

Om Betydningen af nøjagtige Stofskifteforsøg for Udviklingen af en rationel Fodringslære for Malkekvæget, samt en foreløbig Meddelelse om Forsøgsresultater.

Foredrag i Det kgl. danske Landhusholdningsselskab Onsdagen den 14. Marts 1917 af *Holger Møllgaard*.

Naar man betragter Udviklingen af vor Viden om vore planteædende Husdyrs Ernæringsfysiologi, ser man tydeligt, at Undersøgelserne paa dette Omraade i de sidste 100 Aar i Hovedsagen har været ledet af to forskellige Idéer, der til forskellige Tider har afløst og til Dels undertrykt hinanden, men som begge kan følges helt op i Nutiden, og hvis endelige Forening er en af den moderne Ernæringsfysiologis vigtigste Bestræbelser.

Den ene gaar ud paa at bestemme de enkelte Fodermidlers Næringsværdi under ét, den anden søger at beregne deres Næringsværdi ud fra Oplysninger om deres kemiske Sammensætning.

Den første Tanke er den ældste. Den har sin Oprindelse fra Tiden før den analytiske Kemis Udvikling, men er i sin moderne Skikkelse Udtrykket for den Forestilling, at de forskellige naturligt forekommende eller kunstigt frembragte Fodermidler i deres Virkning som Næringsstoffer frembyder Forskelligheder, der ikke alene kan forklares som Følger af deres forskellige Indhold af visse Hovedgrupper af kemiske Komponenter.

Den anden, der direkte kan afledes fra *Liebig's* Undersøgelse over Næringsstoffernes Kemi, gaar ud paa, at

et Foderstofs Værdi som Næringsmiddel er tilstrækkeligt bestemt ved dets Indhold af for døjelige Næringsstoffer, en Forestilling, der igen grunder sig paa den Antagelse, at de enkelte Hovednæringsstofgrupper (Protein, Fedt, Kulhydrat), hvoraf alle Fodermidler til syvende og sidst er sammensat, efter Optagelsen i Dyrets Blod hver for sig pr. Vægtenhed har samme bestemte Værdi som Næringsmidler, uanset hvilket Fodermiddel de hidrører fra.

Den første Repræsentant for Idéen om Bestemmelsen af de enkelte Fodermidlers Helhedsvirkning var den tyske Læge og Landbrugsreformer *Albrecht Thaer* (1752—1828), for saa vidt han var den første, der fandt paa at angive de enkelte Fodermidlers Næringsværdi ved sammenlignende Tal.

Vi skylder *Thaer* den saakaldte Hø værdi beregning, der gik ud paa at udtrykke et Fodermiddels »Næringsværdi« ved at angive, hvor mange Vægtenheder af det der havde samme »nærende Kraft« som 100 Vægtenheder middelgødt Enghø.

Metodens Princip, der altsaa bestaar i at sammenligne alle Fodermidler med et enkelt, som paa Grund af sine forholdsvis konstante Egenskaber vælges til Enhed, gaar som almindelig bekendt igen i den mod Slutningen af det 19de Aarhundrede her i Landet samtidig med Kontrolforeningsbevægelsen fremkomne Foderenhedsberegning.

Navnlig i sin oprindelige Skikkelse, hvori den benyttedes af de første Kontrolforeninger, har denne danske Metode til Bestemmelse af Fodermidlernes »Næringsværdi« overordentlig meget tilfælles med den gamle Hø værdiberegning, men selv efter at den gennem *N. J. Fjords* bekendte Forsøg, Forsøgslaboratoriets og den svenske Centralanstalts videre Undersøgelser har faaet bedre eksperimentelt Grundlag og er ført op til en betydelig Grad af Fuldkommenhed ved Fastsættelsen af de efterhaanden

talrige og ret fint varierede Erstatningstal, fører den os ikke ud over Høværdiberegningens fundamentale Princip, Sammenligning af alle Fodermidler med en maaske praktisk set velbegrunder, men ikke af nogen dybere ernæringsfysiologisk Grund fastsat Enhed.

Trods al den Respekt, man skylder et stort, værdifuldt Arbejde, kan det ikke nægtes, at saadanne Sammenligninger aldrig løser et ernæringsfysiologisk Problem til Bunds hverken praktisk eller teoretisk. De giver kun et ret begrænset Indblik i Spørgsmaalet om Fodermidlernes Anvendelighed som Næringsstoffer, væsentlig fordi den Basis, hvorpaa Sammenligningen hviler, er ret usikker, idet selve Enhedens »Næringsværdi« er ubekendt, saaledes at man i Virkeligheden ikke véd, hvad det er for fysiologiske Virkninger, man bruger til Maal ved Sammenligningen.

Dette gælder især overalt, hvor det drejer sig om Fodring af Malkekvæg, fordi Forholdene ved Mælkeproduktionen er saa komplicerede, at det, at to Fodermidler kan ombyttes i lige Mængder i en Malkekos Foder, uden at Mælkemængden synker, hverken fysiologisk eller økonomisk altid er et afgørende Bevis for, at de har ganske samme Værdi til Mælkeproduktion.

Noget bedre stiller Forholdene sig, naar det drejer sig om Fedning af Kreaturer, fordi man her faktisk maaler Enhedens »Næringsværdi«, nemlig ved en vis Tilvækst. Men da praktiske Forsøg er henvist til at benytte Legemsvægtens Forøgelse som Maal for Tilvæksten, vil Resultaterne af Sammenligningerne paa Grund af dette Maals Upaalidelighed altid lide noget i Nøjagtighed som Udtryk for de undersøgte Stoffers »Næringsværdi«.

Netop dette Forhold, at man ikke rigtig har vidst, hvilke Forestillinger man skulde danne sig om Enhedens »Næringsværdi«, bevirkede, at den gamle Høværdiberegning blev stærkere kritiseret, i højere Grad frakendt al Værdi, end den virkelig fortjente, og det samme har efter min Mening gentaget sig i den desværre ofte for heftige

Diskussion, der for Aar tilbage har været ført her i Landet om den *Fjord'ske* og *Svendsen'ske* Foderenhedsberegning; og de hertil benyttede Erstatningstal.

For at bedømme saavel Høværdis- som Foderenhedsberegning retfærdigt maa man altid huske, at naar disse Metoder svigter paa det afgørende Punkt, har det ikke sin Grund i en særlig Uvidenhed hos deres Ophavsmænd, men er et Udtryk for et almindeligt Savn, der lige op til den nyeste Tid har gjort sig gældende ikke blot indenfor Husdyrbruget, men ogsaa indenfor den samlede Ernæringsfysiologi, nemlig Sagnet af en virkelig rigtig Definition af Begrebet »Næringsværdi«.

Dette Ord, der altsaa udtrykker Maalet for Fodermidlernes Betydning som Næringsstoffer, kan jo nemlig ikke tillægges et vilkaarligt Begreb.

Hvad vi skal forstaa ved et Foderstofs »Næringsværdi«, bestemmes til syvende og sidst alene af, hvilket Maal Organismen selv anlægger i Følge sin fysiske og kemiske Konstitution. Med andre Ord, førend vi véd, efter hvilke Regler de enkelte Næringsstoffer virkelig værdsættes ved Omsætningen i selve Organismen, kan vi ikke give nogen fyldestgørende Definition af en Enhed for Næringsværdi.

Sammenligninger af forskellige Fodermidler uden en saadan Erkendelse kan derfor vel have deres foreløbige praktiske Værdi, fordi de kan give en tilnærmet Forestilling om, i hvilket Forhold de enkelte Fodermidler skal benyttes for at opnaa samme praktiske Resultat; men saa snart de fundne Talværdier betragtes som Maal for Stoffernes virkelige Værdi til at holde en Organisme vedlige eller til Frembringelse af et eller andet Produkt, vil de altid være mere eller mindre svævende, netop fordi Enhedens Værdi ikke selv er bestemt, og en saadan Bestemmelse, et virkeligt Maal for Fodermidlernes Nærings-

værdi, er vi indenfor den videnskabelige Forsknings Verden først naaet til i Slutningen af det 19de og Begyndelsen af det 20de Aarhundrede, ja, en klar Erkendelse er vel egentlig først opnaaet helt fremme i den nyeste Tid.

Den gamle Høværdiberegning blev skudt til Side af de nye Forestillinger om Ernæringsprocesserne i Dyreorganismen, der opstod som Følge af den organiske analytiske Kemis rivende Udvikling omkring Midten af det 19de Aarhundrede under *Liebig's* Førerskab.

Gennem *Mulders* og *Liebig's* Undersøgelser lærte man, at samtlige levende Væv baade hos Dyr og Planter hovedsagelig var opbygget af N-holdige Stoffer, og at disse Stoffer trods noget forskellige Egenskaber dog frembød saa nære Ligheder i deres elementære S sammensætning, at de kunde regnes for hørende til samme Klasse af Forbindelser.

Mulder mente, at de alle kunde afledes fra et fælles Udgangspunkt, var fremgaaet af et og samme Stof, og dette kaldte han »P r o t e i n«. Alle kvælstofholdige Stoffer i Organismen stammede da fra Protein, var enten Proteinstoffer eller Spaltningsprodukter deraf.

Da de samme Forbindelser naturligvis fandtes i Dyrenes Næring, fordi den bestod af levende Væv eller Omdannelsesprodukter af disse, var dermed Spørgsmaalet rejst om, hvorvidt de enkelte kemiske Bestanddele i Fodermidlerne havde samme Værdi som Næringsstoffer, eller maaske netop disse »Proteinstoffer« havde særlig Betydning.

Franskmanden *Magendie* forandrede *Mulders* Inddeling af Næringsstofferne i Proteinstoffer og andre Næringsstoffer til den nu overalt anvendte Deling i N-holdige og N-fri Næringsstoffer og viste eksperimentelt, at medens ethvert Dyr, der er i Stand til at fordøje saa meget N-holdigt Næringsmateriale, at det dermed kan dække sit samlede Forbrug, kan holdes i Live ved Fodring a l e n e

med N-holdige Stoffer, dør alle højere Dyr uvægerligt i Løbet af kortere eller længere Tid, naar de fodres med N-fri Næring, selv om denne er nok saa rigelig.

Hermed var det da afgjort, at et Fodermiddels Næringsværdi ikke kunde afgøres ved en Helhedsbedømmelse alene, men at man maatte tage Hensyn til dets kemiske Sammensætning, under alle Omstændigheder til dets Indhold af Protein eller bedre af N-holdige Stoffer. Dette er den Dag i Dag en Hovedsætning indenfor al Fodringslære!

Gennem *Liebigs* og hans Elevers videre Undersøgelser fik man efterhaanden Kendskab til et stort Antal Næringsmidlers Sammensætning, idet man lærte at dele de N-fri Næringsstoffer i de to Hovedgrupper: Fedt og Kulhydrat, samt at bestemme deres kvantitative Forhold. Paa Husdyrbrugets Omraade blev saadanne Undersøgelser i stort Omfang udført af Forstanderen for Tysklands første landøkonomiske Forsøgsstation i Möckern, *Emil Wolff*, som samlede alle sine Analyseresultater i sine siden saa meget anvendte og vidt berømte Tabeller over Fodermidlernes kvalitative og kvantitative Sammensætning.

I umiddelbar og naturlig Følge af disse Arbejder opstod da den Tanke, som siden har forfulgt Ernæringsfysiologien lige op til vore Dage, nemlig at beregne de enkelte Fodermidlers Næringsværdi alene af deres kemiske Sammensætning.

At foretage Beregningen direkte ud fra Analysen af det enkelte foreliggende Foderstof viste sig nu meget snart at give ganske utilfredsstillende Resultater, og da den fysiologiske Kemi, for Husdyrenes Vedkommende væsentlig gennem Arbejder af *Henneberg* og *Stohmann*, efterhaanden havde skaffet væsentlige Oplysninger om de Processer, der foregik med Føden i Tarmkanalen, blev det indlysende, at man maatte tage Hensyn til Fordøjelsens Omfang. *Wolff* undersøgte da direkte ved Dyreeks-

perimenter, hvor stor en Del af de enkelte Næringsstofgrupper i de forskellige Fodermidler der gik tabt med Gødningen, og beregnede heraf Fodermidlernes Indhold af fordøjeligt Protein, Fedt og Kulhydrat.

Ud fra Kendskabet til disse Fordøjelighedstal søgte man saa at løse de to Hovedproblemer, som enhver praktisk Ernæringslære til alle Tider er stillet overfor, nemlig for det første Spørgsmaalet om, hvor store Mængder af de nævnte Næringsstofgrupper de paagældende Organismer behøver for at dække deres Behov til Vedligeholdelse eller til en eller anden Form for Produktion, og for det andet Spørgsmaalet om de enkelte Fodermidlers Helhedsværdi som Næringsstoffer i Handel og Vandel.

For det første Spørgsmaals Vedkommende gik det indenfor Husdyrbruget som indenfor den almindelige Ernæringsfysiologi. Man saa sig henvist til væsentlig statistiske, skønsmæssige Opgørelser over, hvad de enkelte Dyr fortærede under forskellige Omstændigheder, ganske som den *Voit'ske* Skole oprindelig maatte anvende Statistikken, da det gjaldt at fastsætte Normer for Menneskers Næringsstofforbrug, altsammen fordi man, fraset Kendskabet til de N-holdige Stoffers Nødvendighed, ikke havde nogen klar Forstaaelse af, efter hvilken Regel Organismen værdsatte Næringsstofferne, og saaledes var afskaaret fra at udtrykke dees Næringsbehov i et enkelt for de forskellige fysiologiske Funktioner fælles Maal.

Som Følge heraf maatte det andet Spørgsmaal om Fodermidlernes Handelsværdi naturligvis ogsaa forblive ubesvaret, saa meget mere som de enkelte Fodermidlers højst ulige S sammensætning gjorde Problemet yderst kompliceret.

Wolff søgte at løse Spørgsmaalet ved at tillægge de enkelte Næringsstoffer bestemte, paa praktiske Erfaringer støttede Værdier, og *Julius Kühn* indførte som bekendt den saakaldte *Kulhydratenhed*, idet han tillagde de N-fri Ekstraktstoffer Værdien 1, Fedtet Værdien 2.4

og de N-holdige Næringsstoffer Værdien 6. De saakaldte Amider og Raacellulosen tillagdes først ingen Værdi, senere anslog man den fordøjelige Del til samme Værdi som de N-fri Ekstraktstoffer.

Paa denne Maade kunde man ganske vist udtrykke de enkelte Fodermidlers Helhedsværdi i sammenlignelige Tal. Men Forholdstallene for de enkelte Næringsstoffer var valgt ret vilkaarligt, og man havde under alle Omstændigheder ingen Garanti for, at de virkelig havde noget at gøre med Lovene for Omsætningen i Organismen, alt-saa heller ikke for, at de virkelig udtrykte de paagældende Stoffers »Næringsværdi«. I hvor høj Grad denne Garanti manglede, fremgaar tydeligt af den Usikkerhed og Uenighed, der lige op til det 20de Aarhundredes Begyndelse har præget alle de Angivelser over Fodringsnormer og Fodermidlers Næringsværdi, der er anførte paa Grundlag af de kemiske Analyser og Fordøjelighedstallene alene.

Den første, der indenfor Husdyrbrugets Omraade for Alvor søgte at lede Ernæringslæren ud af denne Misère, var, saa vidt mig bekendt, *N. J. Fjord*, der allerede i Aarene mellem 1880—90 undersøgte forskellige Fodermidlers Værdi til Fedning af Svin, saaledes at Dyrenes Tilvækst ligefrem brugtes som Maal for Fodermidlernes Helhedsvirkning. Størst Betydning i denne Henseende fik dog utvivlsomt den Række Undersøgelser, der omkring det 20de Aarhundredes Begyndelse blev udført af den bekendte Forstander for den tyske Forsøgsstation i Möckern, *Oscar Kellner*. Princippet for *Kellners* Forsøg er det samme som i *Fjords*, for saa vidt det gik ud paa at maale den Mængde Stof, der kunde aflejres paa et Dyr's Krop, naar en bestemt Mængde af et vist Fodermiddel gaves i Tilskud til et Foder, om hvilket man i hvert Fald vidste, at det var tilstrækkeligt til at dække Dyrets Forbrug, selv om man endnu ikke nøje kendte Grundfoderets Minimumsværdier.

Kellners Forsøg er imidlertid mere rationelt anlagte

og betydelig nøjagtigere gennemførte, idet han i Stedet for Bestemmelsen af Legemsvægten, som er alt for upaalidelig til saadanne grundlæggende Undersøgelser, anvendte Bestemmelsen af Kulstof- og Kvælstoffbalancen i *Pettenkofers* Respirationsapparat. Han bestemte altsaa direkte, hvor meget Kulstof og Kvælstof der aflejredes i Dyrets Krop ved Tilførsel af en given Mængde af et eller andet Næringsstof. Det aflejrede N omregnedes i Protein, den hertil svarende Mængde aflejret C subtraheredes fra den samlede C-Aflejring. Resten omregnedes i Fedt. Til sidst omregnedes den altid ringe Proteinaflejring til Fedt efter et Princip, der straks skal omtales.

Med *Kellners* Undersøgelser vendte man altsaa tilbage til den gamle Anskuelse, der laa til Grund for Høverdiberegningen, at de enkelte Fodermidlers Næringsværdi skal bestemmes som en Helhedsvirkning, men ganske vist med den meget væsentlige Forskel, at man for det første sørgede for, at Dyrenes Proteinforbrug altid var dækket i Grundfoderet, og for det andet definerede Begrebet »Næringsværdi« ved en bestemt Virkning i Organismen, nemlig Aflejringen af Fedt.

Man maalte altsaa de enkelte Fodermidlers Næringsværdi ved den Mængde Fedt, som aflejredes i Organismen, naar de indfodredes under bestemte Forhold, og fik herved en Enhed for Næringsværdi, der ikke var en Vilkaarlighed, men virkelig svarede til visse Regler, hvorefter Organismen værdsatte de optagne Stoffer.

Enhver, der kender Betydningen af *Kellners* Arbejder, vil deri finde et af de store Beviser paa, hvilken Nytte nøjagtige videnskabelige Undersøgelser kan gøre for det praktiske Landbrug. Idéen, at bestemme Næringsværdi ved en nøjagtig Maaling af Fedtaflejring, er nemlig det fundamentale; at *Kellner* valgte Værdien for Fedtaflejringen ved Fodring med Stivelse til Enhed og derved udtrykte Fodermidlernes Næringsværdi i de saakaldte Stivelseværdier, er kun en sekundær Ting, der

gør Næringsværdibestemmelserne lettere anvendelige i Praksis.

Siden *Kellners* første Undersøgelser har Erkendelsen af det nødvendige i at bestemme de enkelte Fodermidlers Næringsværdi som en Helhedsvirkning ved direkte Forsøg paa Dyr efterhaanden fæstnet sig indenfor de moderne ernæringsfysiologiske Betragtninger paa Husdyrbrugets Omraade og maa i den nyeste Tid betragtes som almindeligt herskende. Grunden hertil maa i første Linie søges i den Omstændighed, at man efterhaanden er bleven klar over, hvad det er for Forhold, som umuliggør en Beregning af Fodermidlernes Næringsværdi ud fra deres Indhold af fordøjelige Næringsstoffer alene, eller med andre Ord, hvad der bevirker, at samme Mængde Protein, Fedt og Kulhydrat ikke har samme Næringsværdi i Organismen, uanset hvilket Fodermiddel de hidrører fra.

Allerede Respirationsfysiologiens Grundlægger, *Lavoisier*, havde iagttaget, at Optagelse af Næring forhøjede Forbruget af Ilt, altsaa bevirkede et øget Stofskifte i Organismen. Siden er denne Iagttagelse bleven bekræftet ved talrige Undersøgelser, indenfor hvilke navnlig *Zuntz's* og hans Elevers Arbejder har spillet en væsentlig Rolle.

Den *Zuntz'ske* Skole i Berlin har til disse Forsøg benyttet en særlig Metodik, der tillader Undersøgelse af det respiratoriske Stofskifte (den optagne Mængde Ilt og udskilte Mængde Kulsyre) i ganske korte Perioder. Man opnaar derved at kunne maale den Stofskiftestigning, der sker under Næringsoptagelsen og den derpaa følgende Fordøjelse, meget skarpt, idet man kan indskrænke Forsøget til de faa Timer, hvori Fordøjelsen foregaar, ja endog til den halve Time eller de faa Minutter, selve den mekaniske Næringsoptagelse varer.

Herigennem har man da faaet en Række overordentlig interessante Resultater, der tilsammen med Sikkerhed efterviser den *Lavoisier'ske* Iagttagelses Rigtighed, saaledes at man nu kan betragte det som en fundamental

Lov i Stofskiftefysiologien, at enhver Næringsoptagelse forøger Stofskiftet, altsaa medfører et forøget Forbrug af Næringsstoffer.

Stofskiftetigningen hidrører for det første fra det Arbejde, der udføres ved selve den mekaniske Behandling af Næringsmidlerne, Tygning, Blanding med Spyttet, Slugning, Mave- og Tarmbevægelser.

Zuntz og Hagemann har saaledes vist, at Tygningen hos Heste giver en paaviselig Forøgelse af Iltforbruget. Kellner har set det samme hos Kvæg, der tyggede Straa, og et Par af Zuntz's Elever har i den nyere Tid vist lignende Forhold for Drøvtygningen. Dertil kommer imidlertid, at selve Fordøjelsesarbejdet kræver et maaske ikke ringe Stofforbrug. Ved Udskillelsen af de ofte store Mængder Tarmsaft udføres der et betydeligt Arbejde fra de store Kirtlers Side. Endvidere kræver maaske en Del af selve Omsætningen i Organismen, f. Eks. Aflejring af Næringsstof, et Stofforbrug, og endelig kommer hertil, at Proteinstofferne har en hidtil uforklaret særlig stærk Virkning paa Stofskiftets Størrelse.

Det er nu ganske indlysende, at naar Fordøjelsesarbejdet giver forøget Stofomsætning, vil et Fodermiddels Næringsværdi aldrig alene bestemmes af, hvor stor en Mængde af dets Næringsstoffer der fordøjes, men i væsentlig Grad tillige af, hvor stor en Mængde af disse fordøjede Næringsstoffer der skal bruges til at dække Stofforbruget ved selve Fordøjelsesarbejdet. Denne Mængde repræsenterer jo nemlig en ren Udgift og kommer i hvert Fald i normale praktiske Forhold ikke Organismen til gode, hverken til Vedligeholdelse eller til Produktion. Derfor bestemmes altsaa et Fodermiddels Næringsværdi ikke blot af dets Indhold af fordøjelige Næringsstoffer, men tillige af, hvor stort et Arbejde Fordøjelsen og Omsætningen kræver.

Denne sidste Paastand er principielt teoretisk rigtig

og anerkendt overalt i den moderne ernæringsfysiologiske Litteratur. Tilbage er imidlertid Spørgsmaalet om, hvorvidt Stofskiftetestningen ved Næringsoptagelse har nogen nævneværdig Betydning for den praktiske Ernæringslære? For Bedømmelsen heraf maa man, som *Rubner* gentagne Gange har fremhævet, altid erindre, at Stofskiftefysiologien, i Lighed med al anden Naturvidenskab, altid har to forskellige Opgaver at løse, nemlig at bestemme det samlede Resultat af en Række Processers Forløb og at opløse Resultatet i dets forskellige Komponenter. Disse to Opgaver er væsensforskellige, og Sammenblanding af dem afføder kun Forvirring. Ved Løsningen af Problemet om Næringsoptagelsens Virkning paa Stofskiftet har da Ernæringsfysiologen for det første den Opgave at undersøge dens Virkning indenfor det Tidsrum, i hvilket en Næringsoptagelsesperiode afløber, altsaa for alle større Dyr i hvert Fald mindst et Døgn, og for det andet den Opgave at bestemme, af hvilke enkelte Episoder Døgnresultatet er sammensat.

Metoden med de kortvarige Respirationsforsøg beskæftiger sig udelukkende med den sidste Art af Undersøgelser; man maa derfor ikke af dens Resultater alene lade sig forlede til at drage vidtgaende Slutninger om Størrelsesordenen af den Forandring, Næringsoptagelsen kan bevirke i Stofomsætningen for et Døgn.

For den praktiske Ernæringslære har kun Døgnresultaterne Betydning, og utvivlsomt udlignes en Del af de episodiske Stigninger ved Næringsoptagelsen gennem kompenserende Sænkninger af Stofskiftet paa de Tider, hvor ingen Næring optages.

Fodringslæren har derfor kun at gøre med de Resultater, der er vundet ved Stofskifte- og Respirationsforsøg, som har været udstrakte over mindst et helt Døgn, saaledes at Resultatet indbefatter alle Episoder i dette.

Gennem saadanne Forsøg er det da nu imidlertid ogsaa fastslaaet, at Stofskiftetestningen ved Næringsoptagelse ikke alene er en teoretisk Kuriositet, men faktisk

betyder en Forøgelse af Udgifterne ved Ernæringen, som ikke kan lades ude af Betragtning af den praktiske Fodringslære.

Rubner er her gaaet i Spidsen. Men *Kellners* Stivelseværdier er jo faktisk intet andet end netop Udtrykket for, at Fodermidlerne ikke har den Værdi til Fedning af Kreaturer, som kunde ventes efter deres Indhold af fordøjelige Næringsstoffer, men en noget mindre, fordi der gaar en Del Stof tabt, og da først og fremmest ved selve Fordøjelsesarbejdet samt ved den særlig store, hidtil uforklarede Stigning af Stofskiftet, som Tilførsel af Proteinstoffer medfører.

Hertil kommer endvidere for Drøvtyggenes Vedkommende de omfangsrige Gæringsprocesser, der foregaar i disse Dyr's Fordøjelseskanaal, særlig i Vommen, og som medfører betydelige Tab, større end man i Almindelighed forestiller sig.

Da Tabet ved Fordøjelsesarbejdet kun kan bestemmes med en for Praxis tilstrækkelig Nøjagtighed i Respirationsapparatet eller Respirationskalorimetret, saaledes som henholdsvis *Kellner* og *Rubner* har gjort det, og Resultatet af Gæringsprocesserne i Vommen overhovedet ikke kan overses uden et af disse Apparater, fordi den betydeligste Del af Tabet sker ved Afgang af Stoffer i Luftform, ses det tydeligt, at hele den praktiske Metodik er utilstrækkelig, saa snart det gælder en grundlæggende Bestemmelse af Fodermidlernes Næringsværdi og dermed deres virkelige Værdi i Handel og Vandel; ligeledes underlegen er den tillige, naar man ønsker en virkelig nøjagtig Bestemmelse af, hvor meget Foder et Dyr skal bruge for at dække sit Forbrug til Vedligeholdelse eller til en eller anden Produktion. Man kan, som foran sagt, gennem praktiske Forsøg ved at fodre saaledes, at Legemsvægten og den givne Produktion oprettholdes, faa en tilnærmet Forestilling om, i hvilke Mængder de enkelte Fodermidler under bestemte Betingelser kan ombyttes med hverandre, uden at Produktionen syn-

ker (Erstatningstal), men man kan ikke skaffe noget rigtigt Udtryk for deres virkelige Værdi til den paagældende Produktion, fordi Enheden for Sammenligningen er usikker, og fordi man ikke kan se, om Fodermidlerne virkelig udnyttes saa økonomisk, som de kan. Bedst gaar det som sagt med Fedningsforsøgene. Næsten uhjælpelig staar man derimod overfor Mælkeproduktionen paa Grund af dens komplicerede Forhold. Til Bunds kan Spørgsmaalet kun løses ved det totale Stofskiftebalanceforsøg og det dertil knyttede Respirationsforsøg. Yderligere skal endnu ganske særlig paa dette Sted fremhæves, hvad der i og for sig er en Følge af det foregaaende, at overalt, hvor vi har at gøre med Drøvtyggere, altsaa i største Delen af Landbrugets Fodringslære, er det ikke alene til Bestemmelsen af et Fodermiddels virkelige Næringsværdi, at Respirationsapparatet er nødvendigt, men ogsaa til en saa simpel Ting som Bestemmelsen af dets Indhold af fordøjelige Næringsstoffer. Vi kan i den moderne Tid ikke længere nøjes med at trække Gødningens Indhold af Næringsstoffer fra Foderet, da vi med Sikkerhed kan sige, at de saaledes fundne Fordøjelighedstal er mellem 10 og 20 pCt. for høje, idet Tabet ved Gæringen i Vommen andrager denne Størrelse. Da Gæringerne er forskellige for de forskellige Foderblandinger i Vommen, kan man ikke engang sammenligne Fordøjelighedstallene for to Foderstoffer, der er undersøgt paa den gamle Maade. Sammenligningen kan være fuldstændig misvisende. Vi har saaledes Eksempler paa, at et Foderstof har vist højere Fordøjelighedstal end et andet, og dog er der resorberet mindre af det, fordi der er gaaet mere tabt ved Tarmgæringen. Ethvert Fordøjelighedsforsøg med Drøvtyggere, der kun giver os Differensen mellem Gødning og Næring, er derfor altid meget usikkert.

I de nu fremdragne Forhold er der da allerede, om ikke andre Faktorer ogsaa spillede med, tilstrækkelig Begrundelse for, at man i den moderne Tid overalt, hvor det lader sig gøre, indfører Respirationsapparatet i Tje-

neste for det praktiske Landbrugs Fodringslære! I Tyskland og Amerika, hvor man længe har erkendt Betydningen af den virkelig eksakte Løsning af Fodringsproblemerne, har man som bekendt for længe siden taget Respirationsapparaterne i Brug, og i Erkendelsen af denne Undersøgelingsmetodiks virkelige Betydning for Praksis har det danske Forsøgslaboratorium da ogsaa nu taget den til Hjælp, for at den danske Fodringslære ikke skal komme til at staa tilbage overfor Udlandets i Eksakthed, i Præcision og dermed ogsaa i praktisk Værdi.

Vi vender igen tilbage til Begrebet Næringsværdi, som vi endnu ikke har faaet givet en almindelig Definition.

I det foregaaende har jeg omtalt, hvorledes *Fjord* og *Kellner* har søgt at komme uden om Vanskelighederne, der hidrører fra Næringsoptagelsens Virkning paa Stofskiftet, samt at det er lykkedes *Kellner* at løse dette Spørgsmaal eksakt, idet han bestemte Fodermidlernes Næringsværdi ved at maale den Stofaflejring, specielt den Fedtaflejring, en bestemt Mængde af dem kunde frembringe i Organismen. *Kellner* udtrykte alle Fodermidlernes »Fedtaflejringssevne« i Forhold til Stivelsens, definerede altsaa deres Næringsværdi som deres »Stivelsesværdi«. De amerikanske Forskere, der er fulgt nøje i *Rubners*, *Kellners* og *Zuntz's* Fodspor, benævner den »availability« eller »net availability«.

Hvad enten den ene eller den anden af disse Betegnelser anvendes, ligger der altid en og samme Forestilling til Grund for dem. De forskellige Betegnelser dækker kun over ganske udvortes Forskelligheder hidrørende fra de forskellige Betingelser, hvorunder Maalingerne er udførte.

Alle Maal for »Næringsværdi« grundes i Virkeligheden paa én fundamental Erkendelse, som er den moderne Ernæringslæres allervigtigste Erhvervelse, nemlig

den, at man kan maale et Fodermiddels Næringsværdi ved den Mængde *Energi*, som det under givne Betingelser kan stille til Organismens Disposition.

Alle Maal for Næringsværdi har da en fælles Generalnævner, som er Maalet for *Energi*!

Denne Betragtning kræver en nærmere Forklaring. Vor samlede moderne Naturerkendelse hviler som bekendt i sidste Instans paa to fundamentale Principper, nemlig Loven om Massens og Loven om Energiens Konstans.

Erkendelsen af det første Princip og det første tilnærmede Bevis for dets Gyldighed skylder vi den store franske Forsker *Lavoisier*. Princippet siger som bekendt, at det vejelige Stof, Materien, er uforgængeligt, at det vel kan optræde under forskellige Former og indgaa i forskellige Processer, men at det lige saa lidt kan tilintetgøres, som det kan opstaa af intet. Nu til Dags finder man det vel næsten naivt at gentage denne Sætning. For Biologien har den imidlertid haft uhyre Betydning. Erkendelsen af den rev den første store Flænge i det Slør af Mystik, der indtil da omgav de Processer, som foregik i den levende Organisme, og bragte næsten med et Slag *Lavoisier* og hans Samtid til at forstaa, at Stofskifteprocesserne ikke var Resultat af en mystisk Livskraft, der herskede over den døde Natur og forvandlede og tilintetgjorde Grundstoffer, men at det drejede sig om kemiske Processer, der maatte betragtes under samme Synspunkt som dem, der foregik udenfor Organismen. Allerede tidligere havde Forskere som *Mayow* og *Thomas Willis* udtalt sig for, at Aandedrættet kunde betragtes som en Forbrændingsproces. *Lavoisier* stillede Hypotesen klart op og viste, at Forholdet mellem den optagne Ilt og den udaandede Kulsyre stemmede med Hypotesen, idet 1 Rumfang Ilt forenede sig med Kulstof til 1 Rumfang Kulsyre ganske som udenfor Organismen. Siden *Lavoisiers*

og hans Medarbejderes Undersøgelser har vi da vidst, at det dyriske Stofskifte bestaar i en langsom Forbrænding af Næringsstofferne i Organismen.

Lavoisier vovede imidlertid endvidere den dristige Hypotese, hvis Princip forøvrigt ogsaa har været anet af en Del af hans Forgængere, at denne Forbrænding var Kilden til den dyriske Varme. Sammen med *Laplace* søgte han at eftervise Hypotesens Rigtighed ved at undersøge, om der var Overensstemmelse mellem den Mængde Varme, et Dyr faktisk udviklede, og den, der kunde beregnes af dets Kulsyreudskilning. De to Forskere fandt, at det passede tilnærmelsesvist. Her har vi da for første Gang en tydelig og eksperimentelt begrundet Forestilling om, at de kemiske Processer i Organismen er Kilden til Optrædelsen af Kræfter, her Varme. Sammen med *Séguin* undersøgte *Lavoisier* Stofskiftet ved Muskelarbejde og mente i Virkeligheden, at Forbrændingsprocessen ogsaa var Kilden til det mekaniske Arbejde, Musklerne udførte, vistnok overhovedet til alle de Kræfter, der optraadte i Organismen.

Lavoisiers Undersøgelser over Varmen blev i nogen Grad støttede af en Englænder, der hed *Crawford*, men da hans Hypotese dog, som *Rubner* engang har bemærket, mere var et genialt Gætteværk end egentlig sikkert eksperimentelt begrundet, blev den skudt noget i Baggrunden, da man efterhaanden fandt en hel Række specielle Processer i Organismen, Nerveledning, Nerveelektricitet, Muskelirritation o. s. v., som man tilskrev Varmedannelsen.

Saa udsatte Pariserakademiet imidlertid endelig en Prisopgave om Kilden til den dyriske Varme. Den blev besvaret 1823 af to Forskere *Depretz* og *Dulong*. Den første fik Prisen, men *Dulong's* Arbejde er senere bleven anset for det bedste. *Depretz's* Undersøgelser var væsentlig en Bekræftelse af *Lavoisiers* Hypotese, medens *Dulong* fandt, at Forbrændingen alene ikke

slog til, og derfor antog, at andre Processer ogsaa maatte være Varmekilder.

Trods *Dulong's* Arbejde blev *Lavoisiers* Anskuelse dog, vel væsentlig paa Grund af *Liebig's* og *Claude Bernards* Autoritet, betragtet som rigtig, og Problemet om Varmedannelsen i Dyreorganismen ansaas vistnok ret almindeligt for at have faaet en baade tilfredsstillende og eksperimentelt tilstrækkelig begrundet Løsning. Selv om Forestillingerne var noget forud for Eksperimenterne, var man dog herved ikke naaet længere end netop til Kilden for Varmedannelsen. Man gik i Almindelighed ud fra, at den Energi, der opstod ved Forbrændingsprocesserne, kun forlod Organismen i Form af Varme.

Saa kom *Robert Mayer*, *Colding* og *Joule*, de tre unge Forskere, der ganske vist ikke var Fysikere af Fag, idet den første var Læge, den anden Ingeniør og den tredje Brygger, men hvem vi ikke desto mindre i første Linie skylder det andet fundamentale Princip i vor Naturerkendelse, Loven om Kraftens, Energiens Konstans. Kræfter er Aarsager, siger *Mayer* i sin første Afhandling fra 1842, og Aarsag er lig Virkning. Naar en Aarsag frembringer en vis Virkning, betyder det, at den selv ophører at eksistere; den er bleven til sin Virkning. I en Kæde af Aarsag og Virkning kan intet Led nogen Sinde blive lig Nul. En Kraft kan altsaa gaa over til en anden Kraft, men den kan ikke forsvinde, lige saa lidt som den kan opstaa af ingenting. »Kræfter er altsaa kvantitativt ufor-gængelige, men kvalitativt foranderlige Objekter.« I den første Afhandling behandlede han Forholdet mellem Tyngden og det frie Fald og udviklede, hvorledes Udtrykket for levende Kraft kunde udledes af den almindelige Lov om Kraftens Konstans. I 1857 behandlede han Forholdet mellem mekanisk Arbejde og Varme og udviklede, hvorledes vi ved at maale den mekanisk udviklede Varme og den til Udviklingen forbrugte Arbejdskraft altid fandt, at disse to Størrelser stod i et simpelt konstant For-

hold til hinanden, samt at dette Forhold bliver det samme, naar Processen vendes om.

Heraf drog han da den naturlige Slutning, at Varme og mekanisk Arbejde kan omdannes til hinanden, at Varme kan blive til mekanisk Arbejde og omvendt.

Det mekaniske Arbejde, der skal udføres for at opvarme en bestemt Vægtmængde Vand 1°, kaldte *Mayer* *Varmens mekaniske Ækvivalent*. Han fandt, at den var lig det Arbejde, der udføres ved at hæve den samme Vægtmængde Vand ca. 400 Meter i Vejret. Ganske samme Tankegang finder vi i Danskeren *Coldings* og Engländeren *Joules* af *Mayer* uafhængige Arbejder fra 1843. Den første grundede sine Idéer paa Undersøgelser over Varmeudviklingen ved Gnidning af to Legemer mod hinanden, den anden paa Forsøg over Varmeudviklingen ved elektrisk Strøm og over dennes Frembringelse ved mekanisk Arbejde. Ingen af de tre Mænds Arbejder synes dog at have slaæet igennem og faaet afgørende Indflydelse paa Samtidens Fysik. Naar Læren om Energiens Konstans endelig blev fastslaaet og trængte igennem, skyldtes det efter Fagmænds Anskuelse i Virkeligheden Fysiologen og Lægen *Helmholtz's* berømte Arbejde: Über die Erhaltung der Kraft, 1847, der viste, at Princippet om Energiens Konstans kunde udstrækkes til at omfatte alle kendte Kræfter i Fysikken, samt *Clausius* Paavisning af Sammenhængen mellem dette Princip og den anden Hovedsætning i Varmelæren, det saakaldte *Carnot'ske* Princip.

Den biologiske Betydning, som Læren om Energiens Konstans har haft, er ganske overordentlig stor. Overført paa Stofskiftelæren betød den, at ikke blot Varmedannelsen, men alle de Kræfter, der optraadte i Organismen og forlod denne, kunde føres tilbage til en eneste Aarsag, nemlig til Forbrændingen, til Omdannelsen af de optagne Næringsstoffer. Det eksperimentelle Bevis for, at Loven om Energiens Konstans gælder for den levende Organisme, blev først ført af *Rubner*, der ved sine kalorimetriske Undersøgelser viste, at den Mængde Næring, der for-

brændte i et Dyrs Organisme, netop var i Stand til at udvikle saa megen Varme, som Dyret faktisk afgav til Omverdenen, naar dets egen Temperatur forblev konstant. Afvigelsen mellem den af de omsatte Næringsmængder beregnede Varmedannelse og den faktisk fundne Varmeafgift fra Dyret var i Gennemsnit af en hel Række Forsøg, anstillet baade under Hunger og Næringsstilsørsel, kun 0.47 pCt. Siden er dette bleven bekræftet ved talrige Undersøgelser, blandt hvilke Amerikaneren *Atwaters* Arbejder har spillet en fremtrædende Rolle.

Ikke-Biologer vil maaske ofte synes, at disse Undersøgelser har været ret overflødige, da Loven om Energiens Konstans, som *Rubner* selv har sagt, bestaar ogsaa uden dem. For Biologien, der mere end al anden Naturvidenskab har lidt under Mysticismens Tryk, har de dog haft en fremragende Betydning. De fjernede den sidste Rest af Mystik fra Stofskifteprocesserne i den levende Organisme. Vi véd nu med Sikkerhed, at vi ved at bestemme *S t o f o m s æ t n i n g e n* tillige kan bestemme, hvor megen Energi der bliver frigjort i Organismen, hvor megen Kraft der altsaa stilles til dens Disposition til Varme, til mekanisk Arbejde eller til en eller anden Form for Produktion.

Rubner fandt nu endvidere, at Tilførsel af en vis Mængde Næring til et hungrende, hvilende Dyr ved almindelig Stuetemperatur meget nær beskyttede en saa stor Mængde Legemsfedt fra Nedbrydning, som var i Stand til ved Forbrænding at levere den samme Mængde Varme som den fordøjede Næring, samt endvidere, at de enkelte Næringsstoffer, ligeledes hos hvilende Dyr, ved almindelig Stuetemperatur erstattede hinanden ved Stofomsætningen i Mængder, der meget nær var lig med de Mængder af dem, der indeholdt samme Energi, altsaa ved Forbrænding kunde levere samme Mængde Varme.

Denne sidste Iagttagelse er det, der udgør *Rubners* bekendte »Lov om de isodyname Værdier«. Senere Undersøgelser har vel vist, at de af *Rubner* sidst fundne

Talforhold kun gælder under bestemte Forhold, men dette har intet forandret ved Gyldigheden af den almindelige Slutning, *Rubner* drog af sine Forsøg: At Organismen altsaa værdsætter Næringsstofferne efter deres Energiindhold, hvilket igen vil sige, at man kan maale deres Næringsværdi ved den Mængde Energi, som de kan stille til Organismens Disposition, og da Energi maales i Varmeenheder, i Kalorier, kan vi altsaa bestemme et Næringsstofs Næringsværdi i Organismen ved at maale det Antal disponible Kalorier, det kan tilføre Organismen.

Denne Idé er det, der tillader os at samle alle vore ellers usammenhængende Oplysninger om forskellige Næringsstoffers og Næringsstofmængders Virkning og Betydning i Organismen under et fælles Synspunkt, det, vi kalder den energetiske Betragtning. Denne betyder altsaa ikke blot, som det ikke saa sjældent antages, at man i den moderne Tid har fundet paa at regne Næringsstoffer om i Kalorier, men den betyder Erkendelsen af, at Organismen ved sine Omsætninger virkelig regner med Næringsstoffernes Energiindhold, at altsaa de kemiske Processers Art i Hovedsagen er ligegyldige, da det, det kommer an paa, i Hovedsagen er, hvor megen Energi der frigøres ved Processerne.

Den hovedsagelige Gyldighed af dette Princip støttes yderligere af den Iagttagelse, at Størrelsen af det hungrende, hvilende Pattedyrs Stofskifte er meget nær proportional med dets Legemsoverflade, altsaa aabenbart staar i bestemt Forhold til Betingelserne for Varmeafgiften for Dyret.

Vi siger imidlertid ogsaa hovedsagelig, thi det maa aldrig glemmes, at den gamle Idé om, at Fodermidlernes Næringsværdi afgjordes af deres kemiske Sammensætning, for saa vidt er rigtig, som et Indhold af en vis Mængde Protein er nødvendigt. Derfor er det, som foran fremhævet, den moderne Ernæringsfysiologis vigtigste Opgave paa alle Omraader at forene den stofflige og den

energetiske Betragtning af Omsætningsprocesserne i Organismen.

At Fodermidlerne skal indeholde en vis Mængde Protein, betyder, at Organismen altsaa paa dette begrænsede Omraade regner ikke alene med Energiindhold, men med Tilstedeværelsen af bestemte kemiske Forbindelser. Vor Definition paa Næringsværdi kommer derfor rigtigt udtrykt til at lyde: Ved et Fodermiddels Næringsværdi forstaar vi den Mængde Energi, som det kan stille til Organismens Disposition, under den Forudsætning, at dennes Minimumsforbrug af Protein er dækket!

Dette er faktisk den bedste, den eneste altomfattende Definition paa Næringsværdi, som derfor ogsaa Praxis efterhaanden bør gaa over til at anvende i Erkendelsen af, at Navnene disponible Kalorier eller Nettoeffekt, dynamisk Energi, ikke er sværere at tale om og regne med end f. Eks. Betegnelsen Foderenheder eller Mælkeproduktionsværdier, og at det altid kun kan være til Nytte for Fodringslæren, at man regner med den samlede Enhed for Næringsværdi, som Organismen benytter.

Betydningen af en saadan almindelig Enhed for Næringsværdi fremgaar tydeligt, naar vi vender tilbage til vort Udgangspunkt: Stivelseværdierne.

Gennem *Kellners* Undersøgelser kender vi da nu en stor Mængde Næringsstoffers Værdi til Fodring af Kvæg, maalt ved deres Fedtproduktionsværdier. Vi véd altsaa ret god Besked om, hvor stor en Mængde af de forskellige Fodermidler vi skal give Kvæget for at faa aflejret en vis Mængde Fedt.

Vender vi os nu imidlertid til Spørgsmaalet om Næringsstofferne Værdi til Vedligeholdelse og Mælkeproduktion og spørger, om de undersøgte Næringsstoffer har samme Værdi til disse to Funktioner som til Fedning

eller en anden, større eller mindre Værdi, er det straks indlysende, at en saadan Sammenligning kun er mulig, naar Maalet for Næringsværdier fælles. Man kan ikke spørge, om et Næringsstof kan producere lige saa meget Mælk, som det kan aflejre Fedt. Derimod kan man meget vel spørge, om det kan afgive en lige saa stor Mængde Energi til Mælkeproduktion, som det kan afgive til Fedning eller til Vedligeholdelse af Dyret.

Kellner og I. Hansen har ganske vist begge forsøgt at anvende Stivelseværdierne ved Beregningen af Foder til Mælkeproduktion og har fundet, at Foderstoffer lader sig ombytte i Malkekoens Foder efter deres Stivelseværdier, uden at Mælkeproduktionen forandres nævneværdigt. I Virkeligheden betegner disse Undersøgelser imidlertid ikke noget Fremskridt fremfor f. Eks. vor Foderenhedsberegning, idet Enheden igen er vilkaarligt valgt, og den Virkning, man bruger til Maal for Næringsværdi til Mælkeproduktion, faktisk fysiologisk set ikke har noget med Mælkesekretionen at gøre. Man kan ikke paa fysiologisk Grundlag beregne et Fodermiddels Næringsværdi til Mælkeproduktion i Stivelseenheder, fordi man faktisk opererer med uensbenævnte Størrelser. Det rigtige er derfor utvivlsomt at benytte den Enhed, der til syvende og sidst dog ligger skjult i Stivelseværdien, nemlig Maalet for Energi, og da altsaa udtrykke, hvor mange disponible Kalorier et Fodermiddel kan tilføre Organismen til Vedligeholdelse, til Arbejde, til Dannelse af Fedt og til Mælkeproduktion.

Nettoeffekten, den fysiologiske Udnyttning, bliver da altsaa den Mængde af Næringsstoffets Energi, der kan gaa over i Grundstofskiftet eller kommer ud i mekanisk Arbejde, Fedtaflejring eller Mælk. I denne Betragtning er alle Størrelser ensbenævnte og kan sammenlignes, og den kan, naar der tages Hensyn til, i hvilket Forhold Fodermidternes Kvælstof indgaar i den nødvendige N-Omsætning i Organismen, udstrækkes universelt (Omgivelsernes Temperatur!).

Indenfor den menneskelige Ernæringslære har den energetiske Betragtning siden *Rubners* Undersøgelser været anlagt overalt, og de amerikanske Forskere har alle nu akcepteret den baade for Laboratorierne og Husdyrbrugets Praksis. *Armsby* og *Fries* har paa dette Grundlag prøvet, om *Kellners* Stivelseværdier omregnet i udnyttelig Energi passede, naar Foderstofferne anvendtes til Vedligeholdelse. Resultatet er foreløbig bleven det ret ejendommelige, at koncentrerede Foderstoffer, Kraftfoder, synes at have samme Næringsværdi til Fedning som til Vedligeholdelse, medens derimod Raafoderstoffer som *Timothehø* og *Kløverhø* viser større Udnyttning til Vedligeholdelse end til Fedning. For Raafoder synes da altsaa *Kellners* Udnyttingsværdier, som de angives af Stivelseværdierne, at være for lave, naar der er Tale om Anvendelse til Vedligeholdelse.

At komme nærmere ind paa en Forklaring af disse Forhold samt en Redegørelse for de amerikanske Landbrugsforskeres Terminologier for de forskellige Former af Energiforbrug vilde føre os for vidt i denne Afhandling og vel ogsaa være forhastet, da det endnu ikke kan overses, hvilke Betegnelser der er de mest anvendelige.

Imidlertid er det almindelig bekendt, at vi nu gennem *Kellners* og Amerikanernes Undersøgelser véd nogenlunde Besked med, hvor stor en Mængde af de forskellige Næringsstoffer og deri indeholdt Energi en Tyr, en Stud og til Dels en Goldko skal bruge til Vedligeholdelse; og gennem *Kellners* og flere af vore hjemlige Forsøg véd vi, hvor meget de samme Dyr skal have for at kunne aflejre en vis Mængde Fedt. Derimod er det lige saa bekendt, at vi staar ret famlende, saa snart det drejer sig om Malkekvæg. Det er ganske karakteristisk, at medens vi har fuldt op af Erstatningstal, Stivelseværdier og Mælkeproduktionsværdier at regne med, naar vi vil ombytte de forskellige Foderstoffer med hinanden, griber alle Forfattere, *Kellner*, Forsøgslaboratoriet, *Nils Hansson*, *Haecker*, *Armsby* og *Goldschmidt*, naar det gælder at besvare det funda-

mentale Spørgsmaal om, hvor meget af de forskellige Næringsstoffer, eller i fuldt moderne Sprog, hvor meget Protein og Energi der skal tilføres en Malkeko, naar den leverer en vis Mængde Mælk, tilbage til Værdier, der er vundet ved, at man har prøvet sig frem i Praksis. En eksakt Fastsættelse af, hvor meget disse Dyr virkelig bruger til deres Mælkeproduktion, mangler faktisk ganske. Vi har Forsøg af *Henneberg, Kühn* og *Kellner* over Kvælstof- og Kulstofbalancer hos Malkekøer, men en virkelig rationel Maaling af, hvor meget disse Dyr skal bruge til Produktion af forskellige Mængder Mælk under forskellige Omstændigheder, foreligger ikke; og spørger vi om Næringsværdi og dermed altsaa om Udnyttningen af de enkelte Fodermidler til Mælkeproduktion, har vi kun Teori, intet objektivt at støtte os til, fordi vore Erstatningstal ikke refererer sig til en Enhed, hvis Udnyttning vi har maalt.

Naar hertil yderligere kommer den Omstændighed, at man, som foran omtalt, ikke kan lægge de simple Fordøjelseskvotienter til Grund for Bedømmelse af Fodermidlernes Udnyttning i Tarmkanalen, men ogsaa maa maale den dannede CO_2 og CH_4 , vil det ikke synes mærkeligt, at det danske Forsøgslaboratorium nu forsøger ved Respirationsapparatets Hjælp at skaffe sig lige saa eksakte Værdier for Fodringsnormer til Malkekvæg- og for Fodermidlernes Næringsværdi til Mælkeproduktion, som vi gennem *Kellners, Armsbys* og *Zuntz's* Undersøgelser har for ikke malkende Kvæg, til Vedligeholdelse og til Fedtproduktion.

Af *A. C. Andersens* og min Afhandling i Landbohøjskolens Festskrift for 1917 fremgaar det, at Respirationsapparatet nu er fuldt færdigt, gennemprøvet og justeret, saaledes at vi véd, at den Metodik, vi raader over, er tilstrækkelig nøjagtig til, at vi kan udføre de Undersøgelser, der er nødvendige for Løsningen af de nævnte, for vor

Fodringslære saa vigtige, Problemer. Endvidere vil De af det omtalte Arbejde se, at de første Forsøg efter den Plan, jeg tidligere har offentliggjort, er gennemført trods de overordentlig vanskelige Forhold, Krigssituationen ganske naturligt skaber for Laboratoriets Drift.

At gentage denne Plans Enkeltheder her vil føre os for vidt og er desuden overflødig, da den er omhyggelig beskrevet i mine Afhandlinger i »Tidsskrift for Landøkonomi« samt i Hovedtrækkene gengivet i Landbohøjskolens Festskrift.

Jeg skal da her kun fremhæve, at dens Grundprincip bestaar i ved de første Undersøgelser at eliminere Spørgsmaalet om Gæringsprocesserne i Tarmkanalen, der paa Grund af deres komplicerede Forhold vanskeliggør en klar Oversigt over Omsætningerne af Energi og af de enkelte Næringsstoffer ved Mælkesekretionen. Vor Plan gaar da i Korthed ud paa i første Linie at søge eksakte Værdier for Minimumsforbruget af Protein og Energi ved Produktionen af 1 kg Mælk, gældende for ganske bestemte Omstændigheder, nemlig en bestemt Korace, bestemte Mælkemængder og bestemte Tidspunkter i Laktationsperioden.

Ved denne Problemstilling kommer vi uden om Vomgæringsspørgsmaalet, idet vi kan bestemme den nødvendige Protein-Omsætning ved Mælkeproduktionen gennem Maalinger af N - Udskillelsen i Mælk og Urin og det nødvendige Energiforbrug eller, hvad der er det samme, det nødvendige Forbrug af N-fri Næringsstoffer ved Maaling af den Mængde O_2 , der er optaget, og den Mængde CO_2 , der er udskilt gennem Lungerne i den paa-gældende Periode.

Da endvidere Fordøjelsesarbejdet pr. Næringsstofmængde er omtrent det samme for de koncentrerede Foderstoffer, Kraftfoderet, vil man ved en passende Sammensætning af Grundfoderet kunne give de saaledes vundne Værdier en ret generel Udstrækning.

Hvorledes Regningerne udføres, fremgaar af Artiklen i Landbohøjskolens Festskrift og vil yderligere blive omtalt i en Beretning, Forsøgslaboratoriet snart udsender.

Her skal jeg nøjes med til Slut at omtale to ret vigtige Resultater, som de allerede anstillede Forsøg har givet. Det ene angaar Problemet om Minimumsværdier for Proteinomsætningen, det andet Spørgsmaalet om Energiforbruget ved selve Mælkedannelsen.

Det første Spørgsmaal, véd De, har været omdiskuteret i de sidste 50 Aar og er endnu uløst. Udviklingen har i korte Træk været den, at vi indenfor saavel den menneskelige som den dyriske Fodringslære begyndte med at betragte betydelige Proteintilførsler som nødvendige. Derefter gik man indenfor Menneskefysiologien under Anførsel af Svenskeren *Sivéns*, Amerikaneren *Chittendens* og Danskeren *Hindhedes* Forsøg over til betydeligt lavere Proteinnormer. For Malkedyrenes Vedkommende har *Jordans*, *Kellners* og *Forsøgslaboratoriets* Undersøgelser i nogen Grad bevirket en lignende Reduktion af Proteintilførslen. Navnlig *Jordan*, der mente at have vist, at en Malkeko kan nøjes med en Tilførsel af Protein, der blot dækker dens Forbrug til Vedligeholdelse og til Udskillelsen i Mælken, har haft ikke ringe Indflydelse paa Bedømmelsen af Kvælstofminimumsproblemet i Litteraturen.

Nu har imidlertid alle Undersøgelserne over dette Problem, for saa vidt de angaar Malkekøer, altid lidt af to Fejl, nemlig for det første, at der ikke er taget tilstrækkeligt Hensyn til Fedtindholdet i Mælken, og for det andet, at de indtil 1914 ikke har været udstrakt over længere Tid.

Ved vore første Forsøg, der blev anstillet med en malkende ikke drægtig Ko, udførte vi nu en systematisk Ombytning af Protein med N-frit Stof. Vi har saaledes 3 Forsøgsperioder, hver paa ca. 3 Uger, og for hver Periode har vi nedsat Proteinmængden i Foderet uden at forandre dettes totale Energiindhold i væsentlig Grad.

Resultatet af Forsøgene er med Hensyn til Mælkemængde og Mælkefedme angivet paa nedenstaaende Tabel.

Forsøg 1916 med malkende Ko.

Forsøg Nr.	Omsætteligt N	N i Mælk	N-Udnyttning til Mælk	Fedt	Abs. Fedtmg.
	g	g	pCt.	pCt.	g
2 II	140.8	51.3	36	3.8	402
2 III	142.7	53.2	37	3.8	418
3 I	109.3	47.1	43	3.4	338
3 II	103.3	44.7	43	3.5	333
3 III	98.4	43.1	44	3.6	346
4 I	71.3	40.8	57	3.0	283
4 II	71.1	42.6	60	2.9	276
4 III	68.0	40.6	60	3.0	269

Det ses altsaa, at Formindskelsen af Proteinmængden bevirker en lovmæssig Nedgang af Fedtprocenten i Mælken, og i sidste Forsøg er Nedgangen endog meget betydelig, skønt der oven i Købet er tillagt store Mængder Fedt til Dyrets Foder. Forsøgene, der nu bliver kontrollerede ved Holdforsøg af Forsøgslaboratoriets ambulante Virksomhed, bragte mig til at undersøge, hvordan det egentlig forholdt sig med Mælkens Fedtprocent i de forskellige Forskeres Minimumsforsøg.

I 55. Beretning har Forsøgslaboratoriet underkastet Spørgsmaalet en ret indgaaende Behandling for det Tilfælde, at proteinholdigt Næringsmateriale ombyttedes med Roetørstof. Resultatet var i alle Tilfælde undtagen 2 en ringe Nedgang i Fedtprocenten fra 0.05 til 0.10. Men da Roeholdene gennemgaaende gav lidt mere Mælk, blev der i Virkeligheden ikke nogen nævneværdig Forskel paa den samlede producerede Mængde Smørfedt hos de to Hold.

Nu er den indførte Proteinmængde her selv hos Roeholdene ret stor (mellem 800 g og 1 kg) pr. Ko til ca. 14 kg Mælk.

Vender vi os imidlertid til Bregentvedforsøgene fra 1907, 63. Beretning, hvor de indfødrede Proteinmængder er mindre, faas i Hovedsagen samme Billede som i mine Forsøg (sammenlign Tabellerne).

Forsøgslaboratoriets 63ende Beretning 1907.

Ko. Nr. 53 Periode	Omsætte- ligt N	N i Mælk	N-Udnytning til Mælk	Fedt	Abs. Fedt- mængde
	g	g	pCt.	pCt.	g
1	129	75	58	2.86	501
2	132	69	52	2.81	458
3	101	63	62	2.74	419
4	62	38	61	2.93	213
5	59	37	63	2.93	208
6	59	35	59	2.93	216
7	92	42	46	3.19	265

Fedtprocenten og den absolute Fedtmængde daler med synkende N-Tilførsel og stiger med stigende (navnlig hos Ko 53 er det tydeligt). Ganske lignende Forhold findes i en Del af *Jordans* Forsøg, hvor Dyrene omtrent udnytter hele den Proteinmængde, der staar til Disposition ud over Vedligeholdelsesfoderet, og endelig ses det samme i nogle nyere meget omfattende Forsøg af *Haecker* 1914. Det synes, som om en vis ikke helt ringe Mængde Protein er nødvendig, for at Fedtsekretionen kan foregaa i tilstrækkeligt Omfang.

Denne Slutning bekræftes yderligere, naar man sammenligner de Tal, der er anført i 3. Kolonne paa de to Tabeller. Disse Tal angiver, hvor stor en Procentdel af det samlede til Raadighed staaende Kvælstof der er bleven udskilt i Mælken. Det ses, at denne »Udnytningsfaktor« i Forsøgslaboratoriets Forsøg gennemgaaende ligger omkring 60 pCt., medens den i vore Forsøg stiger fra 36 til 60. Tillige ses det imidlertid, at medens Fedtprocenten i Forsøgslaboratoriets Forsøg ligger omkring 3.0 pCt., er den i vore Forsøg til en Begyndelse 3.8 og falder med synkende Albuminoptagelse indtil 3 pCt., som den netop naar, samtidig med at Udnytningen stiger til 60 pCt.

Hvis denne Iagttagelse bekræftes ved yderligere Forsøg, betyder den, at en høj Fedtprocent i Mælken kræver Tilførsel af en betydelig Mængde Protein ud over den

Mængde, der udskilles i Mælken. Spørgsmaalet om Kvælstofminimum er da langt fra løst endnu.

Hertil kommer nu imidlertid en ret bemærkelsesværdig Iagttagelse, som Amerikaneren *Haecker* har offentliggjort i 1914. Paa Minnesota Forsøgsstation har han igennem 4 Vintre fodret to Hold Køer med henholdsvis middelstort og lavt N-Indhold i Foderet. Det viste sig da, at de Dyr, der fik den ringe Mængde N, efter 2 à 3 Vintres Forløb for det første startede efter Kælvingen med en meget ringere Mængde Mælk end oprindelig og nogle Maaneder efter denne viste Tegn paa Lammelser i Benene. En ikke helt ringe Del blev overhovedet ikke drægtige. Lammelserne kom sig, da han forhøjede N-Indholdet i Foderet. Det alvorlige er nu, at de N-Mængder, her er Tale om, ligger langt over N-Minimum, saaledes som det er bestemt ved f. Eks. Forsøgslaboratoriets Forsøg. *Haecker* opnaar først at holde Dyrene i fuld sund Konstitution Aar igennem, naar han giver dem ca. 1.6 kg Protein pr. 1 kg Mælkeæggehvide ud over den Mængde, han regner til Vedligeholdelse, nemlig 350 g pr. 500 kg.

Om nu *Haeckers* Forsøgsresultater kan generaliseres, skal jeg ikke omtale her. Men de maner sammen med Iagttagelserne over Fedtindholdet til at være forsigtig med lave Proteinmængder og til at erindre, at vi endnu ikke har løst Problemet om Proteinminimum for malkende Kvæg, og maaske netop fordi vi ikke har taget Hensyn til, hvordan det gaar i det lange Løb.

Det andet principielle Spørgsmaal, vore hidtidige Undersøgelser har oplyst om, er Energiforbruget ved selve Mælkeproduktionen. Det kan endnu ikke fikseres bestemt, men dets Størrelsesorden dog vel nogenlunde overses.

I en Artikel i »Tidsskrift for Landøkonomi« har jeg omtalt, at vi paa Forhaand maa forestille os, at selve

Mælkedannelsen kræver en vis Mængde Energi, idet Kirtlen udfører et vist Arbejde, og at dettes Størrelse og Afhængighed af Mælkemængden og Mælkens Sammensætning har Betydning for Spørgsmaalet om, i hvilket Forhold til Mælkemængden vi skal beregne Energiindholdet i Foderet.

I Landbohøjskolens Festskrift har jeg omtalt, at den til dette Arbejde forbrugte Energi maatte kunne bestemmes, naar man maaler Energiforbruget hos en og samme Ko, medens den giver en vis Mængde Mælk, og efter at den er gaaet gold. Hvis Foderet i begge Tilfælde er sammensat af de samme Arter Fodermidler, vil Differensen angive den Mængde Energi, der er gaaet med til Dannelsen af selve Mælken, plus den Mængde, der er forbrugt ved Arbejdet med at fordøje den større Mængde Foder, det malkende Dyr fortærer. Disse to Størrelser kan vi ikke adskille, men for Praksis har dette heller ingen Interesse, da begge altid maa betales ved Fodringsen til den større Mælkemængde.

I nedenstaaende Tabel har vi sammenstillet to Rækker Bestemmelser af Iltforbruget hos en Ko paa 400 kg Legemsvægt, hver Række bestaaende af 16 Bestemmelser og den ene svarende til den Tid, da Dyret malkede mellem 9.8 og 9.1 kg Mælk, den anden til Goldtiden.

I begge Perioder har Grundfoderet været af samme Beskaffenhed, nemlig Roetorstof og Halm. Tillægget i Foder for Malketiden bestod af Oliekager og Halm. I Goldtiden har Foderet været helt konstant under alle Forsøgene. I Malketiden er dets Sammensætning derimod forandret engang midt i Forsøgstiden, svarende til den vandrette Streg. Det ses imidlertid, at Middeltallene fra de to ved Stregen adskilte Perioder ikke afviger mere fra hinanden end svarende til Middelfejlen paa Middeltallet af samtlige Bestemmelser. Heller ikke, hvis Iltforbruget opgøres pr. Kilogram leveret Mælk, findes der nogen nævneværdig Afvigelse mellem de to Perioders Værdier.

Vi kan da for en foreløbig Oversigts Skyld behandle samtlige 16 Bestemmelser under ét uden Hensyn til den foretagne Foderforandring.

Af nedenstaaende Tabel fremgaar det for det første, at de i det foregaaende omtalte metodiske Fejl paa Bestemmelsen af Iltforbruget er langt mindre end de Variationer, som Iltforbruget udviser paa Grund af Svingninger i Dyrets eget Stofskifte.

Som Enderesultat af hele den foregaaende fejlteoretiske Redegørelse fremgik det, at vi i første Forsøgsrække (uden Termoregulation), hvortil Bestemmelserne paa den malkende Kø henhører, er berettiget til at regne med, at den enkelte Bestemmelse af Iltforbruget pr. 24 Timer er beheftet med en metodisk Middelfejl, der udgør 2.5 pCt. af Iltforbrugets Værdi. Af Tabellens første Afdeling fremgaar, at σ udgør 3.7 pCt. af Iltforbruget, hvilket altsaa vil sige, at de Variationer, der hidrører fra uundgaaelige Svingninger i Dyrets eget Stofskifte, er betydelig større end den metodiske Fejl.

For den sidste Forsøgsrække (med Termoregulation), hvortil Forsøgene med Goldkøen hører, beregnede vi en metodisk Fejl, der udgjorde 1.5 pCt. af Værdien for den enkelte Bestemmelse af Iltforbruget. I den Række udgør σ 3.2 pCt. af Iltforbrugets Værdi. Altsaa har vi her et lignende Forhold som i første Række. Under alle Omstændigheder er den metodiske Fejl langt mindre end σ .

Dette siger os, at vor Metode er nøjagtig nok til at foretage Bestemmelserne af det respiratoriske Stofskifte med en Sikkerhed, der er fuldkommen tilstrækkelig saavel teoretisk som praktisk.

Videre fremgaar det af Tabellen, at der er en ret væsentlig Differens mellem Middeliiltforbruget hos Køen i malkende og i gold Tilstand. Da Dyret ikke er bedækket, da altsaa intet Foster spiller en Rolle med her, angiver Differensen mellem de to Middeltal ligefrem Middeliiltforbruget ved selve Dannelsen af Middelmælkemængden i det paagældende Tids-

Iltforbrug hos en Ko paa 400 kg i malkende og gold Tilstand.

I. I malkende Tilstand			II. I gold Tilstand		
Of	d	d ²	Of	d	d ²
			2404	-- 11	121
			2295	-- 120	14400
2737	-- 122	14884	2591	+ 176	30976
2800	-- 59	3481	2299	-- 116	13456
2867	+ 8	64	2410	-- 5	25
2772	-- 87	7569	2340	-- 75	5625
2716	-- 143	20449	2348	-- 67	4489
2693	-- 166	27556	2402	-- 13	169
2917	+ 58	3364	2427	+ 12	144
2868	+ 9	81	2540	+ 125	15625
2878	+ 19	361	2447	+ 32	1024
2905	+ 46	2116	2396	-- 19	361
3058	+ 199	39601	2382	-- 33	1089
2896	+ 37	1369	2426	+ 11	121
2899	+ 40	1600	2460	+ 45	2025
3017	+ 158	24964	2467	+ 52	2704

$$M = 2859 \quad \Sigma d^2 = 147459$$

$$M = 2415 \quad \Sigma d^2 = 92354$$

$$N = 14 \quad \sigma = \pm \sqrt{\frac{147459}{13}}$$

$$N = 16 \quad \sigma = \pm \sqrt{\frac{92354}{15}}$$

$$\sigma = \pm 107 \frac{\sigma \cdot 100}{2859} = 3.7 \%$$

$$\sigma = \pm 78 \frac{\sigma \cdot 100}{2415} = 3.2 \%$$

$$m = \pm \frac{107}{\sqrt{14}}$$

$$m = \pm \frac{78}{\sqrt{16}}$$

$$m = \pm 29$$

$$m = \pm 20$$

$$\frac{m \cdot 100}{2859} = 1.0 \%$$

$$\frac{m \cdot 100}{2415} = 0.8 \%$$

Med en respiratorisk Kvotient paa gennemsnitlig 0.933 svarer 2859 l O₂ til en Energiomsætning af: 14192 Kal. ± 142.

Med en respiratorisk Kvotient paa gennemsnitlig 0.951 svarer 2415 l O₂ til en Energiomsætning af: 12041 Kal. ± 96.

rum, indbefattet den Stigning i Fordøjelsesarbejdet, der direkte hænger sammen med Mælkesekretionen.

Differensen er:

$$2859 \pm 29 - 2415 \pm 20 = 444 \pm 35 l O_2$$

Det ses altsaa, at denne Differens, paa hvilken til syvende og sidst alle Fejl, dels fra Metodikken og dels fra Variationer i Dyrets Stofskifte, overføres, dog er ca. 13 Gange større end sin Middelfejl. Dens Eksistens og omtrentlige Størrelse er altsaa sikret.

Beregnet i Kalorier giver de 444 IO_2 ligefrem et Maal for Funktionsstofskiftets Størrelse. Beregningen kan udføres med tilstrækkelig Tilnærmelse paa den i Tabellen angivne Maade:

Regner man med Middelværdierne for Respirationskvotienten i hver af de to Forsøgsrækker, faas for Koen i malkende Tilstand en Middelværdiansættelse i Kroppen paa:

$$14192 \pm 142 \text{ Kal.}$$

og for Koen i gold Tilstand:

$$12041 \pm 96 \text{ Kal.}$$

Differensen, lig Funktionsstofskiftet, bliver da:

$$14192 \pm 142 - 12041 \pm 96 = 2151 \pm 172 \text{ Kal.,}$$

hvor Forholdet mellem Middelfejlen og Værdien naturligvis er det samme som for Iltforbrugets Vedkommende.

Det ses af disse Beregninger, at Arbejdsstofskiftet i det foreliggende Tilfælde, hvor Dyret har givet ca. 10 kg Mælk, udgør mellem $\frac{1}{6}$ og $\frac{1}{7}$ af den malkende Kos hele respiratoriske Stofskifte maalt i Energi. Tænker vi os nu, at Arbejdsstofskiftet er proportionalt med Mælkemængden, vil vi for 20 kg Mælk faa et samlet Energiforbrug hos samme Ko paa ca. 16,000 Kal. og deraf et Arbejdsstofskifte paa ca. 4000 Kal., altsaa paa ca. $\frac{1}{4}$ af det samlede respiratoriske Stofskifte hos Dyret. Det fremgaar da tydeligt af disse Forsøg, at den af mig foreslaaede Afgrænsning af Arbejdsstofskiftet er berettiget, og at dettes Størrelse ikke er en Faktor, der kan lades ude af Betragtning i Praxis.

I det Tidsrum, hvor de 14 Forsøg med Malkekoen er anstillet, er der produceret i Middel 9.5 kg Mælk pr. 24

Timer med en Middelfedtprocent paa 3.4, hvilket altsaa giver: 32,300 kg Mælk med 1 pCt. Fedt pr. Døgn.

Energiforbruget ved Fremstillingen af Mælken bliver da 66.6 Kal. pr. kg Mælk med 1 pCt. Fedt. Beregnes det som Stivelse, svarer det til et Forbrug af ca. 16 g Stivelse. Om man virkelig har Lov at antage, at de 66.6 Kal. kun dannes af Stivelse, eller om f. Eks. ikke en vis Mængde Protein nødvendigvis gaar med i Løbet, herom siger disse foreløbige Beregninger intet. Først videre Forsøg, som vi er i Færd med at anstille, vil kunne oplyse herom.
