy, determined by the CN-method, the RQ-method and slaughter investigations, respectively, is shown by equations 6, 7 and 8. The equations indicate that slaughter investigations give more reliable results than balance experiments. Theoretically, the partial regression coefficients provide an accurate estimation of the reciprocal values of the nutrients only when the correlation

between independent variables is zero. In general the correlation between the digested nutrients was found to be approximately 0.5.

The relative contribution of the digested nutrients to deposited energy, as determined by equations 6, 7 and 8, are shown in Table 48, page 130, together with the starch equivalent and milkproduction equivalent (Scandinavian feed unit) of these nutrients. Protein and fat estimates were higher in balance experiments than in slaughter investigations which is in agreement with the observation that the difference between these two methods, as noted in Tables 46 and 47, pages 108 and 109, increased with increasing contents of protein and fat in the feed.

The relative contribution of protein to the deposited energy, determined by slaughter investigations, was found to be equivalent to the relative contribution of protein to the metabolizable energy as given by equation 4. The slaughter investigations indicated a significant negative contribution to deposited energy by fibre. The explanation is almost certainly that in the regression analysis the digested fibre acts as an »index« of the chemical composition, physical structure and concentration of the feed. The negative coefficient should thus be regarded as a correction factor rather than an expression for a direct negative effect of digested fibre.

In order to provide further information on the factors underlying the negative effect due to fibre, a number of regression analyses were performed with deposited energy, determined by slaughter investigations, as the dependent variable. The results are presented in equations 9 to 17.

As shown by the equations 9, 10 and 11, the negative relationship between digested fibre and deposited energy was retained even when feed fibre, concentration (metabolizable kcal per kg feed dry matter) or feed dry matter were included as the fifth independent variable. This would indicate that the digested fibre possesses a negative value and/or acts as an »index« for the digested NFE fraction. The equations show that feed fibre, concentration and feed dry matter each had greater influence on energy deposition than digested protein or digested fibre and have increased the accountable fraction of the variation from 86% in equation 8 to 89%.

It can be seen from equation 12 that the addition of digested NFE and digested fibre to crude carbohydrate is of little significance when feed fibre is included as independent variable, the accountable fraction of the variation being only 1% lower than in equation 9. Equations 9 and 12 show that feed fibre had a negative effect of the order of 1.48 and 1.56 kcal per g, respectively, these values closely resembling *Kellners* (1905, 1924) fibre deduction of 1.36 kcal per g for cattle and the deduction of 1.46 kcal per g fibre calculated by *Breirem* (1969b). The relationship between deposited energy and fibre in feed dry matter is shown in Figures 8 and 9, pages 138 and 140.

Similar results were obtained by *Breirem* (1944, 1953) who found that the utilization of the metabolizable energy decreased linearly with increasing feed fibre in cattle.

In equation 13 both energy deposit and the digested nutrients are expressed per kg feed dry matter. By this means the accountable variation was increased to 94%, indicating that the energy value of the nutrients varies with the concentration of the feed.

As can be seen from Table 26, page 54, no systematic relationship was found between the fibre content of the feed and liveweight or corrected liveweight gain. In addition, a correlation analysis showed that the daily intake of metabolizable energy was independent of the fibre content of the feed, the correlation being only -0.02 .

As discussed later in this report and illustrated by Figure 10, page 142, the value of the daily quantity of metabolizable energy and thus feeding intensity varied with the fibre content of the feed. Bearing in mind the experimental plan employed, the explanation is most probably that protein synthesis is chiefly a function of the age of the livestock, while the magnitude of fat synthesis varies with feeding intensity, i.e., at a given liveweight energy deposition is considerably influenced by feeding intensity. *van Es* (1969b) found that 1 g deposited protein increased the liveweight of calves and pigs by 3.9 and 2.9 g, respectively, while 1 g deposited fat resulted in increases of only 0.6 and 0.7 g, respectively. Equations 9 to 13 cannot therefore be regarded as completely valid expressions of the productive value of the feed. The same is, theoretically, true in the case of equations 6, 7 and 8, but here the differences in feeding intensity will almost certainly be included in the deviation.

In equation 14 the first independent variable is metabolizable energy and the fifth the percentage of calories deposited in protein. As might be expected on the basis of equations 4 and 8, digested protein had little influence upon energy deposition. The most marked effect was observed in the case of the fifth independent variable. An increase of 1% in the fraction of deposited energy due to protein calories results in a decrease in energy deposition of 22 kcal. Equation 14 can thus apparently be regarded as an indication that the expenditure involved in protein synthesis are greater than in fat synthesis.

This supposition is, however, incorrect. The percentage of kcal deposited in protein is, according to the experimental design employed, a product of the quantity and composition of the feed employed. As shown in Figure 11, page 144, no relationship was found between the utilization of the metabolizable energy and protein deposition. An increase in the percentage of deposited energy due to protein calories is a direct result of a decrease in fat deposition as can be seen from Figures 11 and 12, pages 144 and 146. Fat

deposition is a product of the feed employed (*Clausen et al.* 1961), while protein deposition, assuming that the amino-acid requirement and energy requirements for maintenance and protein synthesis are fulfilled, is chiefly a function of the age of the animal (*Møllgaard & Lund* 1929; *Jakobsen* 1958b; *van Es* 1969b). The coefficients in equation 14 cannot therefore be regarded as a correct estimate of the qualitative value of the nutrients.

Equation 15 shows, as was also the case in equation 8, that the contributions to deposited energy by fat and fibre are greater and considerably lower (negative), respectively, than to metabolizable energy. The positive contribution by digested fat and the negative contribution by digested fibre to energy deposition in excess of the contribution to metabolizable energy can in principle be regarded as an expression of differences in the concentration of the feed.

Equation 17 indicates that energy deposition can be explained on the basis of digested kcal and digested kcal per kg feed dry matter with the same statistical precision as in equations 8, 15 and 16.

The contribution by metabolizable kcal and feed concentration to kcal deposits determined by the CN-method, the RQ-method and slaughter investigations, respectively, are shown in equations 18, 19 and 20. The statistical precision was greatest in the case of slaughter investigations, as was also found in equations 6, 7 and 8. Metabolizable kcal and feed concentration accounted for 77% of the variation in deposited energy in balance experiments and 86% of the variation in slaughter experiments. Calculated on the basis of the digested nutrients, the accountable fraction of the variation in deposited energy was found to be 76 and 86%, respectively. Theoretically, equations 18, 19 and 20 must be regarded as the most correct, since these are corrected for differences in feeding intensity.

The concentration of a feed varies with the quantities of apparently digested fat and digested fibre. Therefore it is not possible to determine with any degree of accuracy whether these two nutrients each are responsible for reciprocally different contributions to metabolizable energy and deposited energy, or whether they each provide the same relative contribution to metabolizable energy and deposited energy. If they provide the same relative contributions the reasons for the different regression coefficients in equation 4 for metabolizable energy and in the equations 8 and 15 for deposited energy must be that the expenditure involved in the passage of the feed through the digestive tract varies with the concentration of the feed.

The simplest and theoretically most correct approach would be to evaluate the feed on the basis of its content of metabolizable energy and concentration. Since the percentage of metabolizable energy deposited varies with the intensity of feeding, it is probably most correct to omit calculation

of deposited energy (productive energy). The coefficients for feed concentration can be converted to metabolizable energy by division with the corresponding coefficients for metabolizable energy. These converted coefficients would give the same relative effect on metabolizable energy as the original coefficients for deposited energy.

After conversion on the basis of the average concentration of the feed, the metabolizable energy can be corrected for differences in concentration as shown in equations 21, 22 and 23 for the CN-method, the RQ-method and slaughter investigations, respectively. Since the constants in the equations do not influence the relative evaluation of different feed-mixtures, they can be omitted and the energy value of the feed expressed by means of its metabolizable energy content minus 844, 480 and 804 kcal per kg feed dry matter for the CN-method, RQ-method and slaughter investigations, respectively. As previously discussed, the results of slaughter investigations must be regarded as being more representative than the results of balance experiments. In addition slaughter investigations are found to be statistically more accurate. Thus the greatest emphasis should be placed on results derived from slaughter investigations and therefore can equation 25 be considered to give the most correct estimate of the relative value of the different feeds.

In principal, equation 25 is in agreement with the results of numerous investigations with cattle (*Kellner* 1905; *Lehmann* 1941; *Blaxter* 1962, 1969; *A.R.C.* 1965; *Flatt et al.* 1969; *Nehring et al.* 1969; *van Es* 1969b), together with investigations with pigs by *Breirem et al.* (1943, 1958).

Kellners »Wertigkeit« and fibre deduction correspond in principle to Blaxters degree of concentration and Nehrings correction based on digested energy. Lehmann estimated that it was of no advantage to employ feedstuffs with digestibility below 30% and Breirem, in experiments in which pigs were fed with different types of cellulose, found that the latter did not contain productive energy until the digestibility of organic matter reached 30–40%. The deduction in equation 25 indicates approximately that a feedstuff with a digestibility of 20% or below would have a zero and negative effect, respectively. In addition, equation 25 is in agreement with the proposal of *Jakobsen* (1959, 1969) and *Jakobsen et al.* (1960b) to employ metabolizable energy corrected for differences in physical characteristics as basis for feedstuff evaluation in non-ruminants.

The object of the analysis represented by equation 24 was to investigate whether the expression of feed concentration in terms of metabolizable kcal as per cent of gross kcal instead of metabolizable kcal per kg feed dry matter as in equation 20 had any influence upon the results. The results obtained from these two equations were found to be statistically identical. From the physiological aspect, the passage of ash through the digestive tract must

also be associated with a certain expenditure. In practice the definition of feed concentration in terms of metabolizable kcal per kg feed dry matter can therefore be fully justified and renders possible the simple solution shown in equation 25.

Discussion

Problems such as whether the scope of the investigations is sufficient, whether deposited energy should have been corrected for differences in liveweight, whether deposited energy should have been corrected for differences in intensity of feeding prior to the calculation of equations 6 to 13 and whether maintenance energy calculated as a function of liveweight should have been added to deposited energy are discussed.

As a result of this discussion it is concluded that the scope of the investigations must be considered limited, but since the feedstuffs employed amount to approximately 90% of the feed used for slaughter pig production in practice, then the results of the investigations can be regarded as representative. Differences in liveweight in the present investigations were small and since liveweight is a poor expression of the magnitude of energy deposition, it was considered most correct to omit corrections. It would also be incorrect to adjust deposited energy quantities for differences in feeding intensity in equations 6 to 13 by means of regression coefficients calculated together with other independent variables. In equations 15 to 25 corrections have been made for differences in feeding intensity. Whether or not maintenance energy should be added to deposited energy can be discussed. The magnitude of maintenance energy expressed as a function of liveweight would account for a relatively greater percentage of the metabolizable energy from feed of low concentration than from feed of high concentration since the quantity of feed in the digestive tract and the water content in the body (protein/fat relationship) vary with the amount and composition of the feed.

The inclusion of maintenance energy would therefore reduce the difference between various feed mixtures which can hardly be correct, since maintenance energy is one of the production costs influenced by the composition of the feed. Furthermore, it has not proved possible to obtain an accurate estimate of maintenance energy since the correlation between heat production and liveweight and metabolizable energy, respectively, was found to be 0.97 in both cases. Theoretically, the most correct approach would be to evaluate the influence of the feed concentration in relation to that energy quantity which at the same liveweight can be transferred to the product as calculated by the equations 18, 19 and 20. Deposited energy was more closely correlated with feed concentration than with feed fibre or digested

nutrients. The correlation between deposited energy determined by slaughter investigations and digested protein, digested fat, digested NFE, digested fibre, feed fibre and feed concentration was -0.03 , 0.28 , 0.28 , -0.09 , -0.32 and 0.46 , respectively.

Conclusion

The factors underlying the differences found between balance investigations and slaughter investigations remain unknown, but it is shown that these differences vary with the protein and fat contents of the feed. The results of slaughter investigations are more representative of a normal environment and statistically more accurate than the results of balance experiments, and thus should be regarded as the most valuable.

The results show that deposited energy determined by growth can be calculated with the same statistical confidence on the basis of the digested nutrients as by means of metabolizable energy and the concentration of the feed. The latter is, theoretically, the most correct method since differences in feeding intensity will simultaneously be taken into account. In addition, energy deposition was found to be more closely correlated with the degree of concentration than with the digested nutrients. Metabolizable energy can be corrected for differences in concentration by the deduction of 800 kcal per kg feed dry matter as shown by equation 25.

The use of this basis of evaluation instead of the official evaluation based on the Scandinavian feed unit must be regarded as an advance which should result in better agreement between the magnitude of feed consumption and production.

Although the investigation has included typical feedstuffs and the statistical precision of the slaughter investigations can be considered satisfactory, supplementary investigations, for example, to study the relative values of feeds for sows and hogs, would be of value. In addition, some problems associated with the technique of balance experiments with growing pigs still remain to be solved.

List of translations

Danish terms employed in the tables

Affald	Offal
Aflejret energi	Deposited energy
Aflejret energi bestemt ved	Deposited energy determined by
Afvelgelser målt på	Deviations measured on
Alle	All
Analyseart	Type of analysis
Analyseemne	Subject of analysis
Antal	Number
Antal analyser	Number of analyses
Antal forsøg med procentisk afvigelse mellem indgået og udgået	Number of experiments with percentage deviation between ingoing and outgoing
Aske	Ash
Behandlinger	Treatments
Beregnet aflejret energi	Calculated energy deposits
Beregnet ud fra slagteundersøgelser	Calculated from slaughter investigations
Blandingsforhold, %	Composition of mixture, %
Blod	Blood
Børster	Bristles
Calcium	Calcium
CN-metoden	CN-method
CO ₂ -blanding (CO ₂ -bl.)	CO ₂ mixture
Dansk byg	Danish barley
Dansk havre	» oats
Datoer for gris nr.	Dates for pig no.
Dicalciumfosfat	Calcium diphosphate
Døgn nr.	Day (24 hrs) no.
Efterperioder	Post-experimental periods
Eller mere	Or more
Eller mindre	Or less
Eller sk. f.e.	Or scandinavian feed units
Faktorer til fordøjjet renprotein	Factors for digested true protein
Fast flowmeterfaktor	Permanent flowmeter factor
Fedt	Fat
Foder	Feed
Foderblanding (foderbl.)	Feed-mixture
Fordøjjet energi (F.E.)	Digested energy
Forperioder	Pre-experimental periods
Forsøg nr.	Experiment no.
Forsøgsperiode	Experimental period

Fosfor
Frarensning fra U.S. 5 byg
Fremmed kulturfrø
Frihedsgrader (f)
Frisk

Galtgrise
Gennemsnit (gns.)
g (gram)
g lysin pr. 16 g N
g metionin pr. 16 g N
Gns. levendevægt, kg
Gris nr.
Gris nr. i kammer
Gødning

Hold
Hollandsk vægt

I alt
Indre
Indvolde

Kammer
kcal
kcal_{CN}-afvigelser
kcal_{RQ}-afvigelser
kg
Knogler
Kontrolblanding
Korn, art og oprindelse
Korr. daglig tilvækst, g
Korr. omsættelig energi
Kridt
Kuld
Kulstof
Kulstof-afvigelser
Kvælstof
Kvælstof-afvigelser
Kød
Kødbenmel
Køn

Levendevægt
Ligning

Magnos = O₂ analysator
Maksimalt
Middelkvadrat
Mælkeproduktionsværdi

Phosphorus
Screenings from U.S. no. 5 barley
Foreign crop seeds
Degrees of freedom (f)
Fresh

Hogs
Average
g (gramme)
g lysine per 16 g N
g methionine per 16 g N
Average liveweight, kg
Pig no.
Pig no. in chamber
Faeces

Group
Dutch weight

Total
Inner error
Entrails

Chamber
kcal
kcal_{CN} deviations
kcal_{RQ} deviations
kg
Bones
Control mixture
Grain, species and origin
Corrected daily growth, g
Corrected metabolizable energy
Chalk
Litter
Carbon
Carbon deviations
Nitrogen
Nitrogen deviations
Meat
Meat-and-bone meal
Sex

Liveweight
Equation

Magnos = O₂ analyser
Maximal
Mean square
Milk production value

Netto energi
NFE
Norm, g lysin

Og højere
Og mindre
Omsættelig energi (O.E.)
Opsamlingsperioder
Over

Pct. af aflejringerne fundet ved
 slagteundersøgelserne
Pct. af kcal i kødet
Pct. af protein i kødet
Pct. CO₂ i analyseluften
Pct. frarensning fra U.S. 5 byg
 iblandet kornet
Pct. i total fodertørstof
Pct. træstof i fodertørstof
Periode
Periodisk flowmeterfaktor
Pr. dag
Pr. kg fodertørstof
Procent (pct.)
% CO₂ i luftblanding
Procentenheder
Protein
Proteinblanding

Relativt bidrag af
Relativ fugtighed
Relativ procentisk afvigelse
Renset U.S. 5 byg
Rent frø
Respirationsforsøg
RQ-metoden

Sk.f.e.
Skummetmælkspulver
Slagteundersøgelser
Sogrise
Sojaskrå
Spredning
Spæk
Stivelseværdi
Størst tilladte forskel
Størst tilladte forskel
 på dobbeltbestemmelser
Svær

Net energy
NFE (nitrogen-free extract)
Norm, g lysine

And higher
And less
Metabolizable energy
Collection periods
More than

Per cent of deposits found by
 slaughter investigations
Per cent of kcal in meat
Per cent of protein in meat
Per cent CO₂ in analysis air
Per cent screenings from U.S. no. 5
 barley mixed with grain
Per cent in total feed dry matter
Per cent fibre in feed dry matter
Period
Periodical flowmeter factor
Per day
Per kg feed dry matter
Per cent
% CO₂ in air mixture
Per cent units
Protein
Protein mixture

Relative contribution of
Relative humidity
Relative percentage deviation
Screened U.S. no. 5 barley
Screened grain
Respiration experiment
RQ-method

Scandinavian feed units
Skim-milk powder
Slaughter investigations
Sows
Soja bean meal
Standard deviation
Fat (subcutaneous)
Starch equivalent
Greatest permissible difference
Greatest permissible difference
 between double-determinations
Rind

Temperatur, ° C

Tom vægt

Træstof

1000 korns vægt, g

Tørstof

Tørstoffets kemiske sammensætning

Ukrudt

Under

Uras = CO₂ analysator

Urin

U.S. 5 byg

U.S. 2 majs

U.S. 3 majs

U.S. 3 milokorn

Vand

Vand, l

Variationsårsag

Varm slagtevægt

Vejedatoer

Temperature, ° C

Empty weight

Fibre

1000-grain weight, g

Dry matter

Chemical composition of dry matter

Weeds

Less than

Uras = CO₂ analyser

Urine

U.S. no. 5 barley

U.S. no. 2 maize

U.S. no. 3 maize

U.S. no. 3 milo corn

Water

Water, l

Source of variation

Warm slaughter weight

Dates of weighing

Litteraturliste.

- Agricultural Research Council, London* (1965). The nutrient requirements of farm livestock. No. 2, ruminants. A.R.C., London. 193-256.
- Agricultural Research Council, London* (1966). The nutrient requirements of farm livestock. No. 3, pigs. A.R.C., London. 2-9.
- Andersen, Gredsted J. & H. M. Petersen* (1968). 42. beretn. Statens Foderstofkontrol, Lyngby. 244-251.
- Armsby, H. P.* (1917). The nutrition of farm animals. The Macmillan Co., New York. 743 pp.
- Armstrong, D. G. & K. L. Blaxter* (1961). The utilization of the energy of carbohydrate by ruminants. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:187-199.
- Axelsson, J.* (1938). Die Bestimmung des allgemeinen Nährwertes (Energiewertes) der Futtermittel nach der chemischen Zusammensetzung. Biedermanns Zentbl. Tierernähr. 10:238-248.
- Axelsson, J.* (1939). Die wissenschaftliche Grundlage des Stärkewertes. Biedermanns Zentbl. Tierernähr. 11:176-205.
- Axelsson, J.* (1940a). Der Wert des Proteins im Verhältnis zu dem der Stärke im Tierfutter. Biedermanns Zentbl. Tierernähr. 12:309-321.
- Axelsson, J.* (1940b). Bedeutung und Wert der Rohfaser für das Futter des Rindes. Biedermanns Zentbl. Tierernähr. 12:414-443.
- Axelsson, J.* (1941). Das Futterverdaunungsvermögen der Schweine und seine Konsequenzen für die Bewertung des Schweinefutters. Tierernähr. 13:413-431.
- Axelsson, J.* (1945). Stärkelsevärdets vetenskapliga underlag. Kungl. LantbrAkad. Tidskr. 84:259-298.
- Axelsson, J.* (1946). The connection between maintenance food and bodyweight of cattle. Kungl. LantbrHögsk. Ann., Stockholm. 13:114-135.
- Axelsson, J.* (1948). Den lämpligaste växtrådhåll i gödsvinens foderstater. Lantmann. 32:217-218.
- Axelsson, J. & S. Eriksson* (1950). The availability of the method of determination by difference of the effect of individual feeds. Kungl. LantbrHögsk. Ann., Stockholm. 17:161-203.
- Bayley, H. S. & D. Lewis* (1965). The use of fats in pig feeding. I. Pig faecal fat not of immediate dietary origin. II. The digestibility of various fats and fatty acids. J. Agric. Sci. 64:367-378.
- Becker, M. & S. Harnisch* (1958a). Neue Untersuchungen über die Gültigkeit und Exaktheit von Stickstoffbilanzen bei Stoffwechselversuchen an lebenden Tieren. Arch. Tierernähr. 8:309-320.
- Becker, M. & S. Harnisch* (1958b). Neue Untersuchungen über die Gültigkeit und Exaktheit von Stickstoffbilanzen bei Stoffwechselversuchen an lebenden Tieren. Arch. Tierernähr. 8:401-419.
53. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg (1902). Kort meddelelse om fodringsforsøgene med malkekøer 1900-01 samt redegørelse for laboratoriets standpunkt til forskellige omdebatterede spørgsmål forsøgene vedrørende. København. 30 pp.
55. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg (1904). 13. og 14. års fodringsforsøg med malkekøer. Forsøg over roetørstoffets foderværdi for malkekøer. København. 226 pp.

59. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg (1905). Indberetning til landbrugsministeriet om laboratoriets fodringsforsøg med malkekøer, særlig i anledning af og med henblik på den af professor V. Henriques udgivne piece. København. 98 pp.
- Bilag til 59. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg (1905). København. 128 pp.
- Blaxter, K. L. (1962). The energy metabolism of ruminants. Hutchinson, Scient. techn., London. 329 pp.
- Blaxter, K. L. (1969). The efficiency of energy transformations in ruminants. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:21-28.
- Bohstedt, G. (1952). Rohfaser in der Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Futter und Fütterung Nr. 19-20. Kiel. 143-145.
- Bond, T. E., H. Heitman Jr. & C. F. Kelly (1965). Effects of increased air velocities on heat and moisture loss and growth of swine. Trans. ASAE 8:167-174.
- Borsook, H. & H. M. Winegarden (1931). The energy cost of the excretion of urine. Proc. National Acad. Sci. 17:13-28.
- Bratzler, J. W. & R. W. Swift (1959). A comparison of nitrogen and energy determinations on fresh and oven-air dried cattle feces. J. Dairy Sci. 42:686-691.
- Breirem, K. (1935a). Undersøgelser over væksten hos svin II. Energiomsætningen hos svin. 162. beretn. forsøgslab., København. 277 pp.
- Breirem, K. (1935b). Begrepet næringsverdi. Nord. Jordbr. Forsk., 1935-1936. 65-91.
- Breirem, K. (1935c). Energi-behovet til vedlikehold og produksjon hos svin. Beretning om N.J.F.'s femte kongres, København. 652-662.
- Breirem, K. (1936). Vedlikeholdsstoffskiftet hos voksende svin. 170. beretn. forsøgslab., København. 23 pp.
- Breirem, K. (1939). Der Energieumsatz bei den Schweinen. Biedermanns Zentbl. Tierernähr. 11:487-528.
- Breirem, K., M. Husby & K. Presthegge (1943). Cellulose som fôr til svin. Norges Landbrukshøgsk. Fôringsforskene. 55. beretn. 87 pp.
- Breirem, K. (1944). Grunnlaget for fôrmedelvurderingen. Kungl. LantbrAkad. Tidskr. 83:345-405.
- Breirem, K. (1953). Grunnlaget for fôrmedelvurderingen II. Tidskr. norske Landbr. 60:25-52.
- Breirem, K. (1954). Die Nettoenergie als Grundlage der Bewertung der Futtermittel. 100 Jahre Möckern. Die Bewertung der Futterstoffe und anderen Probleme der Tierernährung. K. Nehring. Wiss. Abh. B V/2. Dte. Akad. der Landw. Wiss., Berlin. 91-116.
- Breirem, K. (1958). Fôrmedelvurderingen. Samvirke 23:665-669.
- Breirem, K., M. Husby, K. Presthegge & T. Homb (1958). Zellulose als Futter für Schweine. Z. Tierernähr. Futtermittelk. 13:129-142.
- Breirem, K. (1961). Discussion under H. W. Hohls. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:114-115.
- Breirem, K., A. Ekern, T. Homb, H. Hvidsten, K. Presthegge, O. Saue & O. Ulvesli (1961). Adjustments of replacement equivalent by aid of feeding experiments. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:292-306.
- Breirem, K. (1965). Neuere Gesichtspunkte zur Frage der Futterbewertung. Landw. Forsch. 18, Sonderheft 19:8-32.
- Breirem, K. & T. Homb (1968). Farvel til den nordiske foderenhed. Ugeskr. Agonomer 46:792-797.

- Breirem, K.* (1969a). Discussion. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:83-85.
- Breirem, K.* (1969b). Nettoenergie bei Mast als Grundlage der Futterbewertung. Handbuch der Tiernähr. Erster Band. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 611-655.
- Brouwer, E.* (1965). Report of sub-committee on constants and factors. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. EAAP publ. 11:441-443.
- Bønsdorff Petersen, C.* (1967). Beskrivelse af et respirationsapparat efter Pettenkofermetoden for fjerkræ. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 344-380.
- Bønsdorff Petersen, C.* (1968). Vurdering af forsøgsresultaternes sikkerhed ved respirationsforsøg med voksende kyllinger. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 338-353.
- Bønsdorff Petersen, C.* (1969a). A description of an open circuit respiration apparatus for poultry. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:437-445.
- Bønsdorff Petersen, C.* (1969b). Personlige oplysninger. Landøk. Forsøgslab., København.
- Bønsdorff Petersen, C.* (1969c). Vurdering af slagteanalyser samt sammenligning mellem N-aflejring, energiaflejring og kulstofaflejring hos voksende kyllinger bestemt ved balanceforsøg og slagteanalyser. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 221-236.
- Capstick, J. W. & T. B. Wood* (1922). The effect of change of temperature on the basal metabolism of swine. J. Agric. Sci. 12:257-268.
- Carew, L. B., D. T. Hopkins & M. C. Nesheim* (1964). Influence of amount and type of fat on metabolic efficiency of energy utilization by the chick. J. Nutr. 83:300-306.
- Carpenter, K. J. & K. M. Clegg* (1956). The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. J. Sci. Food Agric. 7:45-51.
- Chudy, A. & R. Schiemann* (1969). Utilization of dietary fat for maintenance and fat deposition in model studies with rats. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:161-168.
- Clausen, H. & medarbejdere* (1956a). Forsøg med stigende mængder formalet havrehalm i kornblandingen. Uden og med tilskud af penicillin. Ikke publiceret. Landøk. Forsøgslab., København.
- Clausen, H. & medarbejdere* (1956b). Havrehalm som »fortynder« af foderet. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 14.
- Clausen, H. & medarbejdere* (1961). Foderstyrkens indflydelse på væksthastighed, foderforbrug og slagte kvalitet. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 171-173.
- Clausen, H.* (1963). Forsøg med slagterisvin. Aminosyrer. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 209-222.
- Clausen, H.* (1965). The protein requirements of growing meat type pigs. World Rev. Anim. Prod. 1:28-42.
- Clausen, H., R. Nørtoft Thomsen & O. K. Pedersen* (1968). 56. beretn. om sammenlignende forsøg med svin fra statsanerkendte avlscentre. 364. beretn. forsøgslab., København. 177 pp.
- Cochrane, D. C., J. A. Fries & W. W. Braman* (1925). The maintenance requirement of dry cows. J. Agric. Res. 31:1055-1082.

- Colovos, N. F., H. A. Keener & H. A. Davis* (1957). Errors in drying silage and feces for protein and energy determinations. Improved procedures. *J. Dairy Sci.* 40:173-179.
- Consolazio, C. F., R. A. Nelson, L. O. Matoush, R. S. Harding & J. E. Canham* (1963). Nitrogen excretion in sweat and its relation to nitrogen balance requirements. *J. Nutr.* 79:399-406.
- Cooke, R., G. A. Lodge & D. Lewis* (1965). Nitrogen balance in the growing pig. Univ. Nottingham. Rep. School Agric. 99-103.
- Cooper, P. H. & C. Tyler* (1959a). Some effects of bran and cellulose on the water relationships in the digesta and faeces of pigs. *J. Agric. Sci.* 52:332-339.
- Cooper, P. H. & C. Tyler* (1959b). Some effects of bran and cellulose on the water relationships in the digesta and faeces of pigs. *J. Agric. Sci.* 52:340-347.
- Cooper, P. H. & C. Tyler* (1959c). Some effects of bran and cellulose on the water relationships in the digesta and faeces of pigs. *J. Agric. Sci.* 52:348-351.
- Costa, G., L. Ulbrich, F. Kantor & J. F. Holland* (1968). Production of elemental nitrogen by certain mammals including man. *Nature* 218:546-551.
- Crampton, E. W.* (1964). Nutrient-to-calorie ratios in applied nutrition. *J. Nutr.* 82:353-365.
- Davidson, J., W. R. Hepburn, J. Mathieson & J. D. Pullar* (1968). Comparisons of heat loss from young cockerels by direct measurement and by indirect assessment involving body analysis. *Br. Poult. Sci.* 9:93-109.
- Davidson, J. & R. B. Williams* (1968). A note on the estimation of nitrogen retention in chicks by body analysis and balance methods. *Br. J. Nutr.* 22: 291-295.
- Edin, H.* (1926). Fortsatta försök med indirekta på »Ledkroppsprincipen« grundade metoder för bestämning av fodrets smältbarhet. Kromoxid som »Ledkropp« (Kvantitativ indikator). Meddn. nr. 309 från Cent. Anst. Förs. Väs. Jordbr. Områd. Husdjursavdelningen nr. 50, Stockholm. 79 pp.
- Eggum, B. O.* (1968). Slagterisvinenes behov for lysin og metionin + cystin. *Ugeskr. Agronomer* 46: 790-791.
- Eriksson, S.* (1952). Metabolism of rabbits at different levels of crude fiber and protein. Uppsala. 108 pp.
- Fenner, H.* (1959). Eine kritische Betrachtung der Energiebestimmung in frischem und getrocknetem Rinderkot. *Landw. Forsch.* 12:219-226.
- Fingerling, G., A. Köhler & F. Reinhardt* (1914). Untersuchungen über den Stoff- und Energieumsatz wachsender Schweine. *Landw. Versuchs-Stationen, Berlin.* 84:149-230.
- Fingerling, G., P. Eisenkolbe, B. Heintzsch, M. Just & G. Knaut* (1941). Untersuchungen über den Stoff- und Energieumsatz wachsender Schweine. *Z. Tierernähr. Futtermittelk.* 6:196-221.
- Fjord, N. J.* (1884). Forsøg på mejerivæsenets område. 1. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg, København. 43 pp.
- Fjord, N. J.* (1887). Fodringsforsøg med svin. 10. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg, København. 95 pp.
- Fjord, N. J.* (1888). Bevægelige forsøgsstationer i Danmark. 13. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg, København. 103 pp.
- Fjord, N. J.* (1889a). Fodringsforsøg med svin. 15. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg, København. 104 pp.
- Fjord, N. J.* (1889b). 2. års fodringsforsøg med malkekøer. 17. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg, København. 123 pp.

- Fjord, N. J.* (1890a). Fodringsforsøg med svin. 19. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg, København. 86 pp.
- Fjord, N. J.* (1890b). 3. års fodringsforsøg med malkekøer. 20. beretn. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk. Lab. landøk. forsøg, København. 166 pp.
- Flatt, W. P.* (1957). Effect of methods of preservation and storage of fecal samples on energy losses. *J. Dairy Sci.* 40:612.
- Flatt, W. P., P. W. Moe, L. A. Moore & P. J. Van Soest* (1969). Estimation and prediction of the energy value of feeds for ruminants. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:59-65.
- Forbes, E. B. & M. Kriss* (1925). Revised net-energy values of feeding stuffs for cattle. *J. Agric. Res.* 31:1083-1099.
- Forbes, E. B. & M. Kriss* (1931). Malkekoens næringsbehov udtrykt i overensstemmelse med en ny metode til anvendelse af nettoenergiebegrebet. Den internationale Mejerikongres. 1. sektion. Skand. udgave. 237-247.
- Forbes, E. B.* (1933). The law of maximum normal nutritive value. *Science* 77: 306-307.
- Forbes, E. B., W. W. Braman, M. Kriss, R. W. Swift, A. Black, D. E. Frear, O. J. Kahlenberg, F. J. McClure & LeRoy Voris* (1933). The associative effects of feeds in relation to the utilization of feed energy. *J. Agric. Res.* 46:753-770.
- Forbes, E. B., R. W. Swift, A. Black & O. J. Kahlenberg* (1935). The utilization of energy producing nutriment and protein as affected by individual nutrient deficiencies. II. The effects of the plane of protein intake. *J. Nutr.* 10: 461-479.
- Forbes, E. B.* (1937). Discussion of the papers of G. S. Fraps and F. B. Morrison. *Proceedings Am. Soc. Anim. Prod.* 30:27-29.
- Fuller, M. F. & A. Cadenhead* (1969). The preservation of faeces and urine to prevent losses of energy and nitrogen during metabolism experiments. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:455-460.
- Gaardbo Thomsen, M.* (1967). Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ. Licentiatafh. DSR-Forlag, K.V.L., København. 82 pp.
- Garret, W. N.* (1966). A new net energy system of feed evaluation. *Feedstuffs* 38:32-34.
- Graham, N. M., K. L. Blaxter & D. G. Armstrong* (1958). Analytical and other techniques used in respiration calorimetry and their errors. 1. symposium on energy metabolism, Copenhagen. EAAP publ. 8:157-163.
- Hald, A.* (1948). Statistiske metoder med eksempler på anvendelser indenfor teknikken. Det private Ingeniørfond, København. 654 pp.
- Hansen, V.* (1963). Fedningsfoderenheden. *Ugeskr. Landm.* 39:620-621.
- Hansson, N.* (1913). En ny metod för beräkning af fodermedlens produktionsvärde vid utfodring af mjölkkor. *Meddn. Nr. 85 från Cent. Anst. Förs. Väs. Jordbr. Områd., Stockholm.* 17 pp.
- Hansson, N.* (1914). Futterereinheiten und Stärkewert. Eine neue Methode zur Berechnung des Produktionswertes der Futtermittel bei der Fütterung von Milchkühen. *Fühlings landw. Z.* 63:41-53.
- Hansson, N.* (1916). Handbok i utfodringslära. C. E. Fritze, Stockholm. 177-189.
- Hansson, N.* (1923). Fodermedlens nettoenergivärde. *Kungl. LantbrAkad. Handl. o. Tidskr.* 113-136.
- Harnisch, S. & M. Becker* (1958). Neue Untersuchungen über die Gültigkeit und Exaktheit von Stickstoffbilanzen bei Stoffwechselversuchen an lebenden Tieren. *Arch. Tierernähr.* 8:420-432.

- Hartfiel, W.* (1961a). Zur Bewertung von Futtermitteln im Tierversuch mit Hühnern. Arch. Tierernähr. 11:225–232.
- Hartfiel, W.* (1961b). Zur Bewertung von Futtermitteln im Tierversuch mit Hühnern. Arch. Tierernähr. 11:441–452.
- Hartfiel, W.* (1961c). Die Verwendung von nassen Hühnerexkrementen als Ausgangsmaterial zur Energiebestimmung. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:21–31.
- Hartfiel, W.* (1965). Kritische Betrachtung der Rohfettanalyse. Landw. Forsch. 18. Sonderheft 19. 238.
- Heitman, J. H., C. F. Kelly & T. E. Bond* (1958). Ambient air temperature and weight gain in swine. J. Anim. Sci. 17:62–67.
- Henneberg, W. & F. Stohmann* (1860). Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, Braunschweig. Erstes Heft. 83–91.
- Henneberg, W. & F. Stohmann* (1864). Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, Braunschweig. Zweites Heft. 380–391.
- Hill, F. W.* (1965). Utilization of energy for growth by chicks. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. EAAP publ. 11:327–332.
- Hjarde, W., H. Lieck & H. Sønndergaard* (1961). Indholdet af 5-B vitaminer og E-vitaminer i foderstoffer. Ugeskr. Landm. 6:79–83.
- Hoffmann, L., R. Schiemann & K. Nehring* (1960). Zur Berechnung der Netto-Energie von Futterstoffen. Arch. Tierernähr. 10:229–240.
- Hoffmann, L.* (1961). Zur Berechnung der Nettoenergie von Futterstoffen. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:261–271.
- Hoffmann, L., R. Schiemann & K. Nehring* (1963). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 4. Mitteilung. Arch. Tierernähr. 13:163–175.
- Hoffmann, L. & R. Schiemann* (1964). Untersuchungen über den Stickstoffumsatz im tierischen Organismus. Arch. Tierernähr. 14:23–29.
- Hoffmann, L.* (1965). Modellvorstellungen zur Leistungsvorhersage auf der Basis der Nettoenergie und der umsetzbaren Energie. Arch. Tierernähr. 15:487–506.
- Hoffmann, L.* (1966). Zur Berechnung der energetischen Kennzahlen des Futters. Sitzungsberichte 15:73–80.
- Hoffmann, L.* (1969). The suitability of energetic index numbers for performance prediction. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12: 51–58.
- Jakobsen, P. E.* (1958a). I. Forsøg med fjerkræ. A. Næringsværdibestemmelse og fordøjelighedsforsøg. Oversigt over Landøk. Forsøgslab. arbejder i året 1957–58. 61–65.
- Jakobsen, P. E.* (1958b). Dyrefysiologi I. DSR-Forlag, K.V.L., København. 356 pp.
- Jakobsen, P. E.* (1959). Fodermidlernes energetiske næringsværdi. Ugeskr. Landm. 16:231–236.
- Jakobsen, P. E., K. Gertov & S. Hovgaard Nielsen* (1960a). Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ. 322. beretn. forsøgslab., København. 56 pp.
- Jakobsen, P. E., K. Gertov & S. Hovgaard Nielsen* (1960b). Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ. 326. beretn. forsøgslab., København. 44 pp.
- Jakobsen, P. E.* (1964). Lærebog i dyrefysiologi A. DSR-Forlag, K.V.L., København. 129 pp.
- Jakobsen, P. E.* (1969). Verdauliche Nährstoffe und umsetzbare Energie als Futtermassstäbe. Handbuch der Tierernähr. Erster Band, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 594–610.
- Jentsch, W., R. Schiemann, L. Hoffmann & K. Nehring* (1963). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 2. Mitteilung. Arch. Tierernähr. 13:133–145.

- Jentsch, W., L. Hoffmann & R. Schiemann* (1968). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. Arch. Tierernähr. 18:344-351.
- Jentsch, W., R. Schiemann & L. Hoffmann* (1969). Utilization of the energy of ethanol, acetic acid and lactic acid in trials with pigs. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:319-322.
- Jespersen, Johs. & Herm. M. Olsen* (1939). B. Svinenes vedligeholdelses- og produktionsfoder. 186. beretn. forsøgslab., København. 117-124.
- Jespersen, Johs.* (1952). Spredte træk vedrørende dansk husdyrbrugs udvikling gennem 50 år. Tidsskr. Landøk. 397-416, 441-465.
- Just Nielsen, A.* (1965). Fodringsforsøg med slagterisvin til vurdering af foderbyggens kvalitet. Licentiatafh. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., København. 161 pp.
- Just Nielsen, A.* (1966a). Svinenes slagte kvalitet - set i relation til protein- og fodermiddelvurdering. Ugeskr. Landm. 34:563-567, 35:582-586.
- Just Nielsen, A.* (1966b). A comparison of U.S. barley no. 5 and Danish barley by means of feeding trials with slaughter pigs. Acta Agric. Scand. 16: 199-207.
- Just Nielsen, A.* (1967a). Planning of respiration experiments with growing bacon pigs, statistical analysis of the results and control investigations derived therefrom. Acta Agric. Scand. 17:247-256.
- Just Nielsen, A.* (1967b). Planlægning af respirationsforsøg med voksende slagterisvin, statistisk bearbejdelse af forsøgsresultaterne ved anvendelse af elektronisk databehandling og deraf afledte kontrolundersøgelser. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 330-344.
- Just Nielsen, A.* (1967c). U.S. nr. 5 bygs proteinværdi. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 92-104.
- Just Nielsen, A.* (1967d). Slagterisvinenes calcium- og fosforbehov. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 105-111.
- Just Nielsen, A.* (1968a). Digestibility of amino acids in relation to digestibility of nitrogen in bacon pigs. R. Vet.- and Agric. Univ., Copenhagen. Yearb. 79-88.
- Just Nielsen, A.* (1968b). Anvendelse af EDB ved fysiologiske undersøgelser. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 285-296.
- Just Nielsen, A.* (1968c). Aflejret protein hos slagterisvin bestemt ved henholdsvis kvælstofbalanceforsøg og slagteundersøgelser. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 93-101.
- Just Nielsen, A.* (1968d). Experiences with application of computer processing in physiological investigations. International summer school on biomathematics and data processing in animal experiments, Elsinore. 13 pp.
- Just Nielsen, A.* (1969a). Heat production in growing sow and hog pigs determined by different methods. R. Vet.- and Agric. Univ., Copenhagen. Yearb. 141-156.
- Just Nielsen, A.* (1969b). Planning of respiration experiments with growing bacon pigs, statistical preparation of the results of the experiments by use of electronic data processing, and control investigations derived therefrom. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:477-486.
- Juul Nielsen, J.* (1969). Tørstofbestemmelse. Sammenligning af forskellige metoder. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 242-252.
- Jørgensen, A.* (1969). Multicollinearity and its influence on the determination of economic models. R. Vet.- and Agric. Univ., Copenhagen. Yearb. 34-49.
- Kellner, O.* (1900). Untersuchungen über den Stoff- und Energie-Umsatz des erwachsenen Rindes bei Erhaltungs- und Produktionsfutter. K. landw. Versuchs-Station zu Möckern, Berlin. 53:1-474.

- Kellner, O.* (1905). Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 1. Auflage. Paul Parey, Berlin. 594 pp.
- Kellner, O.* (1924). Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 10. Auflage. Paul Parey, Berlin. 673 pp.
- Kemme, J.* (1962). Untersuchungen zum Ablauf des Möglichst Maximalen N-an-satzes bei Wachsenden Schweinen. Dissertation. Göttingen. 67 pp.
- Kielanowski, J. & M. Kotarbinska* (1969). Energy requirements of growing pigs. The 8th congress of nutrition, Prague. 8 pp.
- Kleiber, M.* (1945). Dietary deficiencies and energy metabolism. Nutr. Abstr. Rev. (1945-46) 15:207-222.
- Kleiber, M.* (1947). Body size and metabolic rate. Phys. Rev. 27:511-541.
- Kleiber, M.* (1961). The fire of life. An introduction to animal energetics. John Wiley & Sons, Inc., New York-London. 454 pp.
- Kleiber, M.* (1965a). The unit for measuring feed energy. World Rev. Anim. Prod. 2:5-11.
- Kleiber, M.* (1965b). Metabolic body size. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. EAAP publ. 11:427-435.
- Kotarbinska, M.* (1968). The chemical composition of the body in growing pigs. EAAP meeting of the sub-commission on pig progeny testing, Dublin. 7 pp.
- Kotarbinska, M. & J. Kielanowski* (1969). Energy balance studies with growing pigs by the comparative slaughter technique. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:299-310.
- Kraut, H. & H. Müller-Wecker* (1960). Die Stickstoffabgabe durch die menschliche Haut. Hoppe-Seylers Z. phys. Chem. 320:241-245.
- Lehmann, F.* (1941). Die Lehre vom Ballast. Z. Tierernähr. Futtermittelk. 5: 155-173.
- Lenkeit, W.* (1931). Die Durchgangszeiten der Nahrung und der Verlauf der Ausscheidung durch den Verdauungskanal der Schweine. Arch. Tierernähr. Tierz. 5:376-384.
- Lenkeit, W., J. O. Gütte, W. Warnecke & W. Kirchhoff* (1955). Langfristige Untersuchungen zum äusseren und inneren Stoffwechsel des graviden und laktierenden Schweines. Z. Tierernähr. Futtermittelk. 10:351-364.
- Li, J. C. R.* (1964). Statistical inference II. The multiple regression and its ramifications. Edwards Brothers, INC. Ann. Arbor, Michigan. 40-153.
- Ludvigsen, J. & G. Thorbek* (1955). Virkningerne af aureomycin på stofskiftet hos svin og stofskiftet hos galte og sgrise. Varmeproduktionen hos svin på forskellige alderstrin med særlig henblik på staldventilation. 283. beretn. forsøgslab., København. 110 pp.
- Lund, A.* (1929). Undersøgelser over de betingelser, hvorunder de vigtigste erstatningstal i det nordiske foderenhedssystem er bestemt. Nord. Jordbr. Forsk. (1929-30). 49-59.
- Lund, A.* (1934). Om den skandinaviske foderenheds nettoenergiværdi. Nord. Jordbr. Forsk. 43-46.
- Lund, A.* (1938). Experimentelle undersøgelser vedrørende svinets avitaminose-A. 180. beretn. forsøgslab., København. 304 pp.
- Lund, A.* (1945). Hastigheden hvormed foderets ufordøjelige rester passerer fordøjelseskanaalen hos svin. 218. beretn. forsøgslab., København. 36-41.
- Madsen, A.* (1958). Den skandinaviske foderenhed. Ugeskr. Landm. 38:591-593.
- Madsen, A.* (1963). Fordøjelighedsforsøg med svin. 337. beretn. forsøgslab., København. 191 pp.

- Madsen, A., V. C. Mason & K. Weidner* (1965). 3. The effect of heated and unheated fish meals on protein synthesis, daily gain and carcass composition of pigs. *Acta Agric. Scand.* 15:213-234.
- Madsen, A.* (1969). Personlige oplysninger. Landøk. Forsøgslab., København.
- Mangold, E.* (1931). 7. Der Stärkewert und andere Futtereinheiten. *Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der Landwirtschaftlichen Nutztiere.* Verlag von Julius Springer, Berlin. 435-477.
- Martin, A. K. & K. L. Blaxter* (1961). The utilization of the energy of protein by ruminants. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:200-210.
- Mitchell, H. H.* (1934). Balanced diets, net energy values, and specific dynamic effects. *Science* 80:558-561.
- Mitchell, H. H.* (1937). The importance of the relations between energy, protein and minerals in measuring the nutritive value of feeds and rations. *Proc. Am. Soc. Anim. Prod.* 30:29-42.
- Mirtov, B. A.* (1964). Gaseous composition of the atmosphere and its analysis. *Acad. Sci. USSR. Institute of applied geophysics. Israel prog. Sci. Transl.* 22.
- Moore, S., D. H. Spackman & W. H. Stein* (1958). Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. An improved system. *Analyt. Chem.* 30:1185-1190.
- Morrison, A. B. & M. Narayana Rao* (1967). Some relationships between proteins and calories. *World Rev. Nutr. Dietetics* 7:204-224.
- Mount, L. E.* (1965). The young pig and its physical environment. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. EAAP publ. 11:379-385.
- Mount, L. E. & C. W. Holmes* (1969). Long-term calorimetric measurements on groups of growing pigs. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:311-318.
- Moustgaard, J., P. Bråuner Nielsen & P. Havskov Sørensen* (1959). Staldklimaets indflydelse på vækst, foderudnyttelse og slagte kvalitet hos svin. *Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., Institut for Sterilitetsforskning, årsberetn.* 173-216.
- Møllgaard, H. & A. C. Andersen* (1917). Respirationsapparatet, dets betydning og anvendelse ved rationelle forsøg over hornkvægets mælkeydelse. 94. beretn. forsøgslab., København. 174 pp.
- Møllgaard, H.* (1923a). Om næringsværdi og foderenhedsberegning. *Tidsskr. Landøk.* 505-546.
- Møllgaard, H.* (1923b). Om næringsværdien af roer og byg til fedning og om næringsstofforholdets betydning for fodermidlernes næringsværdi. 111. beretn. forsøgslab., København. 159 pp.
- Møllgaard, H.* (1925). Om Nils Hanssons metode til beregning af fodermidlers værdi ved mælkeproduktion på grundlag af den kemiske analyse. *Nord. Jordbr. Forsk.* 305-318.
- Møllgaard, H.* (1929). *Futterungslehre des Milchviehs.* Verlag von M. & H. Schaper, Hannover. 246 pp.
- Møllgaard, H. & A. Lund* (1929). Om grundtrækkene af malkekvægets ernæringslære. 131. beretn. forsøgslab., København. 184 pp.
- Møllgaard, H.* (1939). Zur Frage der wissenschaftlichen Grundlage der Nettoenergiemessung. *Biedermanns Zentbl. Tierernähr.* 11:529-542.
- Møllgaard, H.* (1949). Lærebog i biokemi og husdyrenes ernæringsfysiologi. *Nyt nordisk Forlag, København.* 492 pp.

- Møllgaard, H. (1955). Den kvantitative vækstmålings metodik. Virkningen af indre og ydre faktorer på vækstprocesserne. 282. beretn. forsøgslab., København. 190 pp.
- Neergaard, L., C. Bønsdorff Petersen & G. Thorbek (1968). Beskrivelse og vurdering af apparatur til bestemmelse af kulstof i biologisk materiale. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 297-306.
- Neergaard, L., C. Bønsdorff Petersen & G. Thorbek (1969). Carbon determination in biological materials related to respiration trials. Z. Tierphys., Tierernähr. u. Futtermittelk. 25:302-308.
- Nehring, K. & Mitarbeitern (1957). Die Bestimmung der biologischen Wertigkeit des Eiweisses. N-Bilanz und N-Ansatz im Tier. Biochem. Z. 328: 549-561.
- Nehring, K. (1958). Aufgaben und Arbeiten des Oskar Kellner-Institutes für Tierernährung, Rostock, auf dem Gebiet der Respirationsversuche. 1. symposium on energy metabolism, Copenhagen. EAAP publ. 8:248-257.
- Nehring, K., L. Hoffmann & R. Schiemann (1959). Die Verwertung der Futterenergie in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau. Versuche mit Kaninchen und Ratten. Arch. Tierernähr. 9:85-139.
- Nehring, K., R. Schiemann, L. Hoffmann & W. Klippel (1960). Die Verwertung der Futterenergie in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau. Versuche mit Schweinen. Arch. Tierernähr. 10:275-320.
- Nehring, K. (1961a). Probleme der Einheitlichen Bewertung der Futterstoffe auf der Grundlage der Netto-Energie. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:307-318.
- Nehring, K. (1961b). Die verdauliche Energie als Mittel für die Beurteilung der Futterstoffe. Sitzungsberichte 10:43-53.
- Nehring, K., R. Schiemann & L. Hoffmann (1961a). Die Verwertung der Futterenergie in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau. Versuche mit Ochsen und Hammeln. Arch. Tierernähr. 11:157-204.
- Nehring, K., R. Schiemann, L. Hoffmann & W. Jentsch (1961b). Die Verwertung reiner Nährstoffe. Vergleich der Tierarten. Arch. Tierernähr. 11:359-369.
- Nehring, K., R. Schiemann, L. Hoffmann & W. Jentsch (1963a). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 1. Mitteilung. Arch. Tierernähr. 13:119-132.
- Nehring, K., L. Hoffmann & R. Schiemann (1963b). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 3. Mitteilung. Arch. Tierernähr. 13:147-161.
- Nehring, K., L. Hoffmann, R. Schiemann & W. Jentsch (1963c). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 6. Mitteilung. Arch. Tierernähr. 13:193-213.
- Nehring, K., R. Schiemann, L. Hoffmann & W. Jentsch (1965a). Utilization of the energy of concentrates in relation to their nutrient composition. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. EAAP publ. 11:243-247.
- Nehring, K., R. Schiemann, L. Hoffmann, W. Klippel & W. Jentsch (1965b). Utilization of the energy of cellulose and sucrose by cattle, sheep and pigs. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. EAAP publ. 11: 249-268.
- Nehring, K. (1966a). Zur Problematik der Futtermitteluntersuchung. Z. Tierphys., Tierernähr. u. Futtermittelk. 21:66-82.
- Nehring, K. (1966b). Zum Vorschlag des Systems der energetischen Bewertung der Futterstoffe auf der Grundlage der Nettoenergie-Fett. Sitzungsberichte 15:7-17.

- Nehring, K., R. Schiemann & L. Hoffmann* (1966). Vorschlag eines neuen Systems der energetischen Bewertung des Futters auf der Grundlage der Nettoenergie-Fett. Sitzungsberichte 15:19–30.
- Nehring, K.* (1969). Investigations on the scientific basis for the use of net energy for fattening as a measure of feed value. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:5–20.
- Nehring, K., R. Schiemann & L. Hoffmann* (1969). A new system of energetic evaluation of food on the basis of net energy for fattening. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:41–50.
- Nielsen, H. E.* (1963). Høj proteinnorm til smågrise efterfulgt af henholdsvis høj og normal proteinnorm ved stærk og moderat fodring. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 194–196.
- Nielsen, H. E. & P. Juhl Terkelsen* (1967). Svinekroppens sammensætning ved henholdsvis 20 og 90 kg levendevægt hos grise, fodret forskelligt til 20 kg. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 26–30.
- N.J.F.s Fodermiddelvurderingskomité* (1951). Protokoll ved förmiddelvurderingskomiteens möte i Uppsala den 8. mai 1950. Nord. Jordbr. Forsk. 33:562–568.
- Nordisk Jordbruksforskning* (1925). Protokoll hållet vid sammanträde med styrelsen för Nordiska Jordbruksforskarens Förenings Husdjurssektion å experimentalfältet vid Stockholm d. 8. och. 9. januari 1926. Nord. Jordbr. Forsk. 7:284–288.
- Nordfeldt, S.* (1946a). Smältbarhetsförsök med svin. LantbrHögsk. Husdjursförsöksanstalten. Meddeln. 23. 77 pp.
- Nordfeldt, S.* (1946b). The ability of brood sows to digest the feed as compared to that of young pigs. Kungl. LantbruksHögsk. Ann., Stockholm. 13:136–152.
- Nordfeldt, S., A. Ruudvere, E. Toiger & P. Lagerwall* (1954). Digestibility experiments with pigs. Kungl. LantbrHögsk. Ann., Stockholm. 21:1–29.
- Nørtoft Thomsen, R.* (1969). Personlige oplysninger. Landøk. Forsøgslab., København.
- Oslage, H. J.* (1965). N(Eiweiss)- und Fettverteilung im Körper wachsender Schweine. Züchtungskunde 37:339–347.
- Oslage, H. J. & H. Fliegel* (1965). Nitrogen and energy metabolism of growing-fattening pigs with an approximately maximal feed intake. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. EAAP publ. 11:297–306.
- Oslage, H. J., H. Fliegel, F. E. Farries & K. Richter* (1966). Stickstoff-, Fett- und Energieansatz bei wachsenden Mastschweinen. Z. Tierphys., Tierernähr. u. Futtermittelk. 21:50–65.
- Oversigt over Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums arbejder i året 1952–53 samt beretning fra Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Institut for steriliteetsforskning* (1953). Fortsatte undersøgelser med antibiotika til svin. København. 144–146.
- Paloheimo, L.* (1969). Weender Analyse. Handbuch der Tierernährung. Erster Band. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 164–171.
- Pedersen, A.* (1948). Landbrugets plantekultur. I. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., København. 219–234.
- Petersen, V. E.* (1969). En energimåleenhed til fjerkræ – omsættelig energi. Ugeskr. Agronomer 31:589–593.
- Pettersson, A.* (1964). Inverkan av hög kalciumgiva på totalfettets och de enskilda fettsyrorernas smältbarhet hos växande svin. LantbrHögsk. meddeln. Serie A, nr. 16, Uppsala. 12 pp.

- Poppe, S. & W. Wiesemüller* (1968). Untersuchungen über den Aminosäurenbedarf wachsender Schweine. Arch. Tierernähr. 18:392-404.
- Pullar, J. D., J. M. Brockway & D. J. McDonald* (1969). A comparison of direct and indirect calorimetry. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:415-421.
- Romijn, C. & W. Lokhorst* (1967). Improved gas analysis in metabolic experiments. Coll. Pap. Lab. Vet. Physiol. Univ., Utrecht. 1-11.
- Rubner, M.* (1902). Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Leipzig und Wien, Franz Deuticke. 426 pp.
- Schiemann, R.* (1958). Kritische Betrachtungen über die Entwicklung der Stärkewertlehre Oskar Kellners. Wiss. Abh. nr. 31. Akad.-Verlag, Berlin. 110 pp.
- Schiemann, R., L. Hoffmann & K. Nehring* (1961a). Die Verwertung reiner Nährstoffe. Versuche mit Schweinen. Arch. Tierernähr. 11:265-283.
- Schiemann, R., L. Hoffmann & W. Jentsch* (1961b). Bericht über einjährige Gesamtstoffwechselversuche mit konstanten Erhaltungsrationen an Ochsen, Kainchen und Ratten. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10:116-130.
- Schiemann, R.* (1962). Vergleichende Untersuchungen zwischen der Gesamtstoffwechsel- und der Kontrollschlachtmethodik an wachsenden Ratten und Schweinen. Sitzungsberichte 11:61-62.
- Schiemann, R., W. Jentsch, W. Klippel, F. Schmidt, S. Trela & B. Tscheschmedschiew* (1962). Vergleichende Untersuchungen zwischen der Methodik der Gesamtstoffwechselmessungen und der Tierkörperanalytik an wachsenden Ratten und Schweinen. Arch. Tierernähr. 12:321-342.
- Schiemann, R., K. Nehring & L. Hoffmann* (1963). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 5. Mitteilung. Arch. Tierernähr. 13:177-192.
- Schiemann, R., W. Jentsch, L. Hoffmann & K. Nehring* (1966). Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 8. Mitteilung. Arch. Tierernähr. 16:173-198.
- Schiemann, R. & L. Hoffmann* (1966). Begründung der Aufstellung eines neuen Systems der energetischen Bewertung des Futters auf der Grundlage der Nettoenergie-Fett. Sitzungsberichte 15:31-72.
- Schiemann, R.* (1967). Die energetische Verwertung der Nähr- und Futterstoffe bei verschiedenen Tierarten. 9th International Congress of Animal Production, Edinburgh. Rep. Proc. invited pap. 199-211.
- Schiemann, R., A. Chudy & J. Wünsche* (1967). Energie-, Kohlenstoff-, Stickstoff- und Aminosäurenbilanzversuch mit wachsenden Cornish-Hähnen. Arch. Tierernähr. 17: 37-50.
- Schiemann, R.* (1969). The scientific demands made of a system for evaluating feeds as energy sources and progress made towards their realization. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12:31-40.
- Schneider, B. H.* (1954). The total digestible nutrient system of measuring nutritive energy. 100 Jahre Möckern. Die Bewertung der Futterstoffe und anderen Probleme der Tierernährung. K. Nehring. Wiss. Abh. B V/2. Dte Akad. der Landw. Wiss., Berlin. 233-250.
- Sirnik, V. & A. Schürch* (1969). Comparison of the balance-trial and carcass-analysis methods for measuring deposition of body substances and energy retention. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. EAAP publ. 12: 411-414.
- Snedecor, G. W. & W. G. Cochran* (1968). Statistical methods. 6th edition. Iowa Univ., U.S.A. 593 pp.

- Spildo, L. S.* (1933). Undersøgelser over væksten hos svin. I. Kalk- og fosforsyre-omsætningen hos unge, voksende svin. 151. beretn. forsøgslab., København. 79-80.
- Statens Jordbruksnämnds Cirkulär nr. 83* (1966). Tillverkningen av och handeln med fodermedel m.m. 29 pp.
- Swift, R. W.* (1953). The importance of fat in the diet. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 56:4-15.
- Sørensen, P. Havskov* (1961). Staldklimaets indflydelse på vækst, foderudnyttelse og slagtekvantitet hos svin. *Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., Institut for Sterilitetsforskning, årsberetn.* 185-201.
- Sørensen, P. Havskov & J. Moustgaard* (1966). Staldklimaets indflydelse på vækst, foderudnyttelse og slagtekvantitet hos svin. *Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., Institut for Sterilitetsforskning, årsberetn.* 9-57.
- Thaer, A.* (1809). Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. Erster Band. Berlin. 380 pp.
- Thaer, A.* (1810). Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. Zweiter Band. Berlin. 272 pp.
- Thomke, S.* (1961). Smältbarhetsförsök med havre till får, svin och höns. *Kungl. LantbrHögsk. o. Statens LantbrFörs. Meddeln. nr. 73.* 23 pp.
- Thorbek, G.* (1961). A description of an open-circuit respiration apparatus for pigs. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. *EAAP publ.* 10:73-85.
- Thorbek, G.* (1963). Fodermiddelvurdering. *Ugeskr. Landm.* 37:583-590.
- Thorbek, G.* (1964). Fodermiddelvurdering. *Ugeskr. Landm.* 5:63-67.
- Thorbek, G. & L. Neergaard* (1965). Some remarks about instruments and methods applied to an open-circuit respiration apparatus for pigs. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. *EAAP publ.* 11:179-187.
- Thorbek, G.* (1965). Måling af energiomsætning og vurdering af den individuelle variation hos ens fodrede svin. *Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København.* 265-267.
- Thorbek, G.* (1969a). Studies on the energy metabolism of growing pigs. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. *EAAP publ.* 12:281-289.
- Thorbek, G.* (1969b). Studies on energy utilization. *Pig Nutr. Seminar. U.S. Feed Grains Council, London.* 14 pp.
- Thorbek, G.* (1969c). Studier over energiomsætningen hos voksende svin. I. Opbygning og funktion af et nyt respirationsanlæg for svin. 373. beretn. forsøgslab., København. 46 pp.
- U.S. Department of Agriculture, Agriculture Marketing Service. Grain Division* (1964). Official Grain Standards of the United States.
- van Es, A. J. H.* (1969a). Energie- und Stickstoffwechsel von Mastkälbern. *Arbeitskreis, Baden Württemberg, Stuttgart.* 6 pp.
- van Es, A. J. H.* (1969b). Neuzeitliche Aspekte der Futterbewertung bei Rind und Schwein. *Vortrag Cyanamid Tagung, Rottach-Egern am Tegernsee.* 21 pp.
- van Es, A. J. H. & M. W. A. Verstegen* (1969). Personlige oplysninger. *Lab. v. Fysiologie der Dieren, Wageningen.*
- van Es, A. J. H., H. J. Nijkamp, E. J. van Weerden & K. K. van Hellemond* (1969). Energy, carbon and nitrogen balance experiments with veal calves. 4. symposium on energy metabolism, Warsaw. *EAAP publ.* 12:197-201.
- Vanschoubroek, F.* (1968). De nettoenergiewaarde van roedermiddelen voor mestvarkens. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschr. jg. 37,* 2:88-100.
- Vercoe, J. E.* (1965). The effect of the level of dietary protein on the nitrogen and energy metabolism of adult guinea pigs. 3. symposium on energy metabolism, Troon, Scotland. *EAAP publ.* 11:285-295.

- Vestergaard Thomsen, K.* (1965). Foderfedtets indflydelse på fedtsyresammensætningen i æggefedt. Licentiatafh. Kgl. Vet.- og Landbohøjsk., København. 68 pp.
- Vestergaard Thomsen, K.* (1969a). Analytisk bestemmelse af fedtfraktionen i fæces. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 252-255.
- Vestergaard Thomsen, K.* (1969b). Analytisk bestemmelse af kalorieindhold i fæces med højt askeindhold. Bilag Landøk. Forsøgslab. efterårsmøde, København. 255-257.
- Vort Landbrug* (1926). Foderenhedsberegningen. Protokol over møde den 8. og 9. januar 1926 på Experimentalfältet ved Stockholm med bestyrelsen for husdyrbrugssektionen under Nord. Jordbr. Forsk. Forening. 108-109.
- Weidner, K. & P. E. Jakobsen* (1962). Dyrefysiologi II. (Øvelsesvejledning for landbrugs-, mejeribrugs- og licentiatstuderende ved Den kgl. Vet.- og Landbohøjsk.). DSR-Forlag, K.V.L., København.
- Weidner, K. & B. O. Eggum* (1966). Proteinhydrolysis: A description of the method used at the department of Animal Physiology in Copenhagen. Acta Agric. Scand. 16:115-119.
- Wiesemüller, W. & S. Poppe* (1968). Untersuchungen über den Aminosäurenbedarf wachsender Schweine. Arch. Tierernähr. 18:405-415.
- Winkel, I.* (1880). Mejeribruget 1878-79. Tidsskr. Landøk. 14:33-66.
- Winther, J. E. & R. Nørtoft Thomsen* (1954). Svinekroppens anatomiske og kemiske sammensætning. Nord. Jordbr. Forsk. 36:380-384.
- Whitelaw, A. W. W., F. W. H. Elsley, A. S. Jones & A. W. Boyne* (1966). The effect of protein level in creep feed on the growth rate and body composition of sucking pigs. J. Agric. Sci. 66:203-209.
- Wolff, E. S., C. Kreuzhage & C. Riees* (1888). Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes. Biedermanns Cent.-Bl. Agrik. Chem. 17:299-314.
- Wöhlbier, W., W. Schneider, L. Oberdorf & M. Kirchgessner* (1961). Über die Verluste beim Lagern von Rinderkot und -harn. Arch. Tierernähr. 11:71-74.
- Zausch, M., L. Bein & G. Gebhardt* (1961). Die Futterverwertung in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau nach Untersuchungen an wachsenden Albino-ratten. 2. symposium on energy metabolism, Wageningen. EAAP publ. 10: 94-105.